

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ

им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О. Д. Асенчик

28.06. 2019 г.

Регистрационный № УД- 41-36 /уч.

## ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-53 01 05 - 2019, учебных планов учреждения высшего образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» NN I 53 - 1 - 09/уч. от 06.02.2019, I 53 - 1 - 21/уч. от 06.02.2019.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

И.В. Дорощенко, старший преподаватель кафедры «Автоматизированный электропривод»

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.В. Козлов, доцент кафедры «Теоритические основы электротехники» ГГТУ им.П.О. Сухого, кандидат технических наук., доцент

С.В. Веппер, начальник технического отдела, ЧПУП «РАТОН-Медтех»

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 12 от 31.05.2019);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 03.06.2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 26.06.2019)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Вступление

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в государственный компонент цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы».

### Цели и задачи учебной дисциплины

Ее цель состоит в изучении принципов построения замкнутых САУ, методов определения устойчивости непрерывных и дискретных САУ, методов анализа и синтеза дискретных САУ и практической реализации регуляторов на базе операционных усилителей, а также составлением алгоритмов реализации регуляторов на микропроцессорной основе.

Основными задачами дисциплины являются:

- 1) Овладение теоретическими основами дисциплины: математическое описание объекта управления и САУ; переходные и частотные характеристики САУ; типовые динамические звенья; статические свойства САУ; устойчивость непрерывных САУ; частотные методы анализа и синтеза САУ; аналитические методы синтеза САУ; синтез САУ с использованием наблюдателей; синтез САУ методом последовательной оптимизации контуров; синтез оптимальных по быстродействию САУ; нелинейные САУ; дискретные САУ; системы экстремального управления; самонастраивающиеся САУ.
- 2) Приобретение навыков определения по структурной схеме передаточной функции системы, выражения для статической характеристики; навыков определения устойчивости непрерывных и дискретных САУ; навыков синтеза непрерывных и дискретных САУ.
- 3) Изучение и приобретение навыков оформления проектной технической документации.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как:

- высшая математика;
- физика;
- теоритические основы электротехники;
- электроника.

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специа-

лизации, связанных с проектированием, моделированием, расчетом систем электропривода и автоматизации.

Требования к освоению учебной дисциплины и компетентности специалиста

В результате изучения дисциплины «Теория автоматического управления» студент должен:

знать:

- принципы построения замкнутых САУ;
- методы определения устойчивости непрерывных и дискретных САУ.
- методы анализа и синтеза дискретных САУ;

уметь:

- по структурной схеме записывать передаточную функцию системы, выражения для статической характеристики, определять частотные свойства САУ;
- определять устойчивость непрерывных и дискретных САУ;
- синтезировать непрерывные и дискретные САУ;

владеть:

- методами анализа и синтеза САУ в статических и динамических режимах;
- реализацией регуляторов на базе операционных усилителей;
- составлением алгоритмов реализации регуляторов на микропроцессорной основе.

Изучение и освоение дисциплины «Теория автоматического управления» должно обеспечить формирование у будущего специалиста необходимых академических и профессиональных компетенций, таких как:

- владение системным и сравнительным анализом, исследовательскими навыками;
- владение междисциплинарным подходом при решении проблем;
- владение навыками работы с компьютером и другими техническими устройствами;
- умение учиться и повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- умение определять энергетические и технико-экономические показатели проектных решений;
- способность разрабатывать направления повышения экономической эффективности промышленных установок и технологических комплексов на основе анализа контролируемых параметров и технического состояния автоматизированных электроприводов и систем автоматизации.

В рамках учебной программы требуются следующие универсальные и базовые профессиональные компетенции:

УК-9. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

БПК-10 Владеть методиками анализа и синтеза систем автоматического управления.

## Общее количество часов и количество аудиторных часов

Для специальности 1–53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной формы обучения учебная программа дисциплины рассчитана на 136 часов, в том числе 85 часов аудиторных занятий. Трудоёмкость дисциплины 3 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

Форма обучения	Дневная
Курс	2
Семестр	3
Лекции (часов)	51
Практические (семинарские) занятия (часов)	17
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	85
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Экзамен	-
Зачет	3 семестр
Тестирование	-
Курсовая работа	3 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Основные термины, понятия, определения.

Введение. Предмет, цель и объем курса ТАУ. История развития автоматике, ее современные задачи. Основные термины, понятия, определения. Фундаментальные принципы управления: разомкнутое, по отклонению, по возмущению, комбинированное.

Тема 2. Классификация и принципы построения САУ.

Классификация САУ по принципу построения. Классификация САУ по числу контуров регулирования. Классификация САУ по характеру параметров. Классификация САУ по характеру управляющего воздействия. Классификация САУ по типу выходного сигнала.

Тема 3. Условно-графическое представление САУ.

Основы операторно-частотного метода анализа и синтеза САУ.

Тема 4. Математическое описание объекта управления и САУ.

Передаточные функции элементов управления САУ. Операторная математическая модель и структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Тема 5. Структурный анализ САУ.

