

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2025 15:46:52  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d1086810e88211d4692

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

  
И.Г. Игнатова

«07» октября 2020г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование систем управления»

Направление подготовки –27.03.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) – «Технические средства автоматизации и управления»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
<p>ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)</p>	<p>ОПК-2.МСУ Способен формулировать задачи исследования систем автоматического регулирования с применением компьютерных систем символических вычислений, используя требуемые разделы математического анализа, электротехники, электроники</p>	<p><b>Знает</b> основы теории систем автоматического управления, математического анализа в части операционного исчисления, дифференциальных уравнений, теоретических основ электротехники, электроники, информатики.</p>
		<p><b>Умеет</b> использовать математический аппарат для формулирования задач управления в общем виде, применять систему компьютерной алгебры для проведения основных исследований в символическом и численном виде, производить интерпретацию и сравнение полученных результатов.</p>
		<p><b>Имеет опыт</b> программирования на скриптовых языках, использования системы компьютерной алгебры для формулировки задач в математическом виде.</p>
<p>ОПК-6 Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-6.МСУ Способен разрабатывать алгоритмы с применением системы компьютерной алгебры для анализа структуры заданной системы и объекта управления, осуществлять параметрический синтез по заданному критерию оптимальности замкнутой системы.</p>	<p><b>Знает</b> основы теории систем автоматического управления, теоретических основ электротехники, информатики</p> <p><b>Умеет</b> использовать математический аппарат для формулирования задач управления, производить решение в частотной и временной областях, производить варьирование параметров, строить корневой годограф, оптимизировать</p>

		<p>переходной процесс, определять границу между колебательным и апериодическим процессами, область устойчивости в общем виде</p> <p><b>Имеет опыт</b> программирования на скриптовых языках, использования системы компьютерной алгебры для проведения символических и численных расчётов</p>
--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции формируемые следующими дисциплинами: «Математический анализ», «Теория автоматического управления» и «Электротехника».

## 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)		
4	8	4	144	12	12	-	120	ЗаО,КП

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
М1. Система компьютерной алгебры как	6	4	-	10	Теоретический опрос

инструмент символического анализа объектов и систем автоматического регулирующего				10	Выполнение и защита лабораторных работ
				10	Тестирование по модулю №1
М2. Анализ и синтез замкнутых систем регулирующего по заданному критерию качества	6	8	-	10	Теоретический опрос
				30	Выполнение и защита лабораторных работ
				10	Тестирование по модулю №2
М1-М2	-	-	-	40	Выполнение и защита курсового проекта

#### 4.1. Лекционные занятия.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Компьютерная алгебра для решения задач управления. Основные термины и определения. Дерево представления алгебраических выражений. Типы данных, численное представление данных. Символические переменные, присваивание выражений. Равенство и присваивание. Правила работы с выражениями. Подстановки. Списки, массивы, множества. Построение графиков функций. Решение систем алгебраических уравнений.
	2	2	Спектрально-операторная форма представления объекта и системы управления. Формирование и решение уравнений замкнутой системы, нахождение комплексно-частотных и временных характеристик. Объект управления в виде электротехнической схемы. Формирование уравнений в операторной форме с применением правил Кирхгофа. Решение системы уравнений, выбор требуемой переменной состояния. Задание ненулевых начальных условий. Нахождение и анализ КЧХ: АЧХ, ФЧХ, мнимая, действительные части. Введение обратных связей по переменным состояния объекта управления.
	3	2	Системы высокого порядка. Виды годографов. Нахождение корней характеристического полинома. Варьирование параметров объекта или системы управления. Нули и полюса передаточных функций первого, второго и высших порядков. Нахождение нулей и полюсов. Особенности при анализе функций с сильно различающимися постоянными времени. Построение частотного и корневого годографа. Варьирование коэффициентов

			передаточной функции (параметров объекта или системы управления) и построение изменения положения полюсов.
M2	4	2	Параметрический синтез замкнутой системы управления по заданному критерию качества. Частотные и временные критерии. Анализ устойчивости с использованием аналитического решения для передаточных функций первого и второго порядка. Проблема определения знака для определения характера переходного процесса для передаточных функций третьего и четвертого порядка. Численно-аналитические методы для анализа передаточных функций высших порядков. Построение ЛАЧХ. Построение корневого годографа и нахождение границ устойчивости, колебательности. Постоянные времени и частоты переходного процесса исходя из полюсов. Перерегулирование, рациональное расположение полюсов. Аппроксимация переходного процесса с использованием ряда Тейлора для звена второго порядка.
	5	2	Структурный синтез замкнутой системы управления. Системы управления с несколькими сигналами задания. Подчинённое регулирование. Наблюдатель. Анализ системы управления при введении обратных связей переменных состояния. Математическое описание изменяемой структуры объекта или системы управления, предельные соотношения. Исследование систем управления с двумя сигналами задания и перекрёстными обратными связями. Модель объекта управления и влияние отклонения параметров модели от идеальной.
	6	2	Системы управления с запаздыванием. Предиктор Смита. Аппроксимация Паде. Аппроксимация Паде звена запаздывания различных порядков. Устойчивость системы при наличии запаздывания. Влияние запаздывания на устойчивость замкнутой системы при варьировании времени запаздывания. Алгебраическое исключение экспоненциальных функций из знаменателя передаточной функции. Предиктор Смита.

