

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Глазовский инженерно-экономический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ГИЭИ

М.А. Бабушкин

1.06 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине: ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Для направления подготовки: 15.03.05 – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
по профилю: технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
Форма обучения: заочная

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		8		
Контактная работа (всего)	54	54		
В том числе:				
Лекции	30	30		
Практические занятия	16	16		
Семинары				
Лабораторные работы	8	8		
Самостоятельная работа (всего)	52	52		
В том числе:				
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат				
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет		
Общая трудоемкость	час.	108	108	
	з.е.	3	3	

Глазов 2018

Кафедра «Автоматизированные системы управления».

Составитель Горбушин Алексей Геннадьевич, к.п.н., доцент

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки «15.03.05 – конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и утверждена на заседании кафедры

Протокол от 17.05.2018 г. № 5

Заведующий кафедрой  / В.В.Беляев

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии
Глазовского инженерно-экономического института (филиала)
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»

 Беляев В.В.

_____ 2018 г.

Аннотация к дисциплине

Название модуля		Теория автоматического управления					
Номер	Б1.В.16	Академический год		2018/2019	семестр	6	
Кафедра	86 АСУ	Программа	151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств				
Гарант модуля		Горбушин Алексей Геннадьевич, канд.пед.наук, доцент					
Цели и задачи дисциплины, основные темы		<p>Целью изучения дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний автоматического управления при выполнении проектно-конструкторских работ и в процессе освоения других общеинженерных и специальных дисциплин.</p> <p>Задачами изучения дисциплины являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомление со средствами и методами обработки информации при использовании работ по диагностике состояния объекта; - изучение методов и алгоритмов автоматического управления в системе машиностроительного производства; - освоение теории автоматического управления в целях практического использования при поиске технических решений при эксплуатационной деятельности; - приобретение навыков работы с автоматическими устройствами и умения их использовать для решения различных инженерных задач оснащения технологических процессов. 					
Основная литература		<ul style="list-style-type: none"> – Мирошник И.В. Теория систем автоматического управления. Издательство: Питер, 2016 – Поляков К. Ю. Теория систем автоматического управления. Издательство: СПб, 2018 – Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; пер. с англ. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с. – Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления: учеб. для студентов вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2012. – 301 с. 					
Технические средства		Проекционная аппаратура для презентации лекции. Лабораторные работы проводятся в лабораториях "Информатики" и "Автоматизированных систем управления", оснащенных ПК типа IBM с процессорами Pentium и выше.					
Компетенции		Приобретаются студентами при освоении модуля					
Общекультурные		ПК-12 - способностью выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа					
Профессиональные		ПК-16 - способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации					
Зачетных единиц	3	Форма проведения занятий		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа
		Всего часов		30	16	8	52
Виды контроля	Диф.зач /зач/экз	КП/КР	Условие зачета модуля	Получение оценки «зачтено»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к Лек, ПЗ, ЛР, зач., экз.	
формы	Зачет	нет	Условие экзамена модуля				
Перечень модулей, знание которых необходимо для изучения модуля					Информатика, математика, физика		

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний автоматического управления при выполнении проектно-конструкторских работ и в процессе освоения других общеинженерных и специальных дисциплин.

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление со средствами и методами обработки информации при использовании работ по диагностике состояния объекта;
- изучение методов и алгоритмов автоматического управления в системе машиностроительного производства;
- освоение теории автоматического управления в целях практического использования при поиске технических решений при эксплуатационной деятельности;
- приобретение навыков работы с автоматическими устройствами и умения их использовать для решения различных инженерных задач оснащения технологических процессов.

2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина относится к вариативной части естественнонаучного цикла ООП. Освоение курса данной дисциплины базируется на дисциплинах естественнонаучного профиля, изученных в среднем учебном заведении, таких как математика. Кроме того, освоение дисциплины связано с параллельно изучаемыми дисциплинами, такими как физика и технология машиностроения. Для успешного освоения дисциплины студент должен:

- знать базовый курс математических дисциплин;
- уметь работать с файлами в определённой системе Windows.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

ПК-12 - способностью выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа

ПК-16 - способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: принципы автоматического управления, основные характеристики, методы анализа оптимальных систем;

уметь: выполнять работы по настройке и обслуживанию систем машиностроительных производств;

владеть: методами измерения эксплуатационных характеристик;

приобрести опыт: по обслуживанию средств машиностроительного производства.

