

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

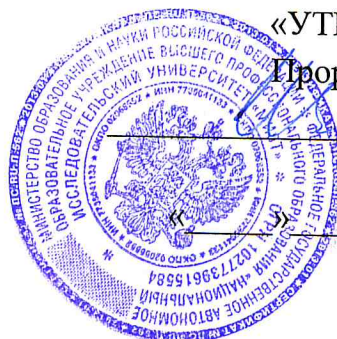
Дата подписания: 04.09.2023 10:55

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf735f1576d76786f8bca852b8d603

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР

И.Г.Игнатова

2014г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ»**

Направления подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

Программа «Автоматизация и управление в технических системах»

квалификация выпускника

«магистр»

курс

1

семестр

1

общая трудоемкость

4 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-2 - способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	ПК-2.1 - способность разрабатывать математические модели исследуемых объектов и процессов с использованием современных теоретических и экспериментальных методов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Математическое моделирование объектов и систем моделирования» входит в базовую 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	4	144	16	-	32	60	Экз (36)
ИТОГО:		4	144	16	-	32	60	36

4. Содержание дисциплины

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	лекции	лабораторные работы	практические занятия (семинары)		
М1. Векторные преобразования и их временное и операторное представление.	8	-	16	27	Контрольная работа
					Рубежный контроль

М2. Замкнутые системы с векторными преобразованиями.	8	-	16	33	Контрольная работа
					Тестовый опрос
					Комплексное задание

4.1 Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Векторные преобразования. Введение, терминология. Понятие вектора, его представление, вращающаяся система координат, неподвижная система координат. Проекция векторов на подвижную и неподвижную системы координат, основные алгебраические свойства.
	2	2	Представление векторных величин как гармонических сигналов. Введение системы координат, работа с проекциями вектора, определение полярной системы координат, параметрическое задание функций, симметричные системы векторов, ортогональные.
	3	2	Преобразование из симметричной системы векторов в ортогональную. Преобразование из трёхфазной системы векторов в двухфазную ортогональную в общем виде. Преобразование Кларке. Общие сведения о методе симметричных компонент, прямая, обратная и нулевая последовательности.
	4	2	Преобразования Парка-Горева. Преобразование из ортогональной системы в скалярные величины – проекции на синхронно вращающуюся систему координат, понятие обобщённого вектора. Задание начальных условий, начальная фаза. Опорный ортогональный сигнал. Прямое и обратное преобразование Парка-Горева. Линейность каскада прямого и обратного преобразований и его основные свойства. Появление второй гармоники в каналах прямой и квадратурной составляющих при отсутствии ортогональности преобразуемого сигнала
М2	5	2	DQ-преобразование в операторной форме. Использование преобразования Лапласа для построения двумерного двусвязного преобразования Парка-Горева в спектрально-операторной форме. Прямое и обратное преобразование в операторной форме. Представление в операторной форме каскада преобразований Кларке и Парка-Горева для трёхфазных систем.
	6	2	Свойства динамических звеньев в каналах DQ прямой и квадратурной составляющих. Основные элементы САП по переменному току. Анализ

			передаточных функций регуляторов по прямой и квадратурной составляющей в каскаде прямого и обратного преобразования Парка-Горева. Наличие комплексно-частотных полюсов передаточных функций по основной гармонике и кратным частотам. Выделение ядра при наличии регулятора в каналах DQ, определение резонансного регулятора. Анализ замкнутых САР с резонансным регулятором конечной и бесконечной добротности.
	7	2	Системы с нулевой ошибкой по синусоидальному сигналу. Анализ простейшей симметричной ортогональной системы регулирования по прямой и квадратурной составляющей при наличии интеграторов в каналах DQ. Взаимосвязь между переменным сигналом задания и заданием постоянных уровней в каналах управления D и Q. Доказательство астатической отработки задания амплитуды и фазы в установившемся режиме. Анализ устойчивости замкнутых САР по переменному току, построение АЧХ, ФЧХ, устранение полюсов в точке основной частоты и её гармоник. Эквивалент DQ-преобразования с ПИ-регулятором в спектрально-операторной форме.
	8	2	Динамика замкнутых САР с векторным управлением. Построение годографов при варьировании параметров регуляторов или объекта управления, наличие перекрёстных обратных связей, методы устранения второй гармоники в каналах управления, симметричные компоненты и методы их разделения в DQ, синтез режекторного фильтра второго порядка, переходные процессы и частотные характеристики в системах регулирования по переменному току и наличием не симметрии в каналах управления. Перекрёстные обратные связи.

4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4.3. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практические занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Векторные преобразования и их реализация в системе Maple.
	2	2	Векторные диаграммы. Представление векторных величин как гармонических сигналов, построение графиков во временном и параметрическом виде.
	3	2	Преобразование Кларке. Преобразование из симметричной системы векторов в ортогональную в общем виде, решение системы уравнений преобразования, доказательство множества решений, введение нулевой последовательности для обеспечения единственности решения.
	4	2	Прямое и обратное преобразования Парка-Горева.

