

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 04.09.2023 10:55

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1b67ff46776d76c8ff9b882b8d603

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР

И.Г.Игнатова



И.Г.Игнатова

2014г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ»**

Направления подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

Программа «Автоматизация и управление в технических системах»

квалификация выпускника

«магистр»

курс

1

семестр

1, 2

общая трудоемкость

7 зет

форма обучения

очная

Москва, 2014г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции образовательной программы	Компетенции/подкомпетенции, формируемые в дисциплине
27.04.04 «Управление в технических системах» Программа «Автоматизация и управление в технических системах»	
ПК-1 - способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	ПК-1.1 - способностью формулировать цели, задачи научных исследований, используя математический аппарат характеризующий поведение данной системы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина «Математические основы теории систем» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной для обучающегося.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕТ)	Общая трудоёмкость (часов)	Контактная работа			Самостоятельная работа	Вид промежуточной аттестации (Экз (36), За, ЗаО, КР, КП)
				лекции	лабораторные работы	практические занятия (семинары)		
1	1	2	72	16	-	32	24	За
1	2	4	144	16	-	48	44	(Экз (36)
ИТОГО:		6	216	32	-	80	68	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	лекции	лабораторные работы	практические занятия (семинары)		
1. Модели динамических систем.	2	-	6	7	Контрольная работа Устный опрос
2. Методы оптимизации систем.	14	-	28	24	Контрольная работа Зачет
3. Метод пространства состояний.	8	-	26	19	Контрольная работа Рубежный контроль
4. Оптимальное управление.	8	-	20	18	Контрольная работа Комплексное задание

4.1 Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
M1	1	2	Модели динамических систем. Уравнения состояния. Применение метода фазовой плоскости.
M2	2	2	Методы оптимизации систем. Аналитические методы оптимизации. Экстремальная задача без ограничений. Алгоритм Лагранжа для отыскания решения задачи с ограничениями в форме равенств. Численные методы безусловной оптимизации.
	3	2	Методы поиска экстремума. Стратегии поиска. Алгоритм дихотомии. Алгоритм Фибоначчи. Алгоритм золотого сечения. Алгоритм наискорейшего спуска Коши. Алгоритм Ньютона-Рафсона. Алгоритм координатного спуска Гаусса-Зайделя.
	4	2	Методы условной оптимизации. Методы линейного программирования. Целевая функция. Алгоритм графического решения задачи линейного программирования. Нелинейная задача оптимизации. Линеаризация целевой функции и ограничений. Метод допустимых направлений Заутендайка.
	5	2	Алгоритм штрафных функций. Задача условной нелинейной оптимизации. Параметр штрафа. Алгоритм поиска минимума целевой функции с учетом функции штрафа.
	6	2	Вариационные методы решения экстремальных задач. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Частный вид целевой функции и уравнение Эйлера-Лагранжа. Экстремали при частном виде целевых функций. Уравнение Эйлера-Лагранжа для минимизации тепловых потерь в якорной цепи двигателя постоянного тока.

	7	2	Метод фазовой плоскости в расчетах оптимальных систем. Система управления оптимальная по быстродействию. Уравнения состояния. Дифференциальные уравнения для определения угла поворота объекта. Фазовые портреты системы.
	8	2	Принцип максимума для решения неклассических вариационных задач. Функционал качества. Функция Гамильтона. Алгоритм определения оптимального решения. Задача предельного быстродействия для линейных систем.
М3	9	2	Метод пространства состояний. Решение однородного непрерывного уравнения состояния. Методы вычисления переходной матрицы. Метод разложения в бесконечный ряд.
	10	2	Решение уравнений состояния. Методы вычисления переходной матрицы состояния. Метод преобразования Лапласа. Метод Сильвестра. Метод Кэли-Гамильтона.
	11	2	Решение неоднородного непрерывного уравнения состояния. Весовая матрица объекта.
	12	2	Свойства систем управления. Управляемость. Наблюдаемость.
М4	13	2	Постановка задачи оптимального управления. Метод динамического программирования для непрерывных систем. Уравнение Беллмана.
	14	2	Оптимальное управление. Принцип максимума Понтрягина. Задачи оптимального управления для автономной системы и системы оптимальной по быстродействию. Связь методов Беллмана и Понтрягина.
	15	2	Расчет автоматических систем оптимальных по быстродействию. Оптимальное управление электроприводом манипулятора. Фазовый портрет оптимальной системы. Условие единственности оптимального управления.
	16	2	Теорема о числе переключений. Существование оптимального управления.