4 Содержание и структура дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

Описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные понятия теории управления	Классификация систем управления (СУ); поведение объектов и СУ; информация и принципы управления; примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами; задачи теории управления.	Опрос, ЛР
2	Линейные непрерывные модели	Модели вход-выход: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики; модели вход-состояние-выход; преобразования форм представления моделей.	Опрос, ЛР
3	Анализ основных свойств линейных СУ	Устойчивости, инвариантности, чувствительности, управляемости и наблюдаемости; качество переходных процессов в линейных СУ; задачи и методы синтеза линейных СУ; линейные дискретные модели СУ: основные понятия об импульсных СУ, классификация дискретных СУ; анализ и синтез дискретных СУ.	Опрос, ЛР, ПР
4	Нелинейные модели СУ	Нелинейные модели СУ; анализ равновесных режимов; методы линеаризации нелинейных моделей; анализ поведения СУ на фазовой плоскости; устойчивость положений равновесия: первый и второй методы Ляпунова, частотный метод исследования абсолютной устойчивости; исследование периодических режимов методом гармонического баланса;	Опрос, ЛР, ПР
5	Линейные стохастические модели СУ:	Модели и характеристики случайных сигналов; прохождение случайных сигналов через линейные звенья; анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.	Опрос, ЛР, ПР
6	Оптимальные системы управления:	Задачи оптимального управления, критерии оптимальности; методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование; СУ оптимальные по быстродействию, оптимальные по расходу ресурсов и расходу энергии;	Опрос, ЛР, ПР

		аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; робастные системы и адаптивное управление.	
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------	--

4.2 Структура дисциплины

В соответствии с целями и задачами в структуре курса выделяются шесть тесно связанных друг с другом модуля, приведённых ниже на рисунке.

