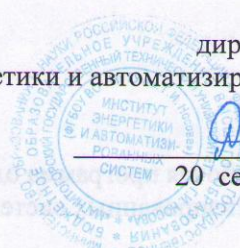


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

УТВЕРЖДАЮ:
директор института
Энергетики и автоматизированных систем


С.И. Лукьянов
20 сентября__2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль/ специализация) программы
«Промышленная электроника»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра электроники и микроэлектроники
Курс - 4

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.015 г. N 218.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроники и микроэлектроники" 07 сентября 2017 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 20 сентября 2017 г. (протокол № 1).

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа разработана: **Пишнограевым Р.С.**, кандидатом технических наук, доцентом кафедры ЭиМЭ




_____ Р.С. Пишнограев

Рецензент:

Начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КОНСОМ ГРУПП», канд. техн. наук

_____ / А.Н. Панов /

Лист регистрации изменений и дополнения

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2018 г. протокол №1	
2.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	05.09.2019 г. протокол №1	
3.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.2020 г. протокол №1	

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является освоение основ теории автоматического управления как теоретической и фундаментальной базы для построения современных систем автоматического управления и электронных схем управления в различных областях техники и управления, а также обучение выбору и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок систем автоматического управления.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к профессиональному циклу образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника» и преподается на третьем курсе обучения в течение 6-го семестра. Изучение «Теории автоматического управления» базируется на дисциплинах естественнонаучных дисциплин, дисциплинах общепрофессиональной подготовки: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Информатика» в объёме учебной программы бакалавров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника».

Знания, полученные в данной дисциплине, необходимы при изучении последующих дисциплин: «Автоматизированный электропривод», «Системы сбора, обработки и передачи информации», «АСУ технологическими объектами». Приобретённые навыки и знания могут быть полезны при дальнейшем обучении по программе магистров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В ходе изучения дисциплины «Теория автоматического управления» у студента формируются и развиваются следующие компетенции:

ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

В результате освоения дисциплины «Планирование эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.			
Знать	- основные характеристики типовых линейных передаточных звеньев; - виды типовых воздействий и реакций системы автоматического управления (САУ) на них; - способы соединения звеньев и расчёта эквивалентных передаточных функций САУ; - способы реализации типовых передаточных функций на элек-	- пороговый уровень; - качественные характеристики САУ и способы их определения; - цели и методы проверки САУ на устойчивость;	- сведения, включённые в средний уровень; - методы корректировки САУ; - методы синтеза регуляторов;

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
	тронной компонентной базе.		
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - выполнять эквивалентные преобразования структурных схем САУ; - использовать специализированное программное обеспечение для построения моделей САУ и получения их характеристик. 	<ul style="list-style-type: none"> - пороговый уровень; - составлять модели устройств и процессов, выполнять их анализ с использованием специализированных программных продуктов; - формировать отчёты о результатах моделирования и анализа. 	<ul style="list-style-type: none"> - средний уровень; - выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами; - выполнять синтез регуляторов в аналоговом и цифровом (программном) виде.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы со специализированными программными продуктами. 	<ul style="list-style-type: none"> - пороговый уровень; - терминологией теории автоматического управления; - навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения.

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 академических часа, в том числе:

