

**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.

« 25 » апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

Направление подготовки

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность подготовки

Автоматизация технологических процессов и производств (лесной комплекс)

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения - очная

Срок освоения - 4 года

Курс - III

Семестры - 5,6

Трудоемкость дисциплины:	- 9 зачетных единиц
Всего часов	- 324 час.
Из них:	
Аудиторная работа	- 126 час.
Из них:	
лекций	- 54 час.
практические занятия	- 72 час.
Самостоятельная работа	- 126 час.
Подготовка к экзамену	- 72 час.
Формы промежуточной аттестации:	
Экзамен	- 5,6 семестр
Курсовая работа	- 6 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

А.В. Брюквин

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(Ф.И.О.)

«28» февраля 2019 г.

Рецензент:

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

Ю.Т. Котов

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(Ф.И.О.)

«28» февраля 2019 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Проектирование объектов лесного комплекса» (ЛП-10)

Протокол № 6 от « 28 » февраля 2019 г.

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

А.В. Сировов

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(Ф.И.О.)

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

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

Декан факультета, к.т.н., доцент

М.А. Быковский

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(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

А.А. Шевляков

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(Ф.И.О.)

«29» января 2019 г.

Выписка из ОПОП ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», направленности подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств (лесной комплекс)» для учебной дисциплины «Теория автоматического управления»

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы (дидактические единицы)	Всего часов
Б1.Б.15	Теория автоматического управления Основные понятия. Математические модели объектов и систем управления. Задачи построения и методы оптимизации систем управления. Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления, принципа максимума и динамического программирования. Оптимизация систем управления по различным критериям качества. Принципы построения систем экстремального и адаптивного управления. Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова. Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента. Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-Бьюси. Адаптивные системы параметрической идентификации динамических объектов, систем и возмущений.	324

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
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Карта обеспеченности литературой дисциплины	
График учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	

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

1.1. Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в базовую часть блока Б1 обязательных дисциплин по подготовке кадров высшей квалификации по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

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 студентов. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний, умений и навыков по современной теории и методам управления для исследования, проектирования, производства, наладки и эксплуатации систем управления техническими объектами.

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:

Производственно-технологическая деятельность:

- использование компьютерных технологий в процессе подготовки производства, изготовления и контроля приборов и устройств систем управления.

В соответствии с ООП ВПО по данному направлению подготовки студентов, процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций или их элементов:

Профессиональные компетенции:

ОПК-4 – способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения

ПК-7 - способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем

ПК-30 - способностью участвовать в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

ЗНАТЬ:

- общие принципы построения систем управления техническими объектами – ОПК-4; ПК-7;
- способы получения математического описания систем управления техническими объектами – ОПК-4; ПК-7;
- методы анализа и синтеза систем управления техническими объектами – ОПК-4; ПК-7;
- методы оптимизации законов управления – ОПК-4; ПК-30.

УМЕТЬ:

- произвести исследование объекта управления с целью получения его математического описания и условий передачи информации – ПК-30;
- сформулировать задачи управления и составить исходные данные на проектирование

- ОПК-4; ПК-7;
- выполнить предварительный анализ статических и динамических характеристик системы – ОПК-4; ПК-7;
- произвести выбор алгоритмов управления, исходя из требований к качеству системы – ОПК-4; УК-7.

ВЛАДЕТЬ:

- классическими и современными методами расчёта оптимальных систем управления техническими объектами – ОПК-4; ПК-7;
- методами синтеза оптимальных и адаптивных систем управления техническими объектами – ОПК-4; ПК-30;
- методами получения математического описания элементов, составляющих систему и расчет их характеристик – ОПК-4; ПК-30;
- приёмами осуществления расчетов характеристик систем с учетом реальных свойств элементов, составляющих систему – ОПК-4; ПК-30.

1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Данная дисциплина «**Управление в технических системах**» входит в базовую часть обязательных дисциплин по подготовке кадров высшей квалификации по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Направленность - Автоматизация технологических процессов и производств (лесной комплекс).

1.4. СВЯЗЬ С ДИСЦИПЛИНАМИ, ИЗУЧАЕМЫМИ РАНЕЕ

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплины - Методология научного исследования.

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 управления и обработка информации.