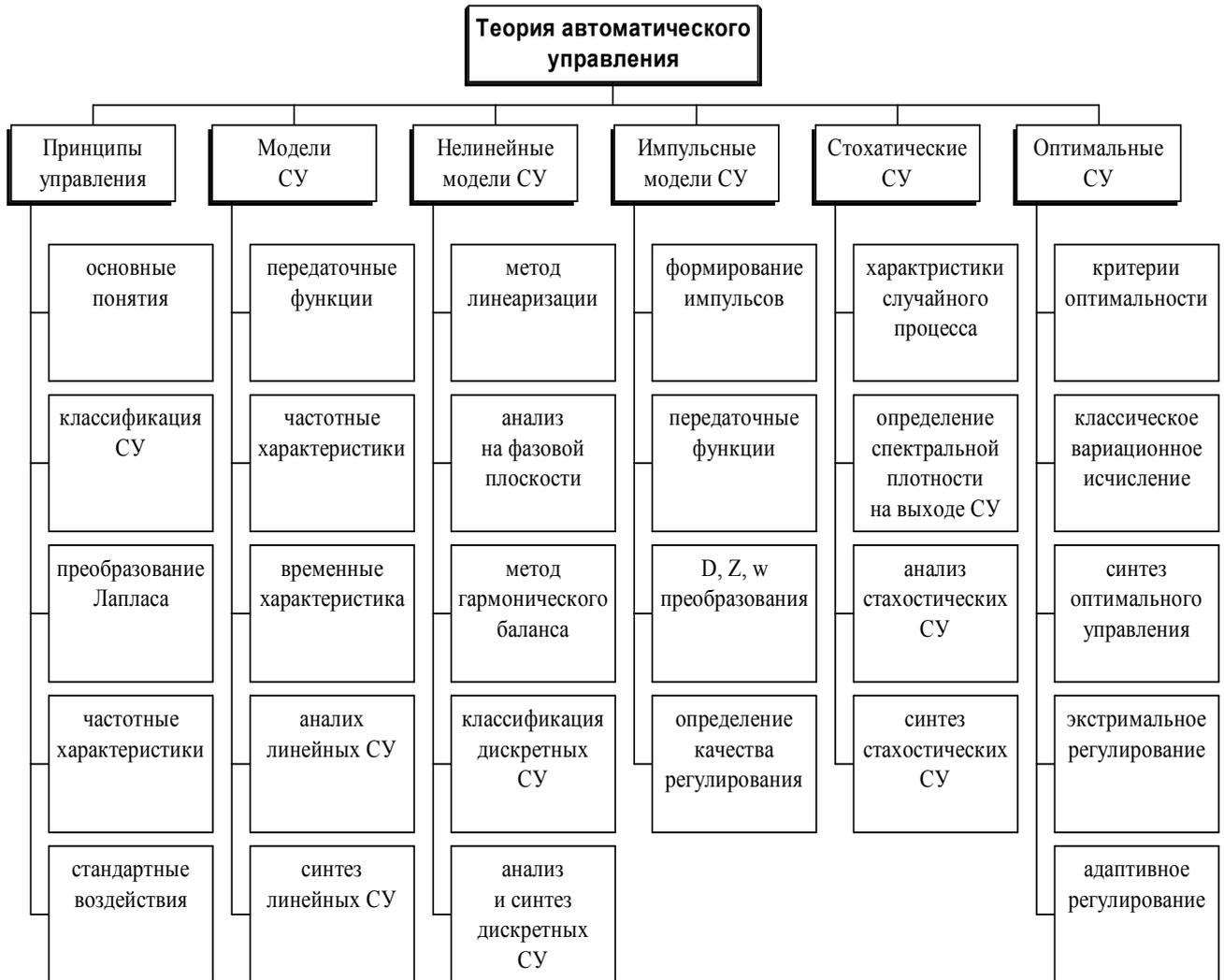


Рисунок – Структура курса

4.3 Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Распределение трудоемкости в часах по всем видам аудиторной и самостоятельной работы студента по семестрам представлено в таблицах 2, 3, 4

Таблица 3 - Разделы дисциплин

№ раздела	Наименование разделов и их содержание	Количество часов				
		Всего	Аудиторная Работа			Вне-ауд. работа СР
			Л	ЛР	ПР	
1	Основные понятия теории управления; принципы управления	15	2	1	4	8
2	Характеристики линейных непрерывных моделей. Модели вход – выход линейных систем	15	2	1	4	8
3	Анализ устойчивости линейных СУ. Качество переходных процессов. Методы синтеза линейных СУ	15	2	1	4	8
4	Нелинейные модели СУ. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости	19	4	1	6	8
5	Линейные дискретные модели СУ. Анализ и синтез дискретных СУ	15	2	1	4	8
6	Линейные стохастические модели СУ	14	2	1	4	7
7	Оптимальные СУ	16	2	2	4	5
Всего:		108	16	8	30	52

Практические работы

№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	Получение частотных характеристик	6
2	Определение устойчивости	6
3	Построение фазовой траектории	6
4	Методы синтеза СУ	6
5	Анализ оптимальных СУ	6
Итого		30

4.4 Лабораторные работы

Лабораторные работы представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Лабораторные работы

№ ЛР	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	Получение частотных характеристик	1
2	Определение устойчивости	1
3	Построение фазовой траектории	2
4	Методы синтеза СУ	2
5	Анализ оптимальных СУ	2
Итого		8

4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Разделы дисциплины, которые студент должен изучить самостоятельно представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	Классификация САУ	10
2	Модели вход-выход	12
3	Устойчивость нелинейных систем	13
4	Классификация релейных элементов	8
6	Алгоритмы поиска оптимального управления	9
Итого:		52

5 Образовательные технологии

5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях (таблица 6)

Таблица 6 - Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	ЛР	Технология проблемного обучения	2
6	ПР	Технология развития критического мышления	4
		Работа в группах	5
Итого:			11

6 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1 Образцы тестов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося

Тест 1 Управление, это:

- а) обеспечение направления режима работы заданного процесса;
- б) руководство деятельностью для анализа заданного процесса;
- в) совокупность действий, обеспечивающих стабилизацию режима работы;
- г) целенаправленное действие для приведения данного процесса к желаемым результатам

Тест 2 Главное в процессе управления:

- а) определить соответствующий алгоритм управления;
- б) обеспечение требуемых значений параметров;
- в) введение объективных методов контроля и обеспечение безаварийной работы системы;
- г) правильное определение человеком цели управления;
- д) использование устройств для сложного математического анализа протекающего процесса;

е) обеспечение объективной корректировки (изменение параметров работы) в зависимости от изменения условий работы.

Тест 3 Объект управления - это:

- а) техническое устройство, в котором данный параметр может изменяться;
- б) любое устройство, в котором при изменении данного параметра режим работы должен сохраняться;
- в) часть реальности, выделенная субъектом в соответствии с поставленной целью управления ;
- г) сам человек, который поставил перед собой определённую цель.