4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4.3. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практические занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Модели динамических систем. Модели линейных динамических систем.
	2	2	Модели динамических систем. Канонические формы линейных моделей.
	3	2	Модели динамических систем. Модели нелинейных систем.
М2	4	2	Алгоритмы безусловной оптимизации. Одномерный поиск экстремума.
	5	2	Алгоритмы безусловной оптимизации. Одномерный поиск экстремума. (продолжение)
	6	2	Алгоритмы безусловной оптимизации. Многомерный поиск экстремума.
	7	2	Алгоритмы безусловной оптимизации. Многомерный поиск экстремума. (продолжение)
	8	2	Алгоритмы условной оптимизации. Алгоритм Лагранжа.
	9	2	Алгоритмы условной оптимизации. Алгоритм Лагранжа. (продолжение)
	10	2	Алгоритмы условной оптимизации. Линейное программирование.
	11	2	Алгоритмы условной оптимизации. Линейное программирование. (продолжение)
	12	2	Алгоритмы условной оптимизации. Линеаризация целевой функции и ограничений.
	13	2	Алгоритмы условной оптимизации. Линеаризация целевой функции и ограничений. (продолжение)
	14	2	Алгоритмы условной оптимизации. Штрафные функции.
	15	2	Алгоритмы условной оптимизации. Штрафные функции. (продолжение)
	16	2	Методы приближения функций.
	17	2	Методы приближения функций. (продолжение)
	М3	18	2
19		2	Метод пространства состояний. (продолжение)
20		2	Метод пространства состояний. Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства. (продолжение)
21		2	Метод пространства состояний. Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства. (продолжение)
22		2	Метод пространства состояний. Метод вычисления переходной матрицы.
23		2	Метод пространства состояний. Метод разложения в бесконечный ряд.
24		2	Решение уравнения состояния. Методы вычисления переходной матрицы состояния.
25		2	Решение уравнения состояния. Метод преобразования Лапласа.
26		2	Решение уравнения состояния. Метод Сильвестра. Метод Кэли-Гамильтона.
27		2	Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства. Евклидовы и метрические пространства.
28		2	Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства.

			Евклидовы и метрические пространства. (продолжение)
	29	2	Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства. Линейные преобразования и матрицы.
	30	2	Линейные пространства и матрицы. Линейные векторные пространства. Линейные преобразования и матрицы. (продолжение)
М4	31	2	Вариационные методы оптимизации. Вариационные методы решения экстремальных задач.
	32	2	Вариационные методы оптимизации. Вариационные методы решения экстремальных задач. (продолжение)
	33	2	Вариационные методы оптимизации. Принцип максимума Понтрягина.
	34	2	Вариационные методы оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. (продолжение)
	35	2	Принцип максимума Понтрягина в задаче о быстродействии.
	36	2	Принцип максимума Понтрягина в задаче о быстродействии. (продолжение)
	37	2	Вариационные методы оптимизации. Метод динамического программирования.
	38	2	Вариационные методы оптимизации. Метод динамического программирования. (продолжение)
	39	2	Фазовые портреты оптимальных систем.
	40	2	Фазовые портреты оптимальных систем. (продолжение)

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
М1	1	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
	3	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к контрольной работе №1
М2	3	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
	14	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к контрольной работе №2
	4	Подготовка к зачету
М3	3	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
	13	Подготовка к практическим занятиям
	3	Подготовка к контрольной работе №3
М4	2	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного

		материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
10		Подготовка к практическим занятиям
3		Подготовка к рубежному контролю
3		Подготовка к контрольной работе №4

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Певзнер Л.Д. Теория систем управления. Учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 424 с. - (Электронный ресурс на сайте <http://e.lanbook.com/>).
2. Певзнер Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем. Учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 400 с. - (Электронный ресурс на сайте <http://e.lanbook.com/>).
3. Певзнер Л.Д., Чураков Е.П. Математические основы теории систем. Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2009. - 503 с.
4. Волкова В.Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ. Учебник для вузов. - М.: Юрайт, 2010. - 679с. Шифр 519.7(075.8)-В-676.