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ: В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ – 9 З.Е., В АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ – 324 АК.ЧАС.

Вид учебной работы	Часов		Семестр	Семестр
	всего	в том числе в интерактивных формах	5	6
Общая трудоемкость дисциплины:	324	-	144	180
Аудиторные занятия:	126	12	54	72
Лекции (Л)	54	8	18	36
Практические занятия(Пр)	72		36	36
Самостоятельная работа студента:	198	-	90	108

Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы (Л) – 9	35	-	15	20
Подготовка к практическим занятиям (Пз) – 9	24	-	12	12
Подготовка к контрольным работам (Кр) – 9			3	6
Выполнение курсового проекта (КП) или курсовой работы (КуР) – 36	36		0	36
Выполнение других видов самостоятельной работы (Др)	3		3	
Подготовка к экзамену	12	-	36	36
Вид промежуточного контроля:	Экз. КуР	-	Экз.	Экз. КуР

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. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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	№ Р	№ Кр	Др часов			
5 семестр											
1.	Введение. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Математические модели систем автоматического управления, линеаризация, структурные схемы.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-		19	9/15		
2.	Передаточные функции и частотные характеристики линейных непрерывных САУ и их свойства.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-					
3.	Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных непрерывных систем.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-					
4.	Анализ качества линейных непрерывных систем при детерминированных воздействиях.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	2	19	21/35		
5.	Анализ динамической точности линейных непрерывных систем при случайных воздействиях.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	2				
6.	Синтез линейных непрерывных систем при детерминированных и случайных воздействиях.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-						
7.	Анализ и синтез систем цифрового управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-						
8.	Теория нелинейных систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-						
9.	Теория оптимальных и самонастраивающихся систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	1				12/20	
Итого текущий контроль результатов обучения в 7 семестре										42/70	
Промежуточная аттестация (экзамен)										18/30	
ИТОГО										60/100	

№ 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	№ Р	№ Кр	Др часов	
6 семестр									
1.	Введение, основные понятия, определения; математические модели объектов и систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	1	19	9/15
2.	Задачи построения и оптимизации систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	1		
3.	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	1		
4.	Принцип максимума в задачах оптимизации систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	2	19	21/35
5.	Динамическое программирование в задачах оптимизации систем.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-	2		
6.	Оптимальные по быстродействию системы управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-			
7.	Системы управления, оптимальные по расходу ресурсов.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-			
8.	Системы управления, оптимальные по точности и расходу энергии.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	-		19	12/20
9.	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2	2	-	1	-		
10.	Принципы построения поисковых систем экстремального и адаптивного управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
11.	Методы построения и основные типы адаптивных систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-			19	
12.	Методы синтеза основного контура адаптивных систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
13.	Синтез эталонных моделей адаптивных систем	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				

	управления.								
14	Методы и алгоритмы локальной адаптации систем управления.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
15	Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
16	Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
17	Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-Бьюси.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
18	Адаптивные системы параметрической идентификации динамических объектов и систем.	ПК-7, ПК-30, ОПК-4	2		-				
Выполнение и защита курсовой работы (<i>КР</i>)									15
ИТОГО текущий контроль результатов обучения в 7 семестре									42/70
Промежуточная аттестация (<i>экзамен</i>)									18/30
ИТОГО									60/100

3.2. АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

3.2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБЪЕМ В ЛЕКЦИОННЫХ ЧАСАХ (Л) - 54 ЧАС.

№ 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	4	1, 2, 3, 4, 12, 14

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	<p>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 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.</p>		
3	<p>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</p>	2	1, 2, 3, 4, 15
4	<p>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.</p>	2	1, 2, 3, 4, 11
5	<p>Анализ динамической точности линейных непрерывных</p>	2	1, 2, 3, 4,

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	<p>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.</p>		11
6	<p>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.</p>	2	1, 2, 3, 4, 11
7	<p>Анализ и синтез систем цифрового управления 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</p>	2	1, 2, 3, 4, 11
8	<p>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.</p>	2	1, 2, 3, 4, 11

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	Преобразование структурных схем нелинейных систем. Метод фазовой плоскости в исследовании нелинейных САУ. Предельные циклы, метод точечных преобразований, переходные процессы.		
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