Тест 4 Субъект управления – это:

- а) задающее устройство, позволяющее устанавливать предписанное значение управляемой величине;
- б) задающее устройство совместно с корректирующими устройствами, которые обеспечивают заданные динамические характеристики управляемой величины;
- в) задающее устройство совместно с преобразующим устройством, которые обеспечивают заданные статические характеристики управляемой величины;
- г) человек, который поставил цель управления.

Тест 5 Средства управления – это:

- а) энергия и материальные ресурсы, которые воздействуют на объект управления для достижения поставленной цели;
- б) интеллектуальные и информационные ресурсы для достижения поставленной цели;
- в) совокупность различных ресурсов, действующих на заданное техническое устройство;
- г) система разнообразного вида воздействий на выделенное устройство.

Тест 6 Система – это:

- а) некоторый порядок в расположении чего-либо;
- б) совокупность различных организаций;
- в) разнообразные технические устройства;
- г) то, что стало необходимым для решения поставленной задачи;
- д) замкнутое множество определённых типов элементов, выделенных по согласованию или квалифицированных операций, процессов;
- е) множество определённых типов отношений, действий, операций, процессов.

Тест 7 Целенаправленная система – это такая система:

- а) которую можно разложить на подсистемы и выявить внутренние взаимоотношения;
- б) в которой можно выявить влияние внешних воздействий на изменение состояния системы;
- в) в которой можно выявить противоречия между компонентами системы;
- г) которая служит для достижения вполне определённой цели.

Тест 8 Создание и функционирование целенаправленных систем основывается:

- а) на практической возможности достижения цели;
- б) на разрешении противоречий между компонентами системы и внешними условиями при достижении поставленной цели;
- в) на выявлении упорядоченного соотношения между компонентами системы;
- г) на выявлении внутренней организации её компонентов.

Тест 9 Системный подход позволяет анализировать явления:

- а) с помощью проектов, чертежей, графиков
- б) с помощью рассуждения, воображения, умозрительных заключений
- в) с помощью умоисступления;
- г) с помощью умствования при рассмотрении исследуемого явления.

Тест 10 Система управления должна удовлетворять следующим требованиям:

- а) иметь жёсткий алгоритм управления и состоять только из исполнительных блоков;
- б) иметь централизованное управление, когда все команды на управление идут только с центрального пункта управления;
- в) иметь достаточную обоснованность в принимаемом решении
- г) обеспечить оперативность (своевременность) и охватит всех подсистем в процессе управления

6.2 Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине

Раздел 1. Математическое описание линейных САУ

Преобразование Лапласа. Определение, преимущество расчета. Нулевые и ненулевые начальные условия. Передаточная функция.

Стандартные воздействия на САУ. Определение, виды воздействий. Переходные процессы. Преимущество и недостаток анализа САУ при каждом воздействии.

Реакция САУ на гармоническое воздействие. Частотная передаточная функция (ЧПФ). Получение ЧПФ по передаточной функции.

Классификация САУ по алгоритму управления. Преимущество и недостаток каждого алгоритма управления.

Классификация САУ по назначению, по статической ошибке регулирования, по дополнительной энергии исполнительного устройства, по закону управления. Примеры.

Раздел 2. Типовые звенья

Понятие простейшего звена САУ. Динамическая и статическая характеристики. Типовые и не типовые звенья. Получение ЧПФ апериодического звена.

Апериодическое звено. Определение. Примеры. Получение АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, графики.

Интегрирующее звено. Определение. Примеры. Получение АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, графики.

Дифференцирующее звено. Определение. Примеры. Получение АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, графики.

Колебательное звено. Определение. Примеры. Физическая природа колебательности. Резонансная частота. Графики, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ.

Раздел 3. Устойчивость САУ

Устойчивость САУ. Математическая формулировка устойчивости по Ляпунову. Для каких САУ эта формулировка не применима. Составление определителя Гурвица 6-го порядка.

Устойчивость САУ. Критерий Найквиста. Физическая и математическая формулировка устойчивости по Найквисту. Определение предельного коэффициента усиления.

Устойчивость САУ. Определение устойчивости по критерию Михайлова.

Получение уравнения для построения кривой Михайлова. Следствия из критерия Михайлова. Н.Устойчивость САУ. Запас устойчивости по амплитуде и частоте для замкнутых САУ. Определение запаса устойчивости по ЛАЧХ. Отличие параметрически неустойчивой САУ от структурно неустойчивой САУ.