Тема 6. Типовые динамические звенья САУ.

Сводка характеристик позиционных, интегрирующих и дифференцирующих звеньев с запаздыванием и без запаздывания.

Тема 7. Моделирование типовых звеньев. Позиционные динамические звенья. Дифференцирующие и интегрирующие динамические звенья.

Тема 8. Построение асимптотических ЛАЧХ и шаблонных ЛФЧХ. Виды передаточных функций и их взаимосвязь.

Тема 9. Статические свойства САУ. Статическое и астатическое регулирование САУ.

Тема 10. Устойчивость непрерывных САУ. Анализ устойчивости и оценка качества управления САУ.

Тема 11. Показатели качества регулирования САУ и их оценка с помощью временных и частотных показателей: устойчивость, точность, быстродействие, динамичность.

Тема 12. Статический расчет САУ.

Тема 13. Синтез линейных САУ. Основные типы регуляторов САУ. Методы синтеза САУ.

Тема 14. Частотные методы анализа и синтеза САУ. Расчет динамики САУ с помощью логарифмических частотных характеристик. Расчет динамики САУ методом желаемых передаточных функций.

Тема 15. Аналитические методы синтеза САУ. Характеристическое уравнение САУ и его нормирование. Стандартные распределения корней характеристического уравнения.

Тема 16. Синтез САУ методом последовательной оптимизации контуров. Синтез оптимальных по быстродействию САУ.

Тема 17. Модульный, симметричный и улучшенный симметричный критерий оптимизации регуляторов.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов специальности 1-53 01 05 направлена на углубление и закрепление теоретического материала на примере синтеза регуляторов, статического и динамического расчетов наиболее широко распространенной в отечественной и зарубежной практике и имеющей высокие показатели качества двухзонной системы управления электроприводом постоянного тока с подчиненными контурами регулирования токов якоря и возбуждения.

Значение курсовой работы для приобретения навыков самостоятельной работы студента, формирования способности самостоятельно и творчески решать научные, инженерно-технические, производственные вопросы.

В данной курсовой работе студенту предлагается синтезировать регуляторы тока и скорости, оптимизированные на технический (симметричный, улучшенный симметричный) оптимум, для якорного канала управления электродвигателем постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ).

Примерный объем курсовой работы в соответствии с положением должен составлять 40 страниц, количество часов на выполнение в соответствии с учебным планом университета по специальности составляет 40 часов. Трудоемкость курсовой работы 1 зачетная единица.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>5 семестр</b>								
1.1	Введение. Предмет, цель и объем курса ТАУ. История развития автоматики, ее современные задачи. Основные термины, понятия, определения. Фундаментальные принципы управления: разомкнутое, по отклонению, по возмущению, комбинированное.	2						Опрос
1.2	Классификация и принципы построения САУ. Классификация САУ по принципу построения. Классификация САУ по числу контуров регулирования. Классификация САУ по характеру параметров. Классификация САУ по характеру управляющего воздействия. Классификация САУ по типу выходного сигнала.	4						Опрос
1.3	Условно-графическое представление САУ. Основы операторно-частотного метода анализа и синтеза САУ.	2						Опрос
1.4	Математическое описание объекта управления и САУ. Передаточные функции элементов управления САУ. Операторная математическая модель и структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	4	2					Опрос
1.5	Структурный анализ САУ.	2						Опрос
1.6	Типовые динамические звенья САУ. Сводка характеристик позиционных, интегрирующих и дифференцирующих звеньев с запаздыванием и без запаздывания.	4	2		2			Защита л.р.
1.7	Моделирование типовых звеньев. Позиционные динамические звенья. Дифференцирующие и интегрирующие динамические звенья	4	2		2			Защита л.р.



1.8	Построение асимптотических ЛАЧХ и шаблонных ЛФЧХ. Виды передаточных функций и их взаимосвязь.	2	1		2			Защита л.р.
1.9	Статические свойства САУ. Статическое и астатическое регулирование САУ.	2			2			Защита л.р.
1.10	Устойчивость непрерывных САУ. Анализ устойчивости и оценка качества управления САУ.	4	2					Опрос
1.11	Показатели качества регулирования САУ и их оценка с помощью временных и частотных показателей: устойчивость, точность, быстродействие, динамичность.	4	2		2			Защита л.р.
1.12	Статический расчет САУ.	4						Опрос
1.13	Синтез линейных САУ. Основные типы регуляторов САУ. Методы синтеза САУ.	1			2			Защита л.р.
1.14	Частотные методы анализа и синтеза САУ. Расчет динамики САУ с помощью логарифмических частотных характеристик. Расчет динамики САУ методом желаемых передаточных функций.	4	2					Опрос
1.15	Аналитические методы синтеза САУ. Характеристическое уравнение САУ и его нормирование. Стандартные распределения корней характеристического уравнения.	2	2		2			Защита л.р.
1.16	Синтез САУ методом последовательной оптимизации контуров. Синтез оптимальных по быстродействию САУ.	4	2		2			Защита л.р.
1.17	Модульный, симметричный и улучшенный симметричный критерий оптимизации регуляторов.	2						Зачет
	Итого за 3 семестр	51	17		17			
	Всего за учебный год	51	17		17			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Анхимюк, В.Л. Теория автоматического управления / В.Л. Анхимюк, О.Ф. Опейко, Н.Н. Михеев - Минск: Дизайн ПРО.- 2000.- 351 с.
2. Ерофеев, А.А. Теория автоматического управления / А.А. Ерофеев, - С-пб.: Политехника. - 2001. - с. 302.
3. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования Учеб. пособие / Г.Т. Кулаков. - Мн.: УП "Технопринт", 2003. - 135 с.