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
10	Введение, основные понятия, определения; математические модели объектов и систем управления. Основы теории особенности нестационарных систем управления; применение неавтономных обыкновенных дифференциальных уравнений, нормальная форма Коши, векторная запись. Математическое описание линейных нестационарных объектов и систем управления в переменных вход-выход и в пространстве состояний с помощью линейных скалярных и векторных дифференциальных уравнений с переменными параметрами; представление этих уравнений с помощью дифференциальных операторов. Операторная алгебра и структурные преобразования. Переходные, импульсные переходные и параметрические передаточные функции нестационарных линейных звеньев и систем управления, методы определения этих функций.	4	1, 3, 4, 5, 12
11	Задачи построения и оптимизации систем управления. Теория оптимального управления и ее задачи. Содержательная и математическая постановка задач об оптимальном управлении; объекты управления, критерии качества, функционалы, ограничения. Классы задач оптимального управления, типы оптимальных систем управления. Оптимальное программное управление, оптимальный закон управления, оптимальный регулятор. Основные методы решения задач об оптимальном управлении. Алгоритмы оптимальных систем управления .	2	2, 3, 4, 12
13	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления. Задачи исследования функционалов на экстремум; основные понятия и определения. Лемма Лагранжа. Вывод и применение систем уравнений Эйлера и Эйлера-Пуассона, расчет экстремалей. Условия Лежандра. Вариационные задачи с подвижными границами. Оптимальное управление и вариационные задачи на условный	4	3, 4, 7, 10

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	экстремум, типы этих задач. Теоремы об условном экстремуме функционалов. Вариационные задачи Больца, Лагранжа, Майера. Уравнения Эйлера-Лагранжа и их применение для синтеза оптимальных систем управления. Решение примеров.		
14	Принцип максимума в задачах оптимизации систем управления. Особенности задач об оптимальном управлении в математической теории принципа максимума Л.С. Понтрягина, их типы и методы преобразования к форме задач Майера, приведение неавтономных динамических объектов к автономным. Формулировка и доказательство принципа максимума Л.С. Понтрягина, вывод сопряженных и канонических дифференциальных уравнений. Граничные условия, краевая задача. Учёт ограничений, накладываемых на управления и фазовые координаты, влияние разрывов допустимых управляющих воздействий. Расчёт оптимальных процессов и синтез оптимальных систем управления с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина, решение примеров.	2	4, 7, 9, 10
15	Динамическое программирование в задачах оптимизации систем. Постановка задач оптимизации систем управления как задач динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана и его доказательство применительно к задачам оптимального управления непрерывными динамическими объектами. Функция Беллмана и ее свойства. Вывод и применение функционально-дифференциального уравнения Беллмана. Решение задач синтеза оптимальных систем управления непрерывными динамическими объектами, примеры синтеза. Дискретное динамическое программирование в задачах оптимизации систем; постановка и особенности задач о дискретном оптимальном управлении. Вывод рекуррентного уравнения Беллмана применительно к оптимизации дискретных систем управления. Синтез оптимальных дискретных систем управления, решение примеров.	4	3, 4, 7, 10
16	Оптимальные по быстродействию системы управления. Постановка задач об оптимальном по быстродействию управлении. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для задач о максимальном быстродействии. Анализ оптимального по быстродействию управления линейными и нелинейными объектами при различных видах ограничений вектора управления. Условия управляемости и общности положения. Нормальные и вырожденные задачи. Теорема о числе интервалов постоянства оптимального по быстродействию управления линейным стационарным объектом. Синтез замкнутых оптимальных по быстродействию систем управления линейными стационарными объектами, решение примеров. Синтез оптимального по быстродействию	2	3, 4, 5, 7