#### 4.2. Практические занятия.

*Не предусмотрены*

#### 4.3. Лабораторные работы.

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
M1	1	4	Основы работы с системой компьютерной алгебры.

M2	2	4	Исследование свойств замкнутой системы регулирования электротехническим объектом управления.
	3	4	Структурный и параметрический синтез замкнутой системы на основе частотных и временных критериев для заданного объекта управления

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
M1	10	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	10	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	10	Подготовка к тестированию №1
M2	10	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	30	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	10	Подготовка к тестированию №2
M1-M2	40	Выполнение и защита курсового проекта

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Синтез замкнутой системы со структурным выбором переменной состояния объекта управления с нахождением коэффициентов системы управления при заданных частотных критериях

2. Синтез замкнутой системы управления на основе выбора структуры регулятора и выбора параметров системы управления при заданных временных критериях.

3. Параметрический синтез системы управления объектом управления имеющего звено запаздывания.

4. Произвести анализ системы высокого порядка с варьированием параметра системы управления, определить требуемые границы устойчивости, характера переходного процесса при изменении параметра объекта управления.

Варианты заданий находятся в методических указаниях студентам УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

## 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/>):

Модуль 1. Система компьютерной алгебры как инструмент символического анализа объектов и систем автоматического регулирования.

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. Анализ и синтез замкнутых систем регулирования по заданному критерию качества.

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. Теория систем управления [Текст] : Учеб. пособие / Л.Д. Певзнер. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2013. - 424 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/68469> (дата обращения: 15.12.2020). - ISBN 978-5-8114-1566-3.
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. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1034-7.
3. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления [Текст] : [учеб. пособие] / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2013. - 752 с. - (Специалист). - ISBN 5-93913-035-6.
4. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2011. - 464 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

URL: <https://e.lanbook.com/book/125741> (дата обращения: 12.11.2020). - ISBN 978-5-8114-1255-6.

### **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: 24.02.2021). - Текст : электронный.

### **Периодические издания**

1. ИЗВЕСТИЯ РАН. ТЕОРИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ [Текст] / РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1963. Ссылка на ресурс: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8642>

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

3. 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>.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. zbMATH Open = The database Zentralblatt MATH : электронная база данных. - Germany : FIZ Karlsruhe, 1931 - . - URL: <https://zbmath.org/> (дата обращения: 15.03.2021). - Режим доступа: свободный. - Текст : электронный.

2. Association for Computing Machinery = ACM : международная организация. - USA, 1947 - . - URL: <https://www.acm.org/> (дата обращения: 15.03.2021). - Режим доступа: подписка МИЭТ. - Текст : электронный.

3. РОССТАНДАРТ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : Официальный портал / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). - М. : Росстандарт, 2004 - . - URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения : 03.02.2021). - Текст : электронный.

4. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - Текст : электронный.

5. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

6. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.



7. Единое окно доступа к информационным ресурсам : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". – Москва, 2005-2010. - URL: <http://window.edu.ru/catalog/> (дата обращения: 28.10.2020).

8. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – 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 подкомпетенции ОПК-2.МСУ Способен формулировать задачи исследования систем автоматического регулирования с применением систем символических вычислений, использовать требуемые разделы математического анализа, электротехники, электроники для представления и постановки задач в заданной форме, применять методы построения моделей, необходимых для решения задач.

ФОС по подкомпетенции ОПК-6.МСУ Способен разрабатывать алгоритмы с применением системы компьютерной алгебры для анализа структуры заданной системы и объекта управления, осуществлять параметрический синтез по заданному критерию оптимальности замкнутой системы как в символическом, так и в численном виде, производить анализ и формулировать критерии в спектрально-операторной и временной областях.

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены 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 «Моделирование систем управления» служит для формирования знаний и умений в области основных задач исследования систем автоматического управления с использованием систем компьютерной алгебры.

Целями освоения учебной дисциплины «Моделирование систем управления» являются формирование у студентов опыта и соответствующих компетенций анализа и синтеза систем автоматического управления в общем виде.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- выполнить и защитить курсовой проект;
- принять участие в дискуссиях во время лекций и лабораторных работ.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, курсовому проекту, использование литературы, интернет