- контактная работа – 8 академических часов;
- аудиторная – 8 академических часов;
 - лекций – 4 академических часов;
 - практических – 4 академических часов;
- внеаудиторная – 136 академических часов;
 - самостоятельная работа – 124,4 академических часов.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	практич. занятия	лаборат. занятия				
Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления	4							
Тема 1. Цели и задачи дисциплины «Теория автоматического управления». Краткие исторические сведения об автоматах, регуляторах и развитии теории управления. Основные термины, понятия и определения. Типы объектов управления и задачи управления.		0,25	0,25		9	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ПК-2 – з
Тема 2. Классификация САУ. Математическое описание линейных систем автоматического управления (САУ). Преобразование Лапласа. По-		0,25	0,25		9	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	практич. занятия	лаборат. занятия				
нятие передаточной функции, входного полинома, собственного полинома, характеристического уравнения.								
Итого по разделу		0,5	0,5		18			
Раздел 2. Математическое описание линейных САУ	4							
Тема 3. Формы записи дифференциальных уравнений САУ и звеньев. Линеаризация САУ. Принцип суперпозиции.		0,25	0,25		8,4	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ПК-2 – зув
Тема 4. Принципы разомкнутого управления, управления по возмущению, управления по отклонению, комбинированного управления.		0,25	0,25		9	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ПК-2 – зув
Тема 5. Типовые воздействия в ТАУ и их математическое описание. Импульсная, весовая, и переходная функции. Понятие минимально-фазовых звеньев. Типовые динамические звенья и их операторные, временные и частотные характеристики.		0,5	0,5		10			ПК-2 – зув
Тема 6. Функциональные устройства (сумматоры, логарифмические, экспоненциальные, ограничители и т.п.)		0,5	0,5		10			ПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	практич. занятия	лаборат. занятия				
Итого по разделу		1,5	1,5		37,4	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ПК-2 – зув
Раздел 3. Устойчивость САУ	4					Чтение литературы, подготовка к занятиям		
Тема 7. Понятие устойчивости САУ. Условия устойчивости САУ, виды устойчивых и неустойчивых САУ. Корневой метод определения устойчивости САУ. Алгебраические критерии устойчивости САУ.		0,5	0,5		10			
Тема 8. Частотные критерии устойчивости САУ. Метод D-разбиения по одному и двум параметрам.		0,5	0,5		10	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ПК-2 – зув
Итого по разделу					20	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ПК-2 – зув
Раздел 4. Качество САУ		1	1					
Тема 9. Качество регулирования и его оценка. Основные показатели качества систем регулирования в статических и динамических режимах. Влияние параметров САУ на её качественные показатели. Определение качественных показателей САУ по переходной функции.		0,5	0,5		10			

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	практич. занятия	лаборат. занятия				
Тема 10. Определение качественных показателей САУ по АЧХ, по корням и полюсам передаточной функции. Астатизм САУ, коэффициенты ошибок, метод трапеций для примерного построения переходной функции САУ.		0,5	0,5		10	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ПК-2 – зув
Итого по разделу		1	1		20	Чтение литературы, подготовка к занятиям		
						Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	
Выполнение расчётно-графической работы	4				20			
7. Итоговый контроль	4				9	Подготовка к итоговому контролю		
Итого за семестр		4	4		124,4			
Итого по дисциплине		4	4		124,4			

5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Теория автоматического» применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Также практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров по материалам лекционных занятий). На практических занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений студентами. Защита результатов практических заданий проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем по дисциплине, подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации, выполнения расчётно-графической работы

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование) и практические задания, выполняемые с применением персонального компьютера, защита полученных результатов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Раздел (тема дисциплины)	Вид самостоятельной работы (№ темы)	Кол-во часов	Формы контроля
1. <i>Введение в теорию автоматического управления</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала;	18	Устный опрос (собеседование).
2. <i>Математическое описание линейных САУ</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала; - подготовка к выполнению практических заданий; - подготовка к выполнению заданий промежуточного контроля	37,4	Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собеседование), Промежуточный контроль.
3. <i>Устойчивость САУ</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала; - подготовка к выполнению практических заданий;	20	Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собеседование).
4. <i>Качество САУ</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала;	20	Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собесе-

	- подготовка к выполнению практических заданий;		дование).
<i>5. Итоговый контроль (РГР)</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала; - выполнение задания расчётно-графической работы, подготовка к защите	20	Выполнение заданий расчётно-графической работы, защита РГР
<i>6. Итоговый контроль (зачёт)</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала;	9	Выполнение заданий итогового контроля