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	регулятора для объекта второго порядка. Синтез оптимальных по быстродействию систем управления нелинейными объектами управления с инвариантной нормой и другими подобными объектами при ограничении вектора управления гиперсферой.		
17	<p>Системы управления, оптимальные по расходу ресурсов. Постановка задач оптимизации систем управления по условиям минимума расхода ресурсов (топлива, энергии). Анализ оптимальных по расходу ресурсов систем управления линейными и нелинейными объектами, нормальные и вырожденные управления. Синтез и анализ систем управления, оптимальных в смысле минимума линейной комбинации времени движения и расхода на управление рабочего тела, для линейных стационарных динамических объектов. Оптимальные по расходу рабочего тела системы управления нелинейными объектами с инвариантной нормой вектора состояния при ограничении вектора управления гиперсферой.</p>	4	3, 4, 7, 9
18	<p>Системы управления, оптимальные по точности и расходу энергии. Постановка задач о минимуме ошибок и расхода энергии на управление. Анализ оптимального по расходу энергии управления динамическими объектами. Синтез оптимальных по расходу энергии систем управления линейными объектами; учет времени движения системы. Оптимальное в смысле минимума расхода энергии управление нелинейным динамическим объектом с инвариантной нормой вектора состояния при ограничении управления гиперсферой. Построение систем, оптимальных в смысле минимума ошибок, выраженных интегральными квадратичными показателями качества управления. Анализ и синтез оптимальных по этим критериям систем управления; учет дополнительных показателей. Особые оптимальные по точности управления в задачах с интегральными квадратичными по фазовым координатам функционалами; причины возникновения и основные свойства особых решений; методы вычисления и условия оптимальности особых управлений и процессов для линейных по управлению объектов.</p>	2	3, 4, 7, 10
19	<p>Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация систем управления. Постановка задач оптимизации по квадратичным критериям систем управления линейными объектами; условия разрешимости задач аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР). Решение задач</p>	4	3, 4, 7, 10

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	<p>аналитического конструирования оптимальных регуляторов состояния линейных стационарных объектов с неограниченным временем движения, вывод матричного алгебраического уравнения Риккати. Синтез оптимальных по квадратичным критериям регуляторов состояния линейных нестационарных и стационарных объектов с ограниченным временем движения. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов выхода линейных объектов управления.</p> <p>Постановка задач многокритериальной (векторной) оптимизации систем управления. Парето-оптимальные, эффективные, неулучшаемые решения многокритериальных задач оптимизации систем управления. Построение обобщённых скалярных критериев оптимальности систем управления в виде линейных форм частных (локальных) критериев; способы выбора весовых коэффициентов таких критериев. Многокритериальный синтез оптимальных систем управления по методу максимального приближения к идеальной (утопической) точке в пространстве частных критериев. Синтез оптимального закона управления по условиям максимального удаления в области Парето от наихудшей точки пространства ограниченных потерь.</p>		
20	<p>Принципы построения поисковых систем экстремального и адаптивного управления. Основные типы и особенности экстремальных объектов и систем управления. Структура и свойства экстремальных систем управления по производной, с поисковыми сигналами, с запоминанием экстремума. Дифференциальные и шаговые экстремальные системы. Улучшение шагового поиска экстремума методами прогнозирования. Многомерные экстремальные объекты, системы экстремальной навигации и корреляционно-экстремального управления, их свойства. Методы определения градиента и организации движения к экстремуму в многомерных экстремальных системах. Многомерные системы экстремального управления с поисковыми сигналами и синхронным детектированием. Анализ динамики систем экстремального управления, применение функций Ляпунова.</p>	2	3, 5, 13, 16
21	<p>Методы построения и основные типы адаптивных систем управления. Задачи адаптивного управления. Определение и классификация адаптивных систем. Построение систем управления с разомкнутыми, замкнутыми и комбинированными каналами адаптации; поисковые и беспоисковые системы. Самонастраивающиеся системы с информацией о частотных и временных характеристиках. Адаптивные системы управления со стабилизацией</p>	4	3, 5, 13, 14, 16