	5	2	Преобразование Лапласа от произведения гармонического сигнала на произвольную функцию. Исследование преобразования Лапласа от произведения синуса и косинуса на произвольную функцию от времени.
	6	2	DQ-преобразование в операторной форме. Составление уравнений для разомкнутой системы, представляющей собой последовательность преобразований из трёхфазной системы в ортогональную (Кларке), из ортогональной вращающейся системы векторов в проекции на синхронно вращающийся базис (Парка-Горева).
	7	2	Спектр амплитудно-модулированного сигнала. Исследование спектра сигнала, содержащего модулирующий и опорные синусоидальные сигналы. Амплитудная модуляция, биения.
	8	2	Поворот вектора в операторной форме. Исследование оператора поворота с примером в численном и аналитическом виде.
М2	9	2	Выделение прямой, обратной и нулевой последовательностей из сигнала в операторной форме. Задание произвольного трёхфазного сигнала в операторной форме, задание операторов поворота и выделение прямой, обратной и нулевой последовательностей.
	10	2	Свойства DQ-преобразования в операторной форме. Рассматривается операторное выражение для выходного сигнала в операторном виде, исследуются его частотные характеристики – АЧХ, ФЧХ. Производится построение временных диаграмм. Аналогично, задаются постоянные воздействия для каналов прямой и квадратурных составляющих (D и Q), производится обратное преобразование Парка-Горева и обратное преобразование Кларке.
	11	2	Динамические звенья в каналах прямой и квадратурной составляющих. Составление уравнений для системы, состоящей из прямого преобразования Парка-Горева с наличием звена первого порядка в общем виде (в частном случае – ПИ-регулятор) в каналах DQ, с управляющим воздействием (сигнал задания на D и Q), обратное преобразование Парка-Горева.
	12	2	Резонансное звено с бесконечной добротностью как эквивалент DQ-преобразования. Составление передаточной функции данного звена с двумя сигналами задания и перекрёстными связями по каналам D и Q, анализ полученных результатов, построение частотных характеристик. Выделение ядра DQ-преобразования в операторной форме. Представление резонансного регулятора, его частотные и временные свойства.
	13	2	Системы с нулевой ошибкой по синусоидальному сигналу. Анализ двумерной системы регулирования по прямой и квадратурным составляющим объектом управления, представляющим собой передаточную функцию первого порядка в виде ФНЧ с заданной постоянной времени.
	14	2	Влияние отклонения от ортогональности. Представление двух идентичных составляющих объекта

			управления и регулятора в каналах прямой и квадратурной составляющих. Влияние отклонения параметров.
	15	2	Динамика замкнутых САР с векторным управлением. Представление объекта управления в виде трёх управляемых источников ЭДС и активно-индуктивной нагрузки, с ПИ регулятором в каналах dq.
	16	2	Многосвязные и многомерные объекты. Уравнения в операторной форме. Системы уравнений регулятора в операторной форме. Перекрёстные обратные связи.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
М1	4	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
	6	Подготовка к рубежному контролю.
	5	Подготовка к контрольной работе.
	12	Подготовка к практическим занятиям.
М2	4	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана).
	4	Подготовка к тестированию.
	5	Подготовка к контрольной работе.
	8	Подготовка и выполнение комплексного задания
	12	Подготовка к практическим занятиям.

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/>):

Модуль 1. Векторные преобразования и их временное и операторное представление.

1. Теоретический материал по модулю 1.
2. Задания для СРС по модулю 1.
3. Список литературы.

Модуль 2. Замкнутые системы с векторными преобразованиями.

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Задания для СРС по модулю 2.
3. Список литературы.

6. Перечень учебной литературы

Основная литература

1. Певзнер Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Л. Д. Певзнер. - СПб. : Лань, 2013. - 400 с. -
2. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления [Текст] : Учеб. пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Лань, 2010. - 224 с.

Дополнительная литература

1. Анатолий Гайдук Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход). ФИЗМАТЛИТ. 2012 г. 360 с
2. Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., О.А. Цуранов Введение в математическое моделирование - Санкт-Петербург: СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 44 с.

Периодические издания

1. Журнал «Автоматика и телемеханика»
2. Журнал «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика»
3. Журнал «Известия вузов. Приборостроение»
4. Реферативные журналы ВИНТИ
5. Журнал «Проблемы теории и практики управления»

7. Перечень ресурсов сети «интернет»

1. ОРОКС – <http://orioks.miet.ru/oroks-miet/srs.shtml>
2. Библиографическая и реферативная база данных научной периодики «Scopus» - www.scopus.com
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru>
4. ЭБС издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>
5. <http://www.fizmat.vspu.ru/books/mapletut/index.html> - краткое пособие по Maple. ВГПУ – 2003. Приведены примеры для работы с системой, представленные шаг за шагом с иллюстрациями работы.
6. <http://www.exponenta.ru/soft/maple/maple.asp> - раздел ресурса «Экспонента»,

посвящённый Maple. Приводится список литературы, учебники, примеры программ.