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные характеристики типовых линейных передаточных звеньев; - виды типовых воздействий и реакций системы автоматического управления (САУ) на них; - способы соединения звеньев и расчёта эквивалентных передаточных функций САУ; - способы реализации типовых передаточных функций на электронной компонентной базе; - пороговый уровень; - качественные характеристики САУ и способы их определения; - цели и методы проверки САУ на устойчивость; - сведения, включённые в средний уровень; - методы корректировки САУ; - методы синтеза регуляторов; 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое объект управления? 2. Что такое система управления? 3. Что такое автоматизация? 4. Что такое система автоматического управления? 5. Что такое процесс управления? 6. Что такое звено САУ? Какими свойствами оно обладает? 7. Укажите особенности физических и математических моделей САУ? 8. В чем состоит отличие статической характеристики объекта от динамической? 9. Какого типа воздействия оказывают на объект управления внешняя среда и управляющий орган? 10. В чем состоит отличие непрерывных и дискретных САУ? 11. Перечислите основные принципы управления. 12. В чем состоит принцип управления по заданному воздействию? Укажите его преимущества и недостатки. 13. В чем состоит принцип управления по возмущению? Укажите его преимущества и недостатки. 14. В чем состоит принцип управления по отклонению? Укажите его преимущества и недостатки. 15. В чем состоит принцип комбинированного управления? Укажите его преимущества и недостатки. 16. В чем сущность понятия обратная связь? Каково ее назначение в САУ? 17. В чем состоит отличие замкнутой и разомкнутой САУ? 18. В чем состоит отличие оптимального и адаптивного видов управления? 19. Что такое передаточная функция системы (звена)? 20. Какие частотные характеристики применяются при анализе САУ? 21. Что такое переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства? 22. Что такое импульсная переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства? 23. Что такое пропорциональное звено? Каковы его характеристики? 24. Что такое интегрирующее звено? Каковы его характеристики? 25. Что такое идеальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
		<p>26. Что такое апериодическое (инерционное) звено первого порядка? Каковы его характеристики?</p> <p>27. Что такое колебательное звено? Каковы его характеристики?</p> <p>28. Что такое форсирующее звено? Каковы его характеристики?</p> <p>29. Что такое апериодическое звено второго порядка? Каковы его характеристики?</p> <p>30. Что такое реальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?</p> <p>31. Каковы свойства минимально-фазовых звеньев?</p> <p>32. Что такое запаздывающее звено? Каковы его характеристики?</p> <p>33. Каковы свойства последовательного соединения звеньев САУ?</p> <p>34. Каковы свойства параллельного соединения звеньев САУ?</p> <p>35. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной отрицательной связью?</p> <p>36. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной положительной связью?</p> <p>37. В чем состоит отличие статической системы от астатической? Что такое статизм системы?</p> <p>38. В чем состоит физический смысл понятия устойчивости САУ?</p> <p>39. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Гурвица?</p> <p>40. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Рауса?</p> <p>41. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием частотного критерия Найквиста?</p> <p>42. В чем заключается методика анализа устойчивости САУ по логарифмическим частотным характеристикам?</p> <p>43. В чем состоят особенности алгебраических и частотных критериев устойчивости?</p> <p>44. Каковы основные качественные показатели переходного процесса в САУ?</p> <p>45. Какие методы применяются для определения показателей качества переходного процесса в САУ?</p>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - выполнять эквивалентные преобразования структурных схем САУ; - использовать специализированное программное обеспечение для по- 	<p>1 Задания для выполнения РГР:</p> <p>1. Полагая $W_p(p) = 1$ и $W_{oc}(p) = 0$, привести в общем виде:</p> <p style="padding-left: 40px;">$W_{PA3}(p)$ – передаточную функцию объекта управления по управляющему воздействию x;</p> <p style="padding-left: 40px;">$W_f(p)$ – передаточную функцию объекта управления по возмущающему воздействию f.</p>