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	коэффициента демпфирования, метод двух фильтров. Системы управления с прямой и непрямой адаптацией, с параметрической, сигнальной и комбинированной самонастройкой. Адаптация по характеристикам сигнальных и параметрических возмущений объектов управления. Самоорганизующиеся и самообучающиеся системы управления. Адаптивные системы управления с эталонными и обучающимися моделями.		
22	Методы синтеза основного контура адаптивных систем управления. Многоуровневая структура адаптивных систем управления. Методы синтеза основного контура адаптивных систем. Структура обобщенного настраиваемого объекта управления. Применение теории инвариантности для синтеза основного контура адаптивных систем. Оптимальный синтез основного контура адаптивных систем управления. Применение методов модального управления и методов теории систем с переменной структурой для синтеза основного контура и построения обобщенного настраиваемого объекта управления. Синтез основного замкнутого контура адаптивной системы управления с помощью прямого метода Ляпунова.	2	3, 4, 5
24	Синтез эталонных моделей адаптивных систем управления. Методы синтеза эталонных моделей основных замкнутых контуров (обобщенных настраиваемых объектов) адаптивных систем управления. Синтез оптимальных эталонных моделей, примеры синтеза. Применение метода модально управления для синтеза эталонных моделей основных замкнутых контуров адаптивных систем; построение эталонных моделей в классе низкочастотных фильтров Баттерворта. Метод стандартных коэффициентов в задачах построения эталонных моделей основного контура. Свойства адаптируемости основного контура; условия и анализ адаптируемости обобщенного настраиваемого объекта к его эталонной модели. Условия согласованности основного контура и его эталонной модели. Условия структурной устойчивости и условия существования в пространстве настраиваемых параметров области адаптируемости обобщенного настраиваемого объекта управления к его эталонной модели.	4	3, 4, 10
25	Методы и алгоритмы локальной адаптации систем управления. Основные принципы локальной адаптации, схемы первого приближения в задачах построения алгоритмов адаптации, градиентные самонастраивающиеся системы управления. Компенсационные самонастраивающиеся системы. Алгоритмы адаптации, выработанные на основе	2	3, 5, 16

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	<p>функций чувствительности. Метод вспомогательного оператора в задачах синтеза адаптивных систем управления и идентификации; синтез многомерных контуров параметрической самонастройки, обеспечивающих автоматическую минимизацию квадратичных критериев качества. Применение операторного метода к решению задач синтеза оптимальных систем управления и идентификации параметров методом вспомогательного оператора; применение методов теории чувствительности.</p>		
22 23	<p>Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова. Проблема построения адаптивных систем управления, обладающих свойствами устойчивости в большом и целом, и решение её с помощью достаточных условий устойчивости в смысле Ляпунова. Решение задач синтеза алгоритмов адаптации с помощью функций Ляпунова; применение функций Ляпунова, представляющих собой квадратичные формы параметрических и сигнальных рассогласований обобщённого настраиваемого объекта и его эталонной модели. Условия асимптотической устойчивости синтезированных с помощью функций Ляпунова адаптивных систем управления. Решение примеров синтеза устойчивых по Ляпунову контуров самонастройки систем адаптивного управления и идентификации параметров линейных динамических объектов.</p>	4	3, 5, 14, 16
24	<p>Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента. Алгоритмы скоростного градиента в адаптивных системах управления динамическими объектами. Свойства алгоритмов скоростного градиента; условия достижимости цели адаптации, идентифицирующие свойства алгоритмов скоростного градиента. Работоспособность алгоритмов скоростного градиента в нестационарных условиях. Процедура синтеза адаптивных систем управления и параметрической идентификации с помощью метода скоростного градиента. Решение задач синтеза адаптивных систем управления с явными и неявными моделями. Условия устойчивости адаптивных систем управления и идентификации, синтезированных методами скоростного градиента.</p>	2	3, 5, 13, 16
25	<p>Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-Бьюси. Проблема неполноты информации о состоянии объектов управления. Идентификация состояния динамических объектов, детерминированные задачи построения наблюдателей. Простейшие идентификаторы состояния (наблюдатели) объектов управления; применения сигнальной</p>	4	3, 5, 14, 16

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем часов	Рекоменд. литература
	самонастройки. Модальный синтез наблюдателей, синтез оптимальных наблюдателей. Оптимальное оценивание состояния стохастических объектов управления, построение фильтров Калмана-Бьюси для непрерывных объектов управления. Структурные преобразования фильтра Калмана-Бьюси, позволяющие исключить дифференцирование сигналов обратной связи.		
27	Адаптивные системы параметрической идентификации динамических объектов и систем. Задачи параметрической идентификации динамических объектов. Условия идентифицируемости линейных динамических систем. Адаптивная параметрическая идентификация с помощью настраиваемой модели объекта идентификации, синтез систем идентификации. Условия устойчивости процессов самонастройки модели. Адаптивный идентификатор-наблюдатель. Идентификация параметров динамических объектов при внешних возмущениях и помехах. Алгоритмы корреляционного способа идентификации параметров. Адаптивная идентификация внешних возмущений, действующих на динамические системы управления при волновом представлении этих возмущений.	2	3, 5, 14, 16

3.2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (Пз) - 72 час.

