

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Приднестровский государственный университет
им. Т.Г. Шевченко»**

Филиал ПГУ им. Т.Г. Шевченко в г. Рыбница

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Филиала ПГУ
им. Т.Г. Шевченко
г. Рыбница
профессор Павлинов И.А.



«15» 08 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2017 / 2018 учебный год

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки:

15.03.04. «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль подготовки

«Автоматизация технологических процессов и производств»

квалификация (степень) выпускника:

бакалавр

Форма обучения:

очная

Рыбница 2017

Рабочая программа дисциплины *«Теория автоматического управления»* /сост. В.А.Вычужин – Рыбница: ГОУ ВО «ПГУ им. Т.Г.Шевченко», 2017 - 10 с.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СТУДЕНТАМ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 15.03.04 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ» ПРОФИЛЯ ПОДГОТОВКИ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ (по отраслям)».

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015г. № 200.

Составитель  / Вычужин В.А./ старший преподаватель

1. Цели и задачи освоения дисциплины

«Теория автоматического управления» является базовой дисциплиной, содержащей основные сведения о системах контроля и управления при автоматизации различных технологических процессов. Эффективное управление различными агрегатами, машинами, механизмами требует многочисленных измерений разнообразных физических величин, которые невозможно провести без использования законов управления.

Знания, умения и навыки, полученные студентами при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при изучении общепрофессиональных дисциплин «Моделирование систем», при изучении специальных дисциплин «Технические средства автоматизации», «Технические измерения и приборы», «Автоматизация технологических процессов производства», «Проектирование систем управления», «Проектирование электроприводов технологических машин», «Техническое обслуживание и ремонт средств и систем автоматизации».

На протяжении обучения студенты подготавливаются к производственно-технологической, организационно-управленческой, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области технологических машин и оборудования, в соответствии с получаемой специализацией.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

В структуре бакалавриата дисциплина «Теория автоматического управления» входит в раздел «Б.3. Профессиональный цикл. Базовая часть» ФГОС-3 ВО направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Изучение дисциплины «Теория автоматического управления» базируется на знании студентами основ физики, химии, математики, информатики.

Указанная дисциплина – базовая дисциплина, которая является основой технологической подготовки студентов и способствует успешному усвоению специальных дисциплин.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Формулировка компетенции
ОК-5	Способностью к самоорганизации и самообразованию
ОК-6	Способностью использовать общеправовые знания в различных сферах деятельности
ОПК-3	Способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-5	Способностью участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
ПК-3	Готовностью применять способы рационального использования сырьевых энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств готовностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных,
ПК-15	Способностью выбирать технологии, инструментальные средства и

	средства вычислительной техники при организации процессов проектирования, изготовления, контроля и испытаний продукции; средства и системы автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК-18	Способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
ПК-24	Способностью выбирать методы и средства измерения эксплуатационных характеристик оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, настройки и обслуживания: системного, инструментального и прикладного программного обеспечения данных средств, и систем

3.1. Знать:

- основные принципы и концепции построения автоматических систем управления;
- о математическом аппарате теории автоматического управления;
- о методах анализа и синтеза систем автоматического управления;

3.2. Уметь:

- использовать и составлять математические описания систем автоматического управления;
- использовать методы анализа устойчивости и качества систем автоматического управления;
- обоснованно выбирать структуры и схемы регулирования, рассчитывать оптимальные параметры настройки регуляторов, синтезировать законы и алгоритмы;
- обосновать выбор схем управления технологическими процессами с использованием теории автоматического управления, обеспечивая получение продукции с заданными характеристиками.

3.3. Владеть:

- методами исследования объектов и систем автоматического управления, решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления с использованием персональных ЭВМ.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам

Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	Количество часов					Форма итогового контроля
		в том числе					
		аудиторных					
		Всего	Лекций	Лаб.р.	Прак.раб.		
5	4	144	18	-	18	108	Защита курс. раб.
6	2	72	18	18	-	36	Экзамен
Итого:	6	216	36	18	18	144	

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкость по разделам дисциплины

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основные понятия теории автоматического управления		4	2	2	2
2	Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления		2	2	2	10
3	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования		6	2	2	14
4	Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования		2	2	2	22
5	Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования		4	2	2	22
6	Импульсные линейные системы автоматического регулирования		4	2	2	4
7	Нелинейные системы автоматического управления		6	2	2	46
8	Оптимальные системы автоматического управления		6	2	2	22
9	Робастные и адаптивные системы		2	2	2	2
Итого:		216	36	18	18	144
Всего:		216	36	18	18	144