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций																							
	Планируемый результат	Оценочные средства																						
	<p>строения моделей САУ и получения их характеристик;</p> <ul style="list-style-type: none"> - пороговый уровень; - составлять модели устройств и процессов, выполнять их анализ с использованием специализированных программных продуктах; - формировать отчёты о результатах моделирования и анализа; - средний уровень; - выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами; - выполнять синтез регуляторов в аналоговом и цифровом (программном) виде. 	<p>Все преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке.</p> <p>2. При известных типах и параметрах $W_1(p)..W_4(p)$ определить характер устойчивости объекта по управляющему воздействию с помощью любого алгебраического критерия.</p> <p>3. При $W_{oc}(p) = 1$ выполнить синтез регулятора $W_p(p)$ для обеспечения астатизма системы первого порядка и запаса устойчивости системы управления, не менее $\varphi_3 = 30^\circ$.</p> <p>4. Проверить устойчивость полученной системы управления (с учётом регулятора) любым графическим критерием. Показать на графиках запас устойчивости по амплитуде K_3 и фазе φ_3.</p> <p>4. Определить $W_e(p)$ – передаточную функцию объекта управления и регулятора по ошибке регулирования в общем виде. Все необходимые преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке. При известных типах и параметрах $W_1(p)..W_4(p)$ и $W_p(p)$ определить коэффициент ошибки и показать степень астатизма системы.</p> <p>Рисунок 1 – Вариант 1 структурной схемы системы управления.</p> <p>Таблица 1 – Параметры передаточных функций объекта управления</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>Вар. пар.</th> <th>$W_1(p)$</th> <th>$W_2(p)$</th> <th>$W_3(p)$</th> <th>$W_4(p)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td></td> <td>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$</td> <td>K_3</td> <td>K_4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$K_1 = 160$ $\tau_1 = 0,00025$</td> <td>$K_2 = 2$ $\tau_2 = 0,0008$</td> <td>$K_3 = 0,1$</td> <td>$K_4 = 0,075$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$K_1 = 24,5$ $\tau_1 = 0,02$</td> <td>$K_2 = 5$ $\tau_2 = 0,0025$</td> <td>$K_3 = 0,1$</td> <td>$K_4 = 0,05918$</td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$	1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	K_3	K_4		$K_1 = 160$ $\tau_1 = 0,00025$	$K_2 = 2$ $\tau_2 = 0,0008$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,075$		$K_1 = 24,5$ $\tau_1 = 0,02$	$K_2 = 5$ $\tau_2 = 0,0025$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,05918$
Вариант	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$																			
1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	K_3	K_4																			
		$K_1 = 160$ $\tau_1 = 0,00025$	$K_2 = 2$ $\tau_2 = 0,0008$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,075$																			
		$K_1 = 24,5$ $\tau_1 = 0,02$	$K_2 = 5$ $\tau_2 = 0,0025$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,05918$																			

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций						
	Планируемый результат	Оценочные средства					
2				$K_1 = 3,9$ $\tau_1 = 0,0064$	$K_2 = 7,5$ $\tau_2 = 0,0025$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,02564$
			$K_1 = 125$ $\tau_1 = 0,0002$	$K_2 = 4$ $\tau_2 = 0,004$	$K_3 = 0,2$	$K_4 = 0,048$	
			$K_1 = 16$ $\tau_1 = 0,002$	$K_2 = 4,5$ $\tau_2 = 0,005$	$K_3 = 0,2$	$K_4 = 0,02083$	
		Вар. пар.		$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$
				$\frac{K_1}{p}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	K_3	K_4
			$K_1 = 100$	$K_2 = 1,5$ $\tau_2 = 0,0001$	$K_3 = 0,66$	$K_4 = 0,01$	
			$K_1 = 100$	$K_2 = 5$ $\tau_2 = 0,00005$	$K_3 = 0,1975$	$K_4 = 0,02$	
			$K_1 = 36,4$	$K_2 = 9$ $\tau_2 = 0,0025$	$K_3 = 0,1$	$K_4 = 0,05$	
			$K_1 = 200$	$K_2 = 4,8$ $\tau_2 = 0,00001$	$K_3 = 0,2$	$K_4 = 0,15$	
			$K_1 = 50$	$K_2 = 3$ $\tau_2 = 0,00005$	$K_3 = 0,33$	$K_4 = 0,01$	