Проводится 27 практических занятий по следующим темам:

№ Пз	Семестр	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
1,2	1	Математические модели объектов и систем управления.	4	1	Кр №1
3	1	Задачи построения и оптимизации систем управления.	2	2	Устн. опр.
4,5	1	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.	4	3	Устн. опр.
6	1	Принцип максимума в задачах оптимизации систем управления.	2	4	Устн. опр.
7,8	1	Динамическое программирование в задачах оптимизации систем.	4	5	Устн. опр.
9	1	Оптимальные по быстродействию системы управления.	2	6	Устн. опр.
10,11	2	Системы управления, оптимальные по расходу ресурсов.	4	7	Устн. опр.
12	2	Системы управления, оптимальные по точности и расходу энергии.	2	8	Устн. опр.
13,14	2	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов;	4	9	Кр №5

№ Пз	Семестр	Тема практического занятия (семинара) и его содержание	Объем часов	Раздел дисциплины	Методы контроля
		многокритериальная оптимизация СУ.			
15	2	Принципы построения поисковых систем экстремального и адаптивного управления.	2	10	Устн. опр.
16,17	2	Методы построения и основные типы адаптивных систем управления.	4	11	Кр №6
18	2	Методы синтеза основного контура адаптивных систем управления.	2	12	Устн. опр.
19,20	3	Синтез эталонных моделей адаптивных систем управления.	4	13	Устн. опр.
21	3	Методы и алгоритмы локальной адаптации систем управления.	2	14	Устн. опр.
22,23	3	Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова.	4	15	Кр №8
24	3	Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента.	2	16	Устн. опр.
25,26	3	Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-Бьюси.	4	17	Кр №9
27	3	Адаптивные системы параметрической идентификации динамических объектов и систем.	2	18	Зач.

3.2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛР) - 0 ЧАС.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

3.2.4. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (КСР)

Контроль самостоятельной работы учебным планом не предусмотрен.

3.2.5. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

При изучении данной дисциплины применяются следующие интерактивные методы обучения:

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

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

3.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ - 198 ЧАСА

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

- 1) проработку прослушанных лекций (по конспектам лекций, учебной и научной литературе) – 108 часов;

- 2) подготовку к практическим занятиям – 72 часов;
- 3) подготовку к контрольным работам, – 36 часов;

3.3.1. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП)

Выполняется курсовая работа по одной из следующих тем:

№ Дз	Тема контрольных работ	Объем часов	Раздел дисциплины	Рекомендуемая литература
1	Передаточные функции САУ, преобразование структурных схем	3	2	1, 4, 10, 11
2	Частотные характеристики линейных непрерывных САУ	3	2	1, 4, 10, 11
3	Устойчивость линейных непрерывных САУ	3	3	1, 4, 10, 11
4	Анализ качества при детерминированных и случайных воздействиях	3	4	1, 4, 10, 11
5	Устойчивость дискретных систем управления	3	7	1, 4, 10, 11
6	Устойчивость нелинейных систем управления	3	8	1, 4, 10, 11

3.3.2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ (РГР) РАБОТЫ

Расчетно-графические работы учебным планом не предусмотрены.

3.3.3. РЕФЕРАТЫ

Рефераты учебным планом не предусмотрены.

3.3.4. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ (КР) - 9 ЧАСОВ

Выполняются 3 контрольные работы по следующим темам:

№ Кр	Тема контрольной работы	Объем часов	Раздел дисциплины	Рекомендуемая литература
1	Математические модели объектов и систем управления.	4	1,2	1, 3, 4, 5, 12
2	Оптимизация систем методами классического вариационного исчисления.	4	3,4	3, 4, 7, 10
3	Оптимизация систем методами динамического программирования.	4	5,6	3, 4, 7, 10
4	Синтез систем управления, оптимальных по расходу ресурсов.	4	7,8	3, 4, 7, 9, 17
5	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; многокритериальная оптимизация СУ.	4	9,10	3, 4, 7, 10
6	Методы построения и основные типы адаптивных систем управления.	4	11,12	3, 5, 13, 14, 16
7	Синтез эталонных моделей адаптивных систем управления.	4	13,14	3, 4, 10
8	Синтез адаптивных систем управления методом функций Ляпунова.	4	15,16	3, 5, 14, 16
9	Оптимальные наблюдатели, фильтры Калмана-	4	17,18	3, 5, 14, 16

Бьюси.			
--------	--	--	--

3.3.5. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (ДР)

Другие виды самостоятельной работы учебным планом не предусмотрены.