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	№ разд. дисц-ны	Объем часов	Тема лекции	Уч.-нагл. пособия
1	1	4	Общая характеристика объектов и систем автоматического управления. Основные понятия автоматического управления	Слайды по теме
2	2	2	Основные понятия и общие сведения о системах управления. Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления	Слайды по теме
3	3	6	Математические модели. Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования	Слайды по теме
4	4	2	Структурные схемы систем автоматического управления. Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования	Слайды по теме
5	5	4	Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования	Слайды по теме
6	6	4	Импульсные линейные системы автоматического регулирования	Слайды по теме
7	7	6	Нелинейные системы автоматического управления	Слайды
8	8	6	Оптимальные системы автоматического управления	Слайды
9	9	2	Робастные и адаптивные системы	Слайды
Итого:		36		

Практические (семинарские) занятия

№ п/п	№ разд. дисц-ны	Объем часов	Тема практического занятия	Уч.-нагл. пособия
1	1	2	Исследование характеристик типовых звеньев	Электрон. метод. м.
2	2	2	Определение чувствительности, инвариантности, управляемости и наблюдаемости объектов и систем	Электрон. метод. м.
3	3	2	Построение корневого годографа системы второго и третьего порядков	Электрон. метод. м.
4	4	2	Определение статической точности систем	Электрон. метод. м.
5	5	2	Определение точности системы при случайном входном воздействии	Электрон. метод. м.
6	6	2	Определение косвенных частотных показателей качества (показателя колебательности, запасов устойчивости)	Электрон. метод. м.
7	7	2	Построение эталонных передаточных функций	Электрон. метод. м.
8	8	2	Расчет регулирующего устройства в виде обратных связей по выходной величине объекта	Электрон. метод. м.
9	9	2	Расчет последовательного корректирующего устройства по ЛАЧХ	Электрон. метод. м.
Итого:		18		

Лабораторные работы

№ п/п	№ разд. дисц-ны	Объем часов	Тема практического занятия	Уч.-нагл. пособия
1	1	2	Моделирование линейной системы	Электрон. метод. м.
2	2	2	Определение точности системы в статических и стационарных динамических режимах путем имитационного моделирования	Электрон. метод. м.
3	3	2	Определение характеристик случайных сигналов на входе и выходе системы с помощью имитационной модели	Электрон. метод. м.
4	4	2	Моделирование системы с последовательным корректирующим устройством	Электрон. метод. м.
5	5	2	Моделирование линейной импульсной системы автоматического регулирования	Электрон. метод. м.
6	6	2	Моделирование релейных систем автоматического регулирования	Электрон. метод. м.
7	7	2	Моделирование оптимальной системы управления (метод синтеза - классическое вариационное исчисление)	Электрон. метод. м.
8	8	2	Моделирование оптимальной системы управления (метод синтеза – принцип максимума)	Электрон. метод. м.
9	9	2	Моделирование оптимальной системы управления (метод синтеза - динамическое программирование)	Электрон. метод. м.
Итого:		18		

Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
Раздел 1	1	Введение. Основные понятия теории автоматического управления	2
Раздел 1	2	Математическое описание линейных непрерывных объектов и систем управления	10
Раздел 1	3	Устойчивость линейных непрерывных систем автоматического регулирования	14
Раздел 2	4	Качество линейных непрерывных систем автоматического регулирования	22
Раздел 2	5	Синтез линейных непрерывных систем автоматического регулирования	22
Раздел 2	6	Импульсные линейные системы автоматического регулирования	4
Раздел 3	7	Нелинейные системы автоматического управления	46
Раздел 4	8	Оптимальные системы автоматического управления	22
Раздел 6	9	Робастные и адаптивные системы	2
	Итого:		144

5. Курсовые проекты (работы)

Анализ и расчет систем управления с обратной связью теснейшим образом связаны с динамикой. Каждый элемент в системе должен рассматриваться как динамический, причем его динамические характеристики задаются либо численно, либо графически, либо в форме уравнения. Довольно часто динамику элементов систем автоматического управления удастся описать линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами. В этом случае работа системы может анализироваться посредством хорошо развитого аппарата линейной теории следящих систем.

Фактически можно утверждать, что не существует полностью линейных физических систем или, наоборот, что все физические системы нелинейные. Хорошо известно, что анализ и расчеты, выполненные на основе линейной теории, позволяют создавать совершенные устройства, фактическая работа которых в большой степени согласуется с данными, полученными из линейных расчетов.

С другой стороны, для инженера-автоматчика все более очевидно, что ограничение аппарата анализа методами линейной теории не дает удовлетворительного результата в случае высококачественных систем, предназначенных для работы в широком диапазоне рабочих условий.

