


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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О. Сухого

  
\_\_\_\_\_ А.А. Бойко

« 04 » \_\_\_\_\_ 07 \_\_\_\_\_ 2019 г.

Регистрационный № УД-мм-67/уч

## ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ И РОБАСТНЫХ СИСТЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

1-53 80 01 «Автоматизация»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования второй ступени 1-53 80 01-2019, учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-53 80 01 «Автоматизация», регистрационные №№ I 53-2-08/уч. от 03.04.2019 г. и I 53-2-16/уч. от 03.04.2019 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.С. Захаренко, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

С.В. Веппер, начальник техотдела ЧПУП «Ратон-Медтех»;

Ю.В. Крышнев, заведующий кафедрой «Промышленная электроника» УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

**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

### *Введение*

Дисциплина «Теория оптимальных и робастных систем» входит в модуль «Управление в автоматизированных системах» компонента учреждения высшего образования специальности 1–53 80 01 «Автоматизация».

### *Цель и задачи учебной дисциплины*

Целью дисциплины является изучение методов современной теории автоматического управления, предназначенных для синтеза систем управления, оптимальным по заданному критерию и (или) при условии параметрической и (или) структурной неопределенности.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение математического аппарата, лежащего в основе методов синтеза оптимальных и робастных систем;
- получение практических навыков синтеза оптимальных и робастных систем.

### *Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием*

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин:

- «Высшая математика»
- «Теория автоматического управления».

Знания и умения, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, выполнения исследований при подготовке магистерской диссертации.

### *Требования к освоению учебной дисциплины*

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:

#### ***знать:***

- методы теории оптимального управления;
- методы теории робастного управления.

#### ***уметь:***

- производить синтез оптимальных по какому-либо критерию систем;
- осуществлять анализ робастности систем управления;
- производить синтез робастных систем.

#### ***владеть:***

- современным программным обеспечением, применяемым для решения задач анализа и синтеза оптимальных и робастных систем.

Изучение и освоение дисциплины «Теория оптимальных и робастных систем» должно обеспечить формирование у будущего

магистра необходимых универсальных, углубленных профессиональных и специальных компетенций, таких как:

- быть способным к принятию решений на основе результатов применения научных методов, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию, работать в условиях неопределенности;
- быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи);
- быть способным применять методы теории автоматического управления для синтеза оптимальных и робастных систем.

*Общее количество часов и количество аудиторных часов*

Для специальности 1-53 80 01 «Автоматизация» учебная программа дисциплины рассчитана на 190 часов, в том числе 94 часа аудиторных занятий для дневной, 26 часов – для заочной форм обучения. Трудоемкость дисциплины – 6 зачетных единиц.

*Форма получения высшего образования*

Дневная, заочная.

*Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам*

Форма обучения	Дневная	Заочная
Курс	1	1, 2
Семестр	1, 2	1, 2, 3
Лекции (часов)	34 (18, 16)	8 (6, 2, 0)
Лабораторные занятия (часов)	34 (18, 16)	10 (2, 4, 4)
Практические занятия (часов)	26 (18, 8)	8 (2, 4, 2)
Всего аудиторных часов	94 (54, 40)	26 (10, 10, 6)

*Формы текущей аттестации по учебной дисциплине*

Экзамен	1 семестр	2 семестр
Зачет	2 семестр	3 семестр
Тестирование	–	–

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

*Тема 1.* Введение.

Цель, задачи, содержание и объем дисциплины «Теория оптимальных и робастных систем».

*Тема 2.* Понятия оптимального управления.

Оптимальное программное управление. Оптимальное стабилизирующее управление.

*Тема 3.* Методы теории оптимального управления.

Элементы классического вариационного управления. Принцип максимума. Метод динамического программирования.

*Тема 4.* Оптимальные по быстродействию системы управления.

Системы программного управления, оптимальные по быстродействию. Синтез оптимальных по быстродействию систем.

*Тема 5.* Аналитическое конструирование регуляторов.

Процедуры аналитического конструирования регуляторов. Построение регуляторов при неполной информации о векторе состояния. Применение процедур аналитического конструирования регуляторов.

*Тема 6.* Оптимальные стохастические системы стабилизации.

Оптимальное управление при случайных внешних возмущениях и измеряемом векторе состояний. Синтез стохастических систем при неполной информации о векторе состояния. Оптимальное наблюдение. Оптимальные стохастические дискретные системы.

*Тема 7.* Понятия робастного управления.

Понятие неопределенности объекта управления. Проблема управления в условиях неопределенности.

*Тема 8.* Анализ робастности систем.

Грубость свойств системы. Методы теории параметрической чувствительности. Системы с интервальными параметрами.

*Тема 9.* Обеспечение робастности систем методами неадаптивного управления.

Модальное управление. Модальноробастное управление многомерными объектами. Синтез параметрически инвариантных систем. Робастное интервальное управление.

*Тема 10.* Обеспечение робастности систем методами адаптивного управления.