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	1,2	Рубежный контроль	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	9/15
		Всего за модуль		9/15
1	3,4	Рубежный контроль	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	21/35
		Всего за модуль		21/35
1	5,6	Контрольная работа (Кр № 1)	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	12/20
		Всего за модуль		12/20
Итого:				42/70

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Формируемые компетенции	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
2	7,8	Рубежный контроль	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	9/15
		Всего за модуль		9/15
1	9,10	Контрольная работа (Кр № 1)	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	21/35
		Всего за модуль		21/35
4	11,12	Контрольная работа (Кр № 2)	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	12/20
	13,18	Выполнение и защита курсовой работы (КР)	ПК-7, ПК-30, ОПК-4.	
		Всего за модуль		12/20
Итого:				42/70

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	Форма	Проставляется	Промежуточная
---------	---------	-------	---------------	---------------

	дисциплины	промежуточного контроля	ли оценка в приложение к диплому	аттестация, баллов (мин./макс.)
5		экзамен		18/30
6		Курсовая работа (КР).	да	
6	1 - 9	экзамен	да	18/30

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

1. 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

2. www.protgu.ru;
3. www.honiumwell.ru;
4. 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	Л, Пз
2.	Видеофильмы	4	Л, Пз
3.	Плакаты	3, 5, 6	Л, Пз
4.	Программное обеспечение: MATLAB; MATHCAD	8, 9, 15, 16, 17, 18	Пз

5.3. РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДАННОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ СЛЕДУЮЩИЙ РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ:

№ п/п	Раздаточный материал	Раздел дисциплины	Вид аудиторных занятий
1.	Структурные схемы. Графики.	1-18	Л, Пз

5.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1 СЕМЕСТР

1. Математические модели нестационарных объектов и систем управления ЛА, их описание в терминах «вход-выход» и в пространстве состояний.
2. Методы и задачи оптимального управления, постановка, основные методы и способы решения этих задач. Решение, примера.
3. Оптимизация систем управления методами классического вариационного исчисления; основная лемма, уравнения, решение примера.
4. Вывод и применение необходимых условий экстремума функционала простейшей вариационной задачи, решение примера.
5. Вывод системы уравнений Эйлера, применение, пример решения оптимальной задачи.
6. Вывод и применение уравнения Эйлера-Пуассона, пример расчета оптимального управления.
7. Синтез оптимальных законов управления с помощью классического вариационного исчисления.
8. Вариационные задачи на условный экстремум и их типы, теорема для случая дифференциальных уравнений связи, пример решения для оптимизации управлений.
9. Условия экстремума функционала при конечных уравнениях связи, теорема.
10. Необходимые условия экстремума функционала при интегральных уравнениях связи, теорема, доказательство, применение, решение примера.
11. Вариационные задачи с подвижными границами, условия трансверсальности, применение, пример.
12. Оптимизация систем управления с помощью принципа максимума, постановка и преобразование задач оптимизации, основные соотношения, применение, пример.
13. Принцип максимума Понтрягина, применение, решение примера.
14. Принцип максимума, канонические уравнения, основные соотношения, применение, решение примера.
15. Задача о максимальном быстродействии и принцип максимума для нее, применение, решение примера.
16. Синтез оптимальной по быстродействию системы управления линейным объектом второго порядка.
17. Синтез оптимальных управлений нелинейными объектами с инвариантной нормой.
18. Синтез оптимальных управлений нелинейными объектами одного типа при ограничении управления гиперсферой.
19. Анализ оптимального по быстродействию управления нелинейным объектом произвольного порядка при покомпонентном ограничении управлений.
20. Анализ оптимального по быстродействию управления нелинейным объектом произвольного порядка при ограничении управления гиперсферой.

