Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 12.11.2026 14:15:24
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«27» марта 2026 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование объектов и систем управления»

Направление подготовки – 27.04.04 «Управление в технических системах»
Направленность (профиль) – «Автоматизация и управление в технических системах»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 009BD2B5B7DC0794F9C207D6C8F586BD59
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 16.06.2026 по 09.09.2027

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	-	**Знает** математический аппарат интегрального и дифференциального исчисления, тригонометрических преобразований, теории функции комплексного переменного, операционного исчисления в части преобразования Лапласа
		Умеет сформулировать задачу управления в операторной форме, синтезировать структуру системы управления с использованием векторных преобразования
		Имеет опыт работы с системой компьютерной алгебры, решения и постановки задач в символическом виде с использованием комплексных величин

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания обязательного минимума содержания в объеме программ дисциплин «Математический анализ», «Теория систем автоматического управления», «Электротехника», «Теория систем автоматического регулирования», в частности нужно знать основные положения теории дифференциального и интегрального исчисления, ряды, уметь формировать системы линейных алгебраических уравнений, иметь опыт построения и исследования математических моделей электротехнических объектов и процессов с использованием оператора Лапласа, системы компьютерной алгебры, критериям устойчивости и характеру переходного процесса с использованием полюсов и нулей передаточной функции.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕТ)	Общая трудоёмкость (часов)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	5	180	16	-	32	96	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
М1. Векторные преобразования и их временное и операторное представление	8	-	16	8	Теоретический опрос
				15	Проверка выполнения типовых практических задач
				10	Контрольная работа №1
М2. Замкнутые системы с векторными преобразованиями	8	-	16	8	Теоретический опрос
				15	Проверка выполнения типовых практических задач
				10	Тестирование по модулю №2
				10	Контрольная работа №2
М1 – М2	-	-	-	20	Защита проектного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Векторные преобразования. Введение, терминология. Вращающаяся и неподвижная системы координат. Проекции векторов на системы координат, основные алгебраические свойства.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	2	2	Представление векторных величин как гармонических сигналов. Симметричные системы векторов, ортогональные. Тригонометрические тождества. Квадратурный демодулятор. Проблема второй гармоники.
	3	2	Выделение амплитуды и фазы синусоидального однофазного сигнала с использованием синтезированного режекторного фильтра второго порядка в символическом виде.
	4	2	Преобразования Парка-Горева. Преобразование из ортогональной системы в скалярные величины. 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.
2	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 САР 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. 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. 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

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			устранения второй гармоники в каналах управления, симметричные компоненты и методы их разделения в DQ, переходные процессы и частотные характеристики в системах регулирования по переменному току и наличием не симметрии в каналах управления. Перекрёстные обратные связи.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Векторные преобразования и их реализация в системе компьютерной алгебры.
	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.
2	9	2	Выделение прямой, обратной и нулевой последовательностей из сигнала в операторной форме. Задание произвольного трёхфазного

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			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.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
М1	8	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	15	Отработка навыков решения типовых практических задач по модулю №1
	10	Подготовка к контрольной работе №1
М2	8	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	15	Отработка навыков решения типовых практических задач по модулю №2
	10	Подготовка к тестированию №1 по модулю №2
	10	Подготовка к контрольной работе №2
М1-М2	20	Выполнение и защита проектного задания

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// URL: , http://orioks.miet.ru/):

Сценарий обучения по дисциплине;

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

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

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе http://orioks.miet.ru/

Модуль 2. Замкнутые системы с векторными преобразованиями.

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Методические указания для СРС по модулю 2.

3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе http://orioks.miet.ru/

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Певзнер Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем: Учеб. пособие / Л. Д. Певзнер. - СПб. :Лань, 2013. - 400 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/10254.

2. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления : Учеб. пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2020. - 220 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/145842 (дата обращения: 24.02.2026). - ISBN 978-5-8114-5816-5 : 0-00. - Текст : электронный.

3. Гайдук, А. Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (Полиномиальный подход) : монография / А. Р. Гайдук. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 360 с. — ISBN 978-5-9221-1424-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59631 (дата обращения: 06.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Введение в математическое моделирование : Учеб.-метод. пособие / Б.А. Вороненко, А.Г. Крысин, В.В. Пеленко, О.А. Цуранов. - СПб. : НИУ ИТМО : ИХиБТ, 2014. - 44 с. - URL : http://books.ifmo.ru/book/1445/vvedenie_v_matematicheskoe_modelirovanie.htm (дата обращения: 23.02.2026). – Режим доступа: свободный. - Текст : электронный.

Нормативная литература

1. ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками) = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [л.]. - URL: http://docs.cntd.ru/document/1200157208 (дата обращения: 24.02.2026). - Текст : электронный.

Периодические издания

1. АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА : Научный журнал / Российская академия наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институт проблем передачи информации РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1936. Ссылка на ресурс: http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7648.

2. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ / ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных

технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО). - СПб. : Университет ИТМО, 1958. Ссылка на ресурс: http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7966.

3. ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ УПРАВЛЕНИЯ [Электронный ресурс] : Международный журнал / Международный НИИ проблем управления. - М., 1983. Ссылка на ресурс: http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8642.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Association for Computing Machinery = ACM : международная организация. - USA, 1947 - . - URL: https://www.acm.org/ (дата обращения: 15.03.2026). - Режим доступа: подписка МИЭТ. - Текст : электронный.
2. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 - . - URL: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp (дата обращения : 28.01.2026). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - Текст : электронный.
3. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 28.01.2026). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
4. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 05.03.2026); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
5. Единое окно доступа к информационным ресурсам : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". – Москва, 2005-2010. - URL: http://window.edu.ru/catalog/ (дата обращения: 28.01.2026).
6. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: https://elibrary.ru (дата обращения: 30.01.2026). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видеолекции, онлайн-тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC, MATLAB
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Математическое моделирование объектов и систем управления» служит для формирования знаний и умений применения математического аппарата интегрального и дифференциального исчисления, тригонометрических преобразований, теории функции комплексного переменного, операционного исчисления в части преобразования Лапласа.

Целями освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем управления» являются формирование у студентов опыта постановки и решения

задачу управления с использованием систем алгебраических уравнений в операторной форме и умения синтезировать структуру системы управления с использованием векторных преобразования.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- выполнить задания практических занятий;
- выполнить и защитить проектное задание;
- принять участие в дискуссиях во время лекций и практических занятий.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, практическим занятиям, использование литературы, интернет-ресурсов при выполнении контрольных работ и проектных заданий.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена, а также публичное представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 60 баллов), и сдача экзамена (максимум 40 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступны в системе ОРИОКС http://orioks.miet.ru/.

При выставлении итоговой оценки, используется шкала, приведенная ниже в таблице.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.  Т.Ю. Жораев

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем управления» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Автоматизация и управление в технических системах» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «25» марта 2026 года, протокол № 6.

Директор Института МПСУ, д.т.н. _____ А.Л. Переверзев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____ И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____ Т.П. Филиппова