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций																																																																								
	Планируемый результат	Оценочные средства																																																																							
		<p>Рисунок 2 – Вариант 2 структурной схемы системы управления.</p> <p>Таблица 2 – Параметры передаточных функций объекта управления</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вар.</th> <th>Вар. пар.</th> <th>$W_1(p)$</th> <th>$W_2(p)$</th> <th>$W_3(p)$</th> <th>$W_4(p)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">1</td> <td></td> <td>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$</td> <td>K_3</td> <td>K_4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$K_1 = 2$ $\tau_1 = 0,0008$</td> <td>$K_2 = 160$ $\tau_2 = 0,00025$</td> <td>$K_3 = 0,075$</td> <td>$K_4 = 0,1$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,0025$</td> <td>$K_2 = 24,5$ $\tau_2 = 0,02$</td> <td>$K_3 = 0,05918$</td> <td>$K_4 = 0,1$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$K_1 = 7,5$ $\tau_1 = 0,0025$</td> <td>$K_2 = 3,9$ $\tau_2 = 0,0064$</td> <td>$K_3 = 0,02564$</td> <td>$K_4 = 0,1$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$K_1 = 4$ $\tau_1 = 0,004$</td> <td>$K_2 = 125$ $\tau_2 = 0,0002$</td> <td>$K_3 = 0,048$</td> <td>$K_4 = 0,2$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$K_1 = 4,5$ $\tau_1 = 0,005$</td> <td>$K_2 = 16$ $\tau_2 = 0,002$</td> <td>$K_3 = 0,02083$</td> <td>$K_4 = 0,2$</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">2</td> <td></td> <td>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_2}{p}$</td> <td>K_3</td> <td>K_4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$K_1 = 1,5$ $\tau_1 = 0,0001$</td> <td>$K_2 = 100$</td> <td>$K_3 = 0,01$</td> <td>$K_4 = 0,66$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,00005$</td> <td>$K_2 = 100$</td> <td>$K_3 = 0,02$</td> <td>$K_4 = 0,1975$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,0025$</td> <td>$K_2 = 36,4$</td> <td>$K_3 = 0,05$</td> <td>$K_4 = 0,1$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$K_1 = 4,8$ $\tau_1 = 0,00001$</td> <td>$K_2 = 200$</td> <td>$K_3 = 0,15$</td> <td>$K_4 = 0,2$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,00005$</td> <td>$K_2 = 50$</td> <td>$K_3 = 0,01$</td> <td>$K_4 = 0,33$</td> </tr> </tbody> </table>				Вар.	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$	1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	K_3	K_4	1	$K_1 = 2$ $\tau_1 = 0,0008$	$K_2 = 160$ $\tau_2 = 0,00025$	$K_3 = 0,075$	$K_4 = 0,1$	2	$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 24,5$ $\tau_2 = 0,02$	$K_3 = 0,05918$	$K_4 = 0,1$	3	$K_1 = 7,5$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 3,9$ $\tau_2 = 0,0064$	$K_3 = 0,02564$	$K_4 = 0,1$	4	$K_1 = 4$ $\tau_1 = 0,004$	$K_2 = 125$ $\tau_2 = 0,0002$	$K_3 = 0,048$	$K_4 = 0,2$	5	$K_1 = 4,5$ $\tau_1 = 0,005$	$K_2 = 16$ $\tau_2 = 0,002$	$K_3 = 0,02083$	$K_4 = 0,2$	2		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{p}$	K_3	K_4	1	$K_1 = 1,5$ $\tau_1 = 0,0001$	$K_2 = 100$	$K_3 = 0,01$	$K_4 = 0,66$	2	$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,00005$	$K_2 = 100$	$K_3 = 0,02$	$K_4 = 0,1975$	3	$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 36,4$	$K_3 = 0,05$	$K_4 = 0,1$	4	$K_1 = 4,8$ $\tau_1 = 0,00001$	$K_2 = 200$	$K_3 = 0,15$	$K_4 = 0,2$	5	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,00005$	$K_2 = 50$	$K_3 = 0,01$	$K_4 = 0,33$
Вар.	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$																																																																				
1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	K_3	K_4																																																																				
	1	$K_1 = 2$ $\tau_1 = 0,0008$	$K_2 = 160$ $\tau_2 = 0,00025$	$K_3 = 0,075$	$K_4 = 0,1$																																																																				
	2	$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 24,5$ $\tau_2 = 0,02$	$K_3 = 0,05918$	$K_4 = 0,1$																																																																				
	3	$K_1 = 7,5$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 3,9$ $\tau_2 = 0,0064$	$K_3 = 0,02564$	$K_4 = 0,1$																																																																				
	4	$K_1 = 4$ $\tau_1 = 0,004$	$K_2 = 125$ $\tau_2 = 0,0002$	$K_3 = 0,048$	$K_4 = 0,2$																																																																				
	5	$K_1 = 4,5$ $\tau_1 = 0,005$	$K_2 = 16$ $\tau_2 = 0,002$	$K_3 = 0,02083$	$K_4 = 0,2$																																																																				
2		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{p}$	K_3	K_4																																																																				
	1	$K_1 = 1,5$ $\tau_1 = 0,0001$	$K_2 = 100$	$K_3 = 0,01$	$K_4 = 0,66$																																																																				
	2	$K_1 = 5$ $\tau_1 = 0,00005$	$K_2 = 100$	$K_3 = 0,02$	$K_4 = 0,1975$																																																																				
	3	$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,0025$	$K_2 = 36,4$	$K_3 = 0,05$	$K_4 = 0,1$																																																																				
	4	$K_1 = 4,8$ $\tau_1 = 0,00001$	$K_2 = 200$	$K_3 = 0,15$	$K_4 = 0,2$																																																																				
	5	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,00005$	$K_2 = 50$	$K_3 = 0,01$	$K_4 = 0,33$																																																																				

