

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Бурковский А.В.
«31» августа 2018



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Теория оптимального управления»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах
Профиль Управление и информатика в технических системах
Квалификация выпускника бакалавр
Нормативный период обучения 4 года
Форма обучения очная
Год начала подготовки 2018

Автор программы

 Литвиненко А.М.
/ФИО автора программы/

/Заведующий кафедрой
ЭАУТС

 Бурковский В.Л.
/ФИО зав. кафедрой

Руководитель ОПОП

 Гусев К.Ю.
/ФИО руководителя ОПОП

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование профессиональных компетенций: способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления; готовность студентов оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы, готовность к аргументированной защите научно-технических проектов в коллективах разработчиков, способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- Изучение особых систем, имеющих в своем составе объекты со статической экстремальной характеристикой, а также объекты, в которых могут меняться параметры и алгоритмы регулирования и функционирования
- Изучение принципов построения экстремальных систем, самонастраивающихся с различной степенью адаптации
- Освоение алгоритмов адаптации входных воздействий динамических свойств объектов и цели функционирования;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Теория оптимального управления» относится к дисциплинам вариативной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория оптимального управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3- готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок;

ПК-6- способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники

для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать общие проблемы оптимального управления
	уметь различать разные типы оптимальных систем
	владеть методами структурного анализа оптимальных систем
ПК-6	знать основные свойства оптимальных систем
	уметь грамотно осуществлять выбор структуры оптимальных систем
	владеть приёмами осуществления синтеза оптимальных систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Теория оптимального управления» составляет 1 зачетную единицу

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)					
В том числе:					
Лекции	24	24	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	24	24	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	24	24	-	-	-
Самостоятельная работа	81	81			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	1	есть	-	-	-
Контрольная работа (есть, нет)	-	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	1	есть	-	-	-
Общая трудоемкость	час	153	153	-	-
	зач. ед.	2	2	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Понятие об оптимальным и адаптивном управлении	Общие определения. Критерии оптимальности систем автоматического регулирования. Ограничения фазовых координат и управления. Задачи оптимизации. Классификация оптимальных и адаптивных систем.	4	4	4	10	22
2	Общая характеристика математических моделей объектов и систем оптимизации	Типовые формы уравнений. Общие понятия об идентификации. Компенсационные методы идентификации статики объектов. Методы идентификации динамики нестационарных объектов. Оценка свойств объектов по их математическим моделям. Оценивание вектора состояния.	4	4	4	22	36
3	Методы синтеза оптимальных и адаптивных систем	Методы синтеза алгоритмов оптимальных управлений объектами в статических и установившихся режимах. Классический метод вариационного исчисления. Метод динамического программирования.	4	4	4	14	26
		Методы синтеза оптимальных систем при случайных сигналах. Методы расчета оптимальных значений параметров. Особенности	4	4	4	12	24

		применения типовых методов синтеза оптимальных уравнений в задачах векторной оптимизации объектов.					
4	Построение адаптивных и оптимальных систем	Принципы построения экстремальных систем. Примеры задач экстремального управления. Построение одномерных экстремальных систем. Принципы построения оптимальных по быстродействию систем. Теорема об n интервалах. Примеры синтеза оптимальных по быстродействию линейных систем.	4	4	4	12	24
		Принцип построения оптимальных по точности систем. Примеры синтеза оптимальных по точности систем при детерминированных сигналах. Принципы построения самонастраивающихся систем. Особенности самонастраивающихся систем. Системы, самонастраивающиеся по сигналам внешних воздействий. Системы, самонастраивающиеся по динамическим характеристикам объектов. Построение систем, самонастраивающихся по сигналам внешних воздействий и динамическим характеристикам объектов	4	4	4	11	23
Итого			24	24	24	81	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме	Виды контроля
Раздел 2. Экстремальные самонастраивающиеся системы		8	8	
1-4	Исследование экстремальных объектов управления (2 лабораторные работы)	4	4	Отчеты
5-8	Исследование экстремальной системы управления с поиском по приращению (2 лабораторные работы)	4	4	отчеты
Раздел 3. Аналитические самонастраивающиеся системы		4	4	
9-12	Исследование аналитической самонастраивающейся системы управления (2 лабораторные работы)	4	4	Отчеты
Итого часов		12	12	

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта и контрольной работы.

Примеры тем курсового проекта:

- 1 Экстремальные характеристики объектов, технологических процессов и функций качества.
- 2 Динамические свойства экстремальных систем по приращению и с запоминанием.
- 3 Динамические свойства экстремальных систем с измерением производных

Примеры заданий в контрольной работе.

1. Разработать адаптивную систему управления (параметрическая настройка) промышленным роботом инвариантную возмущающему воздействию.
2. Разработать адаптивную систему управления (сигнальная настройка) промышленным роботом инвариантную возмущающему воздействию.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетен-ция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Крите-рии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовлетворит-ельно	Неудовлетвор-ительно
ПК-3	готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	Контрольная работа	Выполнение контрольной работы на 90-100%	Выполнение контрольной работы на 80-90%	Выполнение контрольной работы на 70-80%	В контрольной работе менее 70% правильных ответов
ПК-6	способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Контрольн-я работа	Выполнение контрольной работы на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение контрольной работы на 70-80%	В контрольной работе менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

- 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

 1. Классификация адаптивных систем.
 2. Методы поиска экстремума.
 3. Метод Гаусса-Зейделя.
 4. Метод градиента.
 5. Метод наискорейшего спуска.
 6. Случайные методы поиска.
 7. Экстремальная система с поиском по приращению, с запоминанием экстремума.
Структурная схема, алгоритм функционирования
 8. Экстремальная система с поиском модуляционных сигналов. Структурная схема, алгоритм функционирования.
 9. Экстремальная система с поиском по производным. Структурная схема, алгоритм функционирования.
 10. Экстремальный регулятор. Функциональная схема, алгоритм функционирования.
 11. Экстремальная система с безинерционным объектом. Показатели качества.
 - 12.Экстремальная система с инерционным объектом до и после нелинейного звена.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Примеры домашних заданий.

 - 1 По заданному уравнению объекта в виде квадратичной формы разработать алгоритм поиска экстремума с использованием регулярных методов поиска:

1)Гаусса-Зейделя

2)Градиента

3)Наискорейшего спуска

2 Разработать функциональную и структурную схемы экстремальной системы с поиском по приращению. Определить алгоритм работы регулятора. Составить программу решения дифференциального уравнения замкнутой системы и определить показатели качества системы: быстродействие, период, потери, амплитуду изменения координаты объекта.

Объект описывается уравнением: $y = -kx$

3 Исследовать экстремальную систему с объектом третьего порядка методом гармонической линеаризации. Динамические параметры даны в таблице согласно варианту.

Использовать аналитический и графо-аналитический расчеты.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету *Не предусмотрен учебным планом*

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Экстремальная система с объектом высокого порядка.
2. Фазовый метод исследования экстремальных систем.
3. Приближенный метод исследования экстремальных систем.
4. Метод логарифмических характеристик для анализа и синтеза систем.
5. Аналитические беспойсковые самонастраивающиеся системы.
6. Самонастраивающаяся система с обработкой внешних воздействий.
7. Самонастраивающаяся система с алгоритмом обработки динамических свойств объектов управления.
8. Самонастраивающаяся система с использованием автоколебательного режима.
9. Самонастраивающаяся система с переменной структурой и использованием скользящего режима.
10. Обучающие системы. Алгоритм обучения. Распознавание и классификация
11. Роботы и сенсорные устройства. Области применения.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Понятие об оптимальным и адаптивном управлении	ПК-3	устный опрос, экзамен

2	Общая характеристика математических моделей объектов и систем оптимизации		устный опрос, экзамен
3	Методы синтеза оптимальных и адаптивных систем	ПК-6	устный опрос, экзамен
	Построение адаптивных и оптимальных систем		

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Автора, составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Литвиненко А.М.	Робастные и адаптивные системы управления: учебное пособие/ А. М. Литвиненко.-Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012.-131 с	2012 печат.	1,0
2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Литвиненко	Адаптивные системы	2004	1,0

	А.М.	автоматического управления: учебное пособие/ А.М. Литвиненко А.В. Машаров.- Электрон. Дан. (1 файл).-Воронеж : ВГТУ, 2004	Эл. ресурс	
7.1.2.2		Методы робастного, нейро- нечеткого и адаптивного управления: Учеб. Пособие/ Под ред. Н.Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 744с.	2001 печат	0,5
7.1.3 Методическая литература				
7.1.3.1	Литвиненко А.М.	Адаптивные системы управления : учеб. пособие/ А.М. Литвиненко, А.А, Семьинин.- Воронеж : ВГТУ, 2006.-136с	2006 печат.	0,92

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное программное обеспечение

MicrosoftOfficeWord 2013/2007

MicrosoftOfficeExcel 2013/2007

MicrosoftOfficePowerPoint 2013/2007

MatLab

Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

Свободное ПО

OpenOffice

Mozilla Firefox

Zip

Отечественное ПО

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

<https://electrono.ru>

<https://www.tehnari.ru/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.sql.ru/>

Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

База данных zbMath

Адрес ресурса: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/zbmath>

Association for Computing Machinery, ACM

Адрес ресурса: https://dl.acm.org/contents_dl.cfm

Единый портал инноваций и уникальных изобретений

Адрес ресурса: <http://innovationportal.ru/>

Инновации в России

Адрес ресурса: <http://innovation.gov.ru/>

Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Адрес ресурса: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Имеется специализированная лаборатория с ПК, кабинеты, оборудование проекторами и интерактивными досками.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория оптимального управления» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных систем теплогазоснабжения, подбора основного и вспомогательного оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях*.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	