### Дополнительная литература

4. Анхимюк, В.Л. Проектирование систем автоматического управления электроприводами / В.Л. Анхимюк, О.Ф. Опейко, – Минск: Высшая школа. – 1986.- 143с.
5. Солодовников, В.В. и др. Микропроцессорные автоматические системы регулирования: Основы теории и элементы / В.В. Солодовников и др. - М.: Высшая школа, 1991.
6. Соломенцев, Ю.М. Теория автоматического управления: учебник для вузов / под ред. Ю.М. Соломенцева. – изд.2-е испр. - М.: Высшая школа, 1999. – 268с.
7. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А.А. Красовского. - М.Ж Наука, 1987.
8. Болонкин, В.Е. Анализ и синтез САУ на ЭВМ. Алгоритмы и программы: Справочник / В.Е. Болонкин и др. - М.: Радио и связь, 1991.
9. Башарин, А.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ / А.В. Башарин, Ю.В. Постников. - Л.: Энергоатомиздат, 1990.
10. Дроздов, В.Н. Системы автоматического управления с микроЭВМ / В.Н. Дроздов и др.- Л.: Машиностроение, 1989.

### Учебно-методический комплексы

Луковников, В.И. Теория автоматического управления: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.И. Луковников, А.В. Козлов; кафедра "Автоматизированный электропривод". - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010.

URI: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1512>

Перечень компьютерных программ, методических пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

### Демонстрационные стенды:

- Платы регуляторов автоматизированных электроприводов.
- Настенные плакаты специализированных аудиторий а.218 и а.227 по ТАУ.

## Методические указания:

1. Теория автоматического управления. Линейные системы: пособие для студентов специальности 1-53 01 05 "Автоматизированные электроприводы" дневной и заочной форм обучения / В. И. Луковников, А. В. Козлов. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. - 169 с. (URI <http://elib.gstu.by/handle/220612/2226>)

2. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие к курсовой работе для студентов специальности 1-53 01 05 "Автоматизированные электроприводы" дневной и заочной форм обучения / И. В. Дорощенко. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. - 47 с. (URI <https://elib.gstu.by/handle/220612/20702>).

## Примерный перечень лабораторных занятий

1. Лабораторная работа 1. Исследование потенциометрических измерительных преобразователей.

2. Лабораторная работа 2. Индуктивные и индукционные датчики.

3. Лабораторная работа 3. Исследование дистанционной передачи на потенциометрах.

4. Лабораторная работа 4. Исследование дистанционной передачи на сельсинах.

5. Лабораторная работа 5. Частотные и переходные характеристики позиционных динамических звеньев.

6. Лабораторная работа 6. Частотные и переходные характеристики дифференцирующих интегрирующих динамических звеньев.

7. Лабораторная работа 7. Исследование статических и динамических свойств САУ скоростью ДПТ НВ.

## Примерный перечень практических занятий

1. Передаточные функции элементов управления САУ.

2. Расчет статических характеристик и коэффициентов передачи П-регуляторов и измерителей рассогласования.

3. Вывод передаточных функций и расчет параметров типовых регуляторов на операционных усилителях.

4. Анализ устойчивости и оценка качества управления САУ.

5. Показатели качества регулирования САУ и их оценка с помощью временных и частотных показателей

6. Определение показателей качества САУ по их логарифмическим частотным характеристикам.

7. Статический расчет линейных САУ.

8. Расчет динамики линейных САУ.

9. Синтез регуляторов САУ подчиненного регулирования.

## Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- внедрение элементов научных исследований и патентного поиска при проектировании конкретного объекта, при выполнении практических заданий, а также при самостоятельной работе.

## Характеристика рекомендуемых методов и технологий обучения

Теоритические лекционные занятия чередуются с практическими и лабораторными занятиями, а также с управляемой самостоятельной работой. Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой.

## Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя, в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями у преподавателя;

## Диагностика компетенций студента

Оценка уровня знаний студентов производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса;
- отчеты по лабораторным работам с устной их защитой;
- выступление студента на конференциях;
- сдача экзамена и зачета по дисциплине.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Системы управления электроприводами	АЭП	Нет	Программу утвердить

Заведующий кафедрой АЭП

В.В.Тодарев