21. Анализ оптимального по быстродействию управления линейным объектом произвольного порядка.
22. Теорема о числе переключений оптимального по быстродействию управления линейным объектом.
23. Динамическое программирование в задачах оптимизации систем управления, постановка задач, функция и уравнение Беллмана.
24. Принцип оптимальности Беллмана, доказательство, применение, решение примера.
25. Вывод и применение функционально-дифференциального уравнения Беллмана, пример.
26. Синтез оптимальных систем управления методом динамического программирования, пример.

2 семестр

1. Системы управления, оптимальные по расходу энергии, решение примера.
2. Анализ оптимальных по квадратичным критериям систем управления нелинейными объектами произвольного порядка.
3. Анализ оптимальных по расходу рабочего тела управлений нелинейными объектами произвольного порядка.
4. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР), постановка задачи, решение примера.
5. Решение задач АКОР с помощью динамического программирования.
6. Применение принципа максимума для решения задач АКОР.
7. Синтез нестационарных оптимальных регуляторов состояния с помощью принципа максимума.
8. Применение уравнения Беллмана для синтеза нестационарных оптимальных регуляторов состояния.
9. Синтез регуляторов выхода в задачах АКОР.
10. Задачи многокритериальной оптимизации, их типы, решение примера.
11. Принципы построения систем экстремального управления (СЭУ), системы с дифференцированием сигналов и с поисковыми сигналами.
12. Одномерные СЭУ с запоминанием экстремума и дифференциальные СЭУ.
13. Адаптивные системы управления (АДСУ) с эталонными моделями основной системы.
14. Синтез оптимальных эталонных моделей АДСУ.
15. Синтез основного контура по условиям инвариантности.
16. Синтез обобщенного настраиваемого объекта (ОНО).
17. Анализ условий адаптируемости систем.
18. Условия адаптируемости ОНО.
19. Синтез алгоритмов адаптации методом функций Ляпунова.
20. Матричный синтез АДСУ с помощью функций Ляпунова.
21. Синтез систем адаптивной идентификации матриц объектов с помощью функций Ляпунова.
22. Построение с помощью функций Ляпунова систем адаптивной идентификации параметров объектов.
23. Дискретные (шаговые) СЭУ с прогнозированием, увеличение быстродействия.
24. Шаговый поиск экстремума с идентификацией, повышение помехозащищенности.
25. Многомерные СЭУ (МСЭУ); методы определения градиента.
26. Градиентный метод поиска экстремума, устойчивость.
27. Обобщенный градиентный поиск экстремума, устойчивость.
28. Метод наискорейшего спуска, покоординатный метод.

29. Многомерные СЭУ с поисковыми сигналами и синхронным детектированием.
30. Динамика многомерных СЭУ, пример.
31. Исследование динамики одномерных СЭУ, пример.
32. Нелинейное робастное управление, синтез робастных систем.
33. Принципы построения самонастраивающихся систем (СНС); разомкнутые СНС.
34. Замкнутые и комбинированные СНС.
35. СНС со стабилизацией коэффициента демпфирования.
36. Метод двух фильтров в построении СНС.
37. Адаптивные системы управления с обучающейся моделью.
38. Методы скоростного градиента в теории АдСУ.
39. Синтез алгоритмов адаптации методом скоростного градиента.
40. Методы синтеза эталонных моделей АдСУ, модальный метод.
41. Локальные методы построения АдСУ, метод вспомогательного оператора.
42. Синтез алгоритмов адаптации регуляторов методом вспомогательного оператора.
43. Построение АдСАУ с эталонной моделью методом вспомогательного оператора.
44. Синтез адаптивных систем идентификации параметров возмущений.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

При изучении данной дисциплины используются следующее материально-техническое обеспечение:

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельно й работы
1	Ауд. 1312, УЛК-1 (Помещение 1 – учебная аудитория)	Место преподавателя. 36 посадочных мест для обучающихся. Маркерная доска. Мультимедийное оборудование: – ноутбук; – Интерактивная доска СМАРТ	1 - 8	Л, Пз,
2	Ауд. 1314, УЛК-1 (Помещение 2 – учебная лаборатория для проведения лабораторных работ)	Место преподавателя 22 посадочных места для обучающихся. Маркерная доска. Мультимедийное оборудование: – ноутбук; – телевизор – оборудование для проведения лабораторных работ.	2 - 8	Пз, Лр