Раздел 4 Качество процесса регулирования

Качество процесса регулирования. Прямые показатели качества и их определение. Связь статической ошибки с коэффициентом усиления САУ. Отличие статической и астатической САУ.

Косвенные показатели качества регулирования. Показатели качества по корневому методу. Определение ориентировочного значения время регулирования и перерегулирования. Косвенные показатели качества регулирования. Показатели качества по амплитудно-частотной характеристике. Определение ориентировочного значения время регулирования и перерегулирования.

Косвенные показатели качества регулирования. Показатели качества по вещественной части частотной характеристики. Определение ориентировочного значения время регулирования и перерегулирования.

Косвенные показатели качества регулирования. Анализ АСУ по интегральному квадратичному критерию качества (ИКК). Физическая интерпретация этого критерия. Способы вычисления при входном сигнале $U(t)=I(t)$. Отличие улучшенного интегрального критерия от ИКК.

Раздел 5. Нелинейные САУ

Нелинейные САУ. Виды нелинейности. Особенности гистерезисной и линейной характеристики звена. Задачи исследования нелинейных САУ.

Нелинейные САУ. Метод анализа по фазовому пространству. Способы получения уравнения фазовой траектории.

Нелинейные САУ. Особые точки фазовой траектории. Виды устойчивости при фазовом портрете «центр», «фокус», «седло». Отличие фазового портрета линейной и релейной САУ.

Нелинейные САУ. Виды статических характеристик реле. Как определяются при использовании метода гармонической линеаризации коэффициенты K_0 и $K(A/a)$.

Нелинейные САУ. Получение модернизированного условия устойчивости Найквиста для релейных систем. Определение зоны отсутствия автоколебаний, зоны неустойчивого автоколебательного режима работы и зоны устойчивого автоколебательного режима работы.

Раздел 6. Импульсные САУ

Импульсные САУ. Преимущества и недостатки. Способы модуляции сигнала. Определение коэффициента скважности импульса. Определение ПФ при $u \ll 1$.

Импульсные САУ. Выделение в импульсной системе ПИМ и ФИМ. Передаточная функция при АИМ. Относительный масштаб времени. Определение ПФ при Z.

Импульсные САУ. Решетчатая функция. Разностное уравнение n-го порядка. Дискретное преобразование Лапласа. Импульсная передаточная функция системы через Z-преобразования.

Раздел 7. Оптимальные САУ.

Задачи об оптимальном быстродействии и методы их решения. Определение момента переключения для достижения оптимального быстродействия. Теорема об n-интегралах. Целевая функция оптимального автоматического управления и методы её оптимизации. Понятие оптимальных систем управления техническими объектами. Адаптивные системы. Особенности самонастраивающихся, саморегулирующихся САУ. Функциональные схемы адаптивных САУ.

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

- Мирошник И.В. Теория систем автоматического управления. Издательство: Питер, 2016
- Поляков К. Ю. Теория систем автоматического управления. Издательство: СПб, 2018
- Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; пер. с англ. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
- Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления: учеб. для студентов вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2012. – 301 с.
- Атаманчук, Г. В. Теория государственного управления: курс лекций / Г. В. Атаманчук. - М. : Омега-Л, 2004. - 584 с.
- Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Профессия, 2007. - 752 с.
- Евсюков В.Н. Основы теории автоматического управления: линейные системы: учебное пособие для студентов вузов/В.Н. Евсюков. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2006. - 561 с.

7.2 Дополнительная литература

- Драчёв, О. И. Основы расчёта и проектирования систем автоматического управления в машиностроении /О.И. Драчёв, Д.А. Расторгуев, А.А. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. - М.: ТНТ, 2009.
- Кузьмин, А.В. Теория систем автоматического управления / А.В. Кузьмин, А.Г. Схиртладзе. - М.: ТНТ, 2009.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для получения необходимой информации и самостоятельной работы студентов используются web-ресурсы Интернет и локальная библиотека электронных материалов.

Лист утверждения рабочей программы дисциплины
на учебный год

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

<i>Учебный год</i>	<i>«СОГЛАСОВАНО»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)</i>
2018- 2019	
2019- 2020	
2020- 2021	
2021 – 2022	
2022 - 2023	
2023 - 2024	
2024- 2025	