7. <http://detc.usu.ru/Assets/aMATH0011/soder.htm> - ресурс УГТУ (ЦДО) по системе Maple. Приводится информация о базовых возможностях Maple версии 5. Представлены основные функции для работы с системой, достаточные для начального изучения разделов математики, необходимых для курса моделирования систем.

8. <http://maple.plusby.com/index.html> - иллюстрированный самоучитель в Maple версии 7. Кратко представлены основные возможности системы. Внимание уделяется работе с панелями инструментов.

9. <http://e-sab.narod.ru/Student/sysan.htm> – сайт, на котором можно найти информацию и скрипты Matlab по динамическому программированию, системному анализу и идентификации систем.

8. Перечень информационных технологий

1. Операционные системы Windows XP.
2. Стандартные офисные программы, Microsoft office: Word 2007.
3. Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru>).
4. Программа PowerPoint для создания и демонстрации презентаций, используемых при проведении занятий и для самостоятельной работы

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий с мультимедийным оборудованием.

При проведении практических занятий используется специализированная лаборатория кафедрального уровня, оснащенная IBM PC – совместимыми ПК на которых установлены операционные системы MS Windows XP.

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

10. Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Лекция 1,4,5	Задание для группы в интерактивной форме по написанию скрипта в режиме «задание на доске» - ответ на компьютере
2	Практика 1-16	Проводится полностью в интерактивном формате с написанием команд и их сокращений на доске и действием за компьютером в форме заданий и вопросов, касающихся темы практического занятия.

11. Фонд оценочных средств для проверки сформированности компетенций

№ п/п	Тип ФОС*	Код компетенции/подкомпетенции	Перечень элементов ФОС
1	ФОС по подкомпетенции	ПК-2.1 - способност разрабатывать математическ модели исследуемых объектов процессов с использовани современных теоретических экспериментальных методов	Контрольная работа
			Тестовый опрос
			Рубежный контроль
			Комплексное задание

* *ФОС по компетенции; ФОС по подкомпетенции; ФОС по элементам компетенции*

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

12.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и лабораторных работ обязательно. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором и преподавателем, ведущим семинарские занятия, еженедельно. Их посещают студенты, желающие получить дополнительные знания и умения по предмету дисциплины, а также те, кому необходимо сдать пропущенные контрольные мероприятия.

Совокупность организационных мероприятий по управлению процессом усвоения компетенции дисциплины включает как структурирование содержания дисциплины так и текущий контроль уровня формирования компетенции студентами в рейтинговых баллах.

Дисциплина «Математическое моделирование объектов и систем управления» состоит из двух модулей:

1. Векторные преобразования и их временное и операторное представление..
2. Замкнутые системы с векторными преобразованиями.

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

Для организации учебной работы студентов в начале каждого семестра предоставляются следующие учебно-методические материалы:

- план лекций на семестр с указанием тем лекций;
- график выполнения лабораторных работ;
- график и виды контрольных мероприятий;
- список рекомендуемой учебно-методической литературы;
- рекомендуемые электронные ресурсы, включая «Электронные модули индивидуальной работы студентов» (ЭМИРС), размещенные в сети МИЭТ (<http://orioks.miet.ru/oroks-miet/srs.shtml>).

12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Структура и график контрольных мероприятий

0	ДЗ.1	Домашнее задание	4	2	3
0	ДЗ.2	Домашнее задание	4	2	4
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	КР.1	Контрольная работа	6	3	8
0	П.1	Посещаемость	2	1	8
0	ДЗ.6	Домашнее задание	4	2	9
0	РК.1	Рубежный контроль	6	3	10
0	ДЗ.7	Домашнее задание	4	2	12
0	П.2	Посещаемость	2	1	12
0	ДЗ.8	Домашнее задание	4	2	13
0	КР.3	Контрольная работа	6	3	14
0	Т.1	Тест	4	2	16
0	П.3	Посещаемость	2	1	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 «экзамен».

Дополнительные сведения о системе контроля.

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

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

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

РАЗРАБОТЧИК:

к.т.н., доцент каф. САУиК



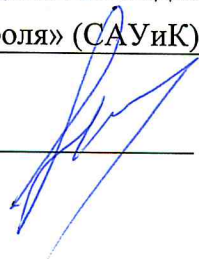
Т.Ю.Жораев

Рабочая программа разработана на кафедре САУиК и утверждена на заседании кафедры
«Систем автоматического управления и контроля» (САУиК)

«21» мая 2014г.

Протокол № 11

Заведующий кафедрой



/А.В.Щагин/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с УООП

/ Начальник УООП



И.М.Никулина

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ

[illegible]