Дополнительная литература

1. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С., Парусников Н.А., Тихомиров В.М. Оптимальное управление движением. - М.: Физматлит, 2005. - 376 с.
2. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. Учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с. Шифр 519.85(075.8)-П-166.
3. Бесекерский В.А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления Учеб. пособие. - СПб.: Профессия, 2004. - 752 с. Шифр 658.52.011.56(075.8)-Б-53.
4. Гайдук А.Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB. Учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2011. - 464 с. - (Электронный ресурс на сайте <http://e.lanbook.com/>)
5. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. Учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2013. - 208 с. - (Электронный ресурс на сайте <http://e.lanbook.com/>)

Периодические издания

- 1 Журнал «Автоматика и телемеханика»
- 2 Журнал «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика»
- 3 Журнал «Датчики и системы»

- 4 Журнал «Известия вузов. Приборостроение»
- 5 Реферативные журналы ВИНТИ
- 6 Журнал «Проблемы теории и практики управления»

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. Научная электронная библиотека [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) - <http://elibrary.ru>
2. ЭБС издательства Лань - <http://e.lanbook.com>
3. Научная база данных - <http://www.mathnet.ru>

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Внешние и внутренние демонстрационные материалы:

- Издательство Лань (<http://e.lanbook.com>).
- База данных научной периодики (<http://www.scopus.com>).
- Научная база данных по математике (<http://www.mathnet.ru>).
- Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий с мультимедийным оборудованием.

Учебные аудитории для проведения практических занятий с мультимедийным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, а также занятия в читальном зале библиотеки, где имеются литература как на бумажном носителе, так и в электронном виде.

10. Активные и интерактивные формы проведения занятий

На лекциях по математическим основам теории систем на факультете ИТС используются методы проблемного и развивающего обучения, развитие критического мышления. Реализация достигается акцентированием внимания студентов к постановке проблем, физической и геометрической интерпретации формул и идейным основам доказательства утверждений, анализу условий утверждений. При рассмотрении постановки рекомендуется обращаться к аудитории с вопросами и предложениями студентам указать свой способ решения проблемы. Даже несколько секунд,

предоставленных студентам на размышление, значительно способствует хотя бы у части студентов развитию критического мышления.

На практических занятиях используется интерактивный метод дискуссия. В частности, при проверке правильности выполнения заданий, выданных на самостоятельную работу, а также при тренинге и выработке навыков по решению типовых задач. Реализация интерактивности достигается путем вовлечения аудитории в поиск решения, поиск ошибок, допускаемых при решении. Интерактивность реализуется, если задачу решает не сам преподаватель, а студент у доски, взаимодействуя с преподавателем. В решении задачи, нахождении ошибок в предлагаемых решениях и т.д. должна участвовать вся группа студентов (то, что обычно называлось ранее работой с группой во время проведения занятия, а не с отдельным студентом). Можно рекомендовать вызывать к доске с демонстрацией решения задачи не студента, правильно решившего задачу, а студента, сделавшего ошибки в решении (начавшего неправильно решать задачу) и совместно с группой осуществлять поиск ошибок в решении.

Типовой сценарий практического занятия с использованием метода включает этапы:

1. Постановка задачи.
2. Анализ задачи, выдвижения гипотез и предложений.
3. Обсуждение гипотез и предложений.
4. Выбор и осуществление системы действий и операций по обнаружению искомого (собственно решение).
5. Подведение итогов, обобщение и систематизация.

№ п/п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
8	Практическое занятие 1	Дискуссия: математические модели линейных динамических систем.
9	Практическое занятие 5	Дискуссия: алгоритмы многомерного поиска экстремума.
10	Лекция 3	Проблемная лекция: методы оптимизации систем.
11	Лекция 20	Проблемная лекция: оптимальное управление, принцип максимума Понтрягина.

11. Фонд оценочных средств для проверки сформированности компетенций

№ п/п	Тип ФОС*	Код компетенции/ подкомпетенции	Перечень элементов ФОС
27.04.04 «Управление в технических системах» Программа «Автоматизация и управление в технических системах»			
1	ФОС по подкомпетенции	ПК-1.1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований, используя математический аппарат, характеризующий поведение данной системы.	Контрольная работа Устный опрос Тестовый опрос Комплексное задание

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

12.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина изучается в двух семестрах. В первом семестре еженедельно читаются две лекции, во втором семестре еженедельно читается одна лекция. Практических занятий проводится в две недели три в течение 1-го и 2-го семестров. Кроме того, еженедельно лектором и преподавателями, ведущими практические занятия, проводятся консультации.