Линейная теория часто полезна на стадии начального изучения; распространенной является практика, при которой предварительный анализ и расчет проводятся в линейном плане, а в процессе уточненного расчета рассматривается влияние существенных нелинейностей.

Задание на анализ и расчет нелинейных систем автоматического управления (САУ)

1. Составить структурно - функциональную схему нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.

2. Разработать математические модели элементов нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.
3. Составить структурно - математическую схему нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.
4. Оценить качественные показатели регулирования нелинейной САУ температуры в сушильной камере.
5. Исследовать устойчивость нелинейной САУ температуры в сушильной камере.

Исходные данные для анализа качества регулирования и устойчивости нелинейной САУ температуры в сушильной камере

В таблице представлены исходные данные для построения кривой переходного процесса и фазового портрета САУ:

Θ_d – заданное значение температуры теплоносителя;

k_o – коэффициент усиления объекта регулирования;

T_o – постоянная времени объекта регулирования;

$K_{зт}$ – коэффициент усиления задатчика температуры;

$k_{дт}$ – коэффициент усиления датчика температуры;

$k_{мс}$ – коэффициент усиления мостовой схемы измерения;

$k_{рт}$ – коэффициент усиления регулятора температуры;

k_d – коэффициент усиления двигателя постоянного тока;

i – передаточное отношение редуктора;

$k_{уос}$ – коэффициент усиления цепи обратной связи;

aw_{cp} – среднее значение ампер-витков срабатывания реле;

U_{max} – максимальное значение напряжения на выходе релейного регулятора;

ε – заданная точность решения системы дифференциальных уравнений.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Исх. данные										
$\Theta_{д}, \text{град.}^\circ\text{C}$	175	120	150	200	180	50	140	80	250	100
$k_o, \text{град.}^\circ\text{C/рад}$	10	15	20	25	30	5	5	12	18	8
$T_o, \text{с}$	10	5	10	15	20	10	8	12	12	2
$K_{зт}, \text{ом/град}^\circ\text{C}$	2	1	1,7	1,1	1,5	1	1,5	1,13	1	1,2
$k_{дт}, \text{ом/град}^\circ\text{C}$	0,23	0,3	0,4	0,5	0,35	0,1	0,6	0,25	0,2	0,15
$k_{мс}, \text{В/ом}$	0,1	0,01	0,04	0,05	0,01	0,06	0,04	0,05	0,1	0,09
$k_{рт}, \text{А-в/град}$	0,2	0,15	0,1	0,2	0,25	0,35	0,6	0,2	0,3	0,7
$k_d, \text{рад/(В*с)}$	2	1	3	4	2,5	1,5	3,5	3,5	5	5,5
i	800	700	900	500	1000	1200	1100	750	850	950
$k_{уос}, \text{А-в/рад}$	0,36	0,015	0,065	0,16	0,08	0,095	0,109	0,105	0,443	0,544
$aw_{cp}, \text{А-в}$	0,4	0,1	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3
$U_{max}, \text{В}$	100	110	120	130	125	100	110	120	130	125
ε	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,003	0,004	0,002	0,01

6. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины «Теория автоматического управления» используются следующие образовательные технологии:

- лекции;

- практические занятия;
- лабораторные работы,
- самостоятельная работа студентов, включающая освоение учебного материала по дисциплине путем самостоятельного изучения рекомендованной литературы и поиск ответов на поставленные вопросы из других альтернативных источников с последующим контролем знаний;
- консультации преподавателей.

При чтении лекционного материала используется метод активного обучения – «Проблемная лекция». Перед изучением нового раздела обозначаются проблемные вопросы, которые решаются в процессе ознакомления с материалом. На практических занятиях применяется прием интерактивного обучения «Кейс-метод». В рамках преподавания дисциплины предусматривается использование учебных видеофильмов и тематических видеоматериалов при проведении аудиторных занятий, демонстрация измерительной контрольной аппаратуры, ознакомление с методикой измерений и испытаний в действующей лаборатории Госстандарта ПМР.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Вид контроля	Форма контроля	Номера тем		Кол-во студентов
			Теория	Практика	
1	Входной	Устный опрос	все		7
2	Рубежный	Проведение контрольной работы (тестирование)		3;8	7
3	Итоговый	Зачет	все		7

7.1. Вопросы к экзамену

- 1) Импульсные системы автоматического регулирования. Виды импульсной модуляции.
- 2) Математическое описание импульсных систем. Применение непрерывной модели для системы с ШИМ-модуляцией.
- 3) Математическое описание импульсных систем. Этапы построения мат. модели линейной системы с АИМ.
- 4) Разностные уравнения, дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование.
- 5) Передаточные функции импульсной системы в форме Z-преобразования.
- 6) Частотные свойства импульсных сигналов и устройств.
- 7) Устойчивость импульсных систем.
- 8) Применение теории импульсных систем к цифровым системам.
- 9) Дискретное представление типовых законов регулирования.
- 10) Синтез импульсных систем.
- 11) Нелинейные системы автоматического регулирования. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности.
- 12) Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде ОС статических нелинейностей.
- 13) Особенности стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях.
- 14) Устойчивость нелинейных систем. Методы А.М. Ляпунова определения устойчивости.
- 15) Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем В.М. Попова.