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций																																																	
	Планируемый результат	Оценочные средства																																																
		<p>Рисунок 3 – Вариант 3 структурной схемы системы управления.</p> <p>Таблица 3 – Параметры передаточных функций объекта управления</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вар.</th> <th>Вар. пар.</th> <th>$W_1(p)$</th> <th>$W_2(p)$</th> <th>$W_3(p)$</th> <th>$W_4(p)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">1</td> <td></td> <td>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$</td> <td>K_4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,01$</td> <td>$K_2 = 15$ $\tau_2 = 0,01$</td> <td>$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,02$</td> <td>$K_4 = 5$</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,1$</td> <td>$K_2 = 10$ $\tau_2 = 0,05$</td> <td>$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,01$</td> <td>$K_4 = 10$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,4$</td> <td>$K_2 = 30$ $\tau_2 = 0,02$</td> <td>$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,005$</td> <td>$K_4 = 20$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$</td> <td>$K_2 = 25$ $\tau_2 = 0,01$</td> <td>$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,02$</td> <td>$K_4 = 25$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$K_1 = 99$ $\tau_1 = 0,5$</td> <td>$K_2 = 40$ $\tau_2 = 0,01$</td> <td>$K_3 = 1$ $\tau_3 = 0,01$</td> <td>$K_4 = 40$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>Вар. пар.</td> <td>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$</td> <td>$\frac{K_2}{p}$</td> <td>$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$</td> <td>K_4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$K_1 = 9$</td> <td>$K_2 = 100$</td> <td>$K_3 = 5000$</td> <td>$K_4 = 0,1$</td> </tr> </tbody> </table>	Вар.	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$	1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$	K_4	1	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 15$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 5$	2	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 10$ $\tau_2 = 0,05$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 10$	3	$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,4$	$K_2 = 30$ $\tau_2 = 0,02$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,005$	$K_4 = 20$	4	$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 25$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 25$	5	$K_1 = 99$ $\tau_1 = 0,5$	$K_2 = 40$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 1$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 40$	2	Вар. пар.	$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{p}$	$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$	K_4	1	$K_1 = 9$	$K_2 = 100$	$K_3 = 5000$	$K_4 = 0,1$
Вар.	Вар. пар.	$W_1(p)$	$W_2(p)$	$W_3(p)$	$W_4(p)$																																													
1		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$	$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$	K_4																																													
	1	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 15$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 5$																																													
	2	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 10$ $\tau_2 = 0,05$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 10$																																													
	3	$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,4$	$K_2 = 30$ $\tau_2 = 0,02$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,005$	$K_4 = 20$																																													
	4	$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 25$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 25$																																													
	5	$K_1 = 99$ $\tau_1 = 0,5$	$K_2 = 40$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 1$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 40$																																													
2	Вар. пар.	$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{p}$	$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$	K_4																																													
	1	$K_1 = 9$	$K_2 = 100$	$K_3 = 5000$	$K_4 = 0,1$																																													