Принципы построения адаптивного управления. Адаптивное управление многомерным объектом. Нелинейное робастное управление многомерным объектом. Адаптивное робастное управление линейными и нелинейными объектами с неопределенностями и компенсацией возмущений.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	2	–	–	–	–	–	Экзамен
2	Понятия оптимального управления	2	2	–	2	–	–	Защита л/р, экзамен
3	Методы теории оптимального управления	2	4	–	2	–	–	Защита л/р, экзамен
4	Оптимальные по быстродействию системы управления	4	4	–	6	–	–	Защита л/р, экзамен
5	Аналитическое конструирование регуляторов	4	4	–	6	–	–	Защита л/р, экзамен
6	Оптимальные стохастические системы стабилизации	4	4	–	2	–	–	Защита л/р, экзамен
7	Понятия робастного управления	2	–	–	–	–	–	Зачет
8	Анализ робастности систем	6	2	–	6	–	–	Защита л/р, зачет
9	Обеспечение робастности систем методами неадаптивного управления	4	4	–	6	–	–	Защита л/р, зачет
10	Обеспечение робастности систем методами адаптивного управления	4	2	–	4	–	–	Защита л/р, зачет
	Всего	34	26	–	34	–	–	

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСРС	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	0,5	–	–	–	–	–	Экзамен
2	Понятия оптимального управления	0,5	1	–	1	–	–	Защита л/р, экзамен
3	Методы теории оптимального управления	0,5	1	–	1	–	–	Защита л/р, экзамен
4	Оптимальные по быстродействию системы управления	1	1	–	2	–	–	Защита л/р, экзамен
5	Аналитическое конструирование регуляторов	2	1	–	2	–	–	Защита л/р, экзамен
6	Оптимальные стохастические системы стабилизации	1	–	–	–	–	–	Экзамен
7	Понятия робастного управления	0,5	–	–	1	–	–	Защита л/р, зачет
8	Анализ робастности систем	0,5	1	–	1	–	–	Защита л/р, зачет
9	Обеспечение робастности систем методами неадаптивного управления	1	2	–	2	–	–	Защита л/р, зачет
10	Обеспечение робастности систем методами адаптивного управления	0,5	1	–	–	–	–	Зачет
	Всего	8	8	–	10	–	–	



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Основная литература*

1. Александров, А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: Учеб. пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн. системах» / А.Г. Александров. – Москва: Высшая школа, 1989. – 263 с.
2. Алексеев, В.М. Оптимальное управление / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. – Москва: Наука, 1979. – 432 с.
3. Афанасьев, В.Н. Математическая теория конструирования систем управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., доп. / В.Н. Афанасьев, В.Б. Колмановский, В.Р. Носов. – Москва: Высшая школа, 1998 – 574 с.
4. Иванов, В.А. Теория оптимальных систем автоматического управления / В.А. Иванов, Н.В. Фалдин. – Москва: Наука, 1981. – 332 с.

### *Дополнительная литература*

5. Мацкевич, А.Н. Локально-контурные со случайной структурой робастные системы. Монография. – Минск: Военная академия РБ, 2002. – 149 с.
6. Бобцов, А.А. Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении: учебное пособие для высших учебных заведений. / А.А. Бобцов, В.О. Никифоров, А.А. Пыркин, О.В. Слита, А.В. Ушаков. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 277 с.
7. Подчукаев, В.А. Теория автоматического управления (аналитические методы). Учебник для вузов / В.А. Подчукаев. – Москва: Физматлит, 2005. – 198 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76606> (дата обращения: 31.05.2019). – ISBN 978-5-9221-0445-6. – Текст: электронный.
8. Рачков М.Ю. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами: Учебное пособие. – Москва: МГИУ, 2005. – 136 с. – Режим доступа: свободный. – URL: <https://books.google.by/books?id=ojXPyY7ygcgC> (дата обращения: 31.05.2019).

### *Учебно-методические комплексы*

Нет.

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

1. Программное обеспечение Matlab Simulink.

### *Примерный перечень лабораторных работ*

1. Синтез оптимальных по быстродействию систем.
2. Исследование динамических свойств оптимальной по быстродействию системы.
3. Синтез оптимальных по расходу систем.
4. Исследование динамических свойств оптимальной по расходу системы.
5. Синтез робастной системы с параметрическими возмущениями.
6. Исследование динамических свойств робастной системы с параметрическими возмущениями.

### *Примерный перечень тем практических занятий*

1. Построение различных критериев оптимальности систем.
2. Оптимальное стабилизирующее управление.
3. Поиск экстремалей функционалов.
4. Построение оптимального по расходу энергии управления.
5. Построение оптимальной по быстродействию системы.
6. Устойчивость робастных систем.
7. Чувствительность и коррекция систем.
8. Синтез робастной системы регулирования с ПИД-регулятором.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО  
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ  
ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Моделирование и проектирование мехатронных и автоматизированных систем	АЭП	нет	Программу утвердить. Протокол № 12 от 31.05.2019.