- 16) Применение критерия абсолютной устойчивости В.М. Попова к системам с неустойчивой или нейтральной линейной частью.
- 17) Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе со статической линейной частью.
- 18) Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (первого порядка) линейной частью.
- 19) Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (второго порядка) линейной частью.
- 20) Анализ автоколебаний в нелинейных системах методом гармонической линеаризации.
- 21) Скользящие режимы в релейных системах.
- 22) Ограничение сигналов в системах автоматического регулирования. Организация и моделирование ограничений.
- 23) Классификация задач оптимизации динамических режимов САР.
- 24) Уравнение Эйлера.
- 25) Уравнения Эйлера-Лагранжа.
- 26) Задача с закрепленными концами и фиксированным временем.
- 27) Задача с подвижными концами и фиксированным временем.
- 28) Задача с подвижными концами и нефиксированным временем.
- 29) Принцип максимума Понтрягина.
- 30) Линейная задача максимального быстродействия.
- 31) Метод динамического программирования. Задача о замене оборудования.
- 32) Метод динамического программирования для непрерывных систем.
- 33) Задача об аналитическом конструировании регуляторов.
- 34) Понятие о робастных системах автоматического управления.
- 35) Понятие об адаптивном управлении.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература:

1. Теория автоматического управления: учеб. : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. Б. Яковлева. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 568 с.
2. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. Я. Ротач. - 4-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2007. - 400 с.
3. Юревич, Е.И. Теория автоматического управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Е.И.Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2007. - 540 с.

8.2. Дополнительная литература:

1. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления: учеб. пособие : рек. УМО / Б.И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Лань, 2010. - 220 с.
2. Рыбалев, А.Н. Теория автоматического управления: курсовое проектирование: учеб.пособие / А.Н. Рыбалев ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2004. - 144 с.
3. Рыбалев, А.Н. Теория автоматического управления. Оптимальные системы: учеб. пособие / А. Н. Рыбалев; АмГУ, Эн.ф.- Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006-104 с.
4. Востриков, А.С., Теория автоматического регулирования: учеб. пособие: рек. УМО /А.С. Востриков, Г.А. Французова. - 2-е изд., стер. - М. :Высш. шк.,2006.-365 с.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

- 1) ОС Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows XP;
- 2) MS Office (Word, PowerPoint);
- 3) Математический пакет Matlab, The MathWorks, Inc, версия 6.5.0.180913a (R13) и новее.

Интернет-ресурсы:

1. www.edu.ru - Российское образование. Федеральный портал
2. www.exponenta.ru - Образовательный математический сайт.
3. www.toehelp.ru - Электронный курс лекций по теории автоматического управления
4. www.novtex.ru - Ежемесячный научно-технический и производственный журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ"

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- компьютерный класс для проведения расчетно-графических работ по электроизмерительным устройствам;
- специализированная аудитория для проведения практических занятий по электромеханическим и измерительным устройствам;
- учебные аудитории, читальный зал и абонемент филиала.

Используемая техника:

- мультимедийный проектор;
- экран;
- ноутбук;
- канал Интернет;
- компьютерный класс для самостоятельной работы студентов.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рабочая программа по дисциплине «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и учебного плана по профилю подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств» (по отраслям).

11. Технологическая карта дисциплины

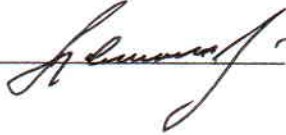
Курс 2 группа РФ14ДР62АТП семестр 5,6
Преподаватель-лектор ВЬЧУЖИН Виктор Анатольевич
Преподаватели, ведущие практические занятия ВЬЧУЖИН Виктор Анатольевич
Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

Весовой коэффициент дисциплины в совокупной рейтинговой оценке, рассчитываемой по всем дисциплинам (если введена модульно-рейтинговая система) не введена.

Составитель  старший преподаватель, В.А. Вычужин

Зав. кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств  доцент, В.Е. Федоров

Согласовано:

Директор филиала
ПГУ им. Т.Г. Шевченко г. Рыбница  профессор, И.А. Павлинов