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций						
	Планируемый результат	Оценочные средства					
				$\tau_1 = 0,01$			
		2	$K_1 = 4$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 100$	$K_3 = 7000$ $\tau_3 = 0,002$	$K_4 = 0,2$	
		3	$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 100$	$K_3 = 6000$ $\tau_3 = 0,005$	$K_4 = 0,5$	
		4	$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,25$	$K_2 = 200$	$K_3 = 10000$ $\tau_3 = 0,001$	$K_4 = 1$	
		5	$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,2$	$K_2 = 100$	$K_3 = 5000$ $\tau_3 = 0,002$	$K_4 = 2$	
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> - навыками работы со специализированными программными продуктами; - пороговый уровень; - терминологией теории автоматического управления; - навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления; - навыками моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения. 						

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450559> (дата обращения: 20.09.2020).
2. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11166-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455298> (дата обращения: 20.09.2020)..

Дополнительная литература:

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450572> (дата обращения: 20.09.2020).
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 20.09.2020)

Методические указания:

1. Рябчиков, М. Ю. Статистическая динамика систем управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 110 с. : ил., табл., схемы, граф., гистогр. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3126.pdf&show=dcatalogues/1/1136001/3126.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0868-0. - Имеется печатный аналог.
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452301> (дата обращения: 20.09.2020).
3. Рябчиков, М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Имеется печатный аналог.
4. Рябчиков, М. Ю. Алгоритмы и способы самонастройки средств регулирования в современных микропроцессорных контроллерах : практикум / М. Ю. Рябчиков, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 136 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=602.pdf&show=dcatalogues/1/1104154/602.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
5. Жмудь, В. А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim : учебное пособие / В. А. Жмудь. - Новосибирск :

НГТУ, 2016. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-2103-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546586> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Российская Государственная библиотека – URL:<http://www.rsl.ru/> .
2. Российская национальная библиотека – URL: <http://www.nlr.ru/> .
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России – URL: <http://www.gpntb.ru/>.
4. Public.Ru – публичная интернет-библиотека – URL:<http://www.public.ru/>.
5. Lib.students.ru – Студенческая библиотека – URL: <http://www.lib.students.ru> .
6. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета –URL: <http://www.lib.pu.ru/>.
7. Среда разработки LabView с включёнными модулями Signal Express, Advanced Signal Analysis, Mathematics.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, программным обеспечением National Instruments LabView, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Программное обеспечение преподавателя	Примеры моделей САУ с визуализацией для LabView
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитории кафедры электроники и микроэлектроники (ауд. 457,458,459,460).
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.