В начале каждого семестра Вам будут предоставлены следующие учебно-методические материалы:

1) план лекций и практических занятий на семестр с указанием тем лекций со ссылками на параграфы или страницы учебников и учебных пособий, содержащих соответствующий материал, темы практических занятий и номера заданий из учебных пособий для решения в аудитории или самостоятельно;

2) список рекомендуемой учебно-методической литературы на семестр;

3) рекомендуемые электронные ресурсы на семестр;

3) график и виды контрольных мероприятий в семестре.

График консультаций сообщается лектором.

Посещение лекций и практических занятий является обязательным. Посещение консультаций необязательное, за исключением тех случаев, когда преподаватель персонально приглашает студента на консультацию.

На лекциях необходимо вести их конспект. Конспект лекций должен быть подробным. Распространенная ошибка студентов – записывать только то, что пишет лектор на доске, более того, часто записи сокращаются до формул, написанных на доске. Считается, что комментарии лектора не имеют большого значения, либо их легко восстановить по формулам. Практика показывает, что это ошибочное мнение и конспект, состоящий из одних формул, бесполезен. Желательно в конспекте оставлять поля для внесения поправок. Также желательно прочитать текст лекций перед соответствующим

практическим занятием, на полях сделать пометки о возникших при чтении вопросах и получить на них ответы на консультации лектора. Если при чтении конспекта лекции не возникает вопросов, то он прочитан невнимательно!

На практических занятиях задавайте вопросы по всем неясным моментам решения заданий, предлагаемых преподавателем или другими студентами. На практических занятиях также задавайте вопросы по всем задачам, которые были заданы для самостоятельного решения, но не были решены.

Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

12.2. Система контроля и оценивания¹

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Структура и график контрольных мероприятий

1-ый семестр

0	ДЗ.1	Домашнее задание	4	2	3
0	ДЗ.2	Домашнее задание	4	2	4
0	КР.1	Контрольная работа	8	4	5
0	ДЗ.3	Домашнее задание	4	2	6
0	ДЗ.4	Домашнее задание	4	2	7
0	ДЗ.5	Домашнее задание	4	2	8
0	П.1	Посещаемость	5	3	8
0	ДЗ.6	Домашнее задание	4	2	9
0	РК.1	Рубежный контроль	10	5	10
0	КР.2	Контрольная работа	8	4	11
0	П.2	Посещаемость	3	1	12
0	ДЗ.7	Домашнее задание	4	2	12
0	ДЗ.8	Домашнее задание	4	2	13
0	КР.3	Контрольная работа	8	4	14
0	Т.1	Тест	8	4	16
0	П.3	Посещаемость	2	1	16
Зачет			16	8	
Сумма			100	50	

2-ой семестр

0	Т.1	Тест	8	4		6
0	А/П.1	Активность/Посещаемость	8	4	Посещаемость	8
0	КР.1	Контрольная работа	10	5		8
0	РК.1	Рубежный контроль	10	5		10
0	КР.2	Контрольная работа	10	5		12
0	А/П.2	Активность/Посещаемость	2	1	Посещаемость	12
0	КР.3	Контрольная работа	10	5		15
0	А/П.3	Активность/Посещаемость	2	1	Посещаемость	16
Экзамен			40	20		
Сумма			100	50		

При достижении обучающимся рейтинга от 51 до 100 баллов включительно при условии выполнения им всех видов контрольных мероприятий и посещения не менее половины лекционных занятий он признается освоившим курс обучения по дисциплине, что фиксируется в виде промежуточной оценки работы в семестре «зачет».

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 16 (16-я неделя зачетная).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по дисциплине за семестр

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

к.т.н., доцент каф. САУиК



С.М.Афонин

Рабочая программа разработана на кафедре САУиК и утверждена на заседании кафедры

«Систем автоматического управления и контроля» (САУиК)

«21» мая 2014г.

Заведующий кафедрой



/А.В.Щагин/

Протокол № 11

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с УООП

Начальник УООП

И.М. Никулина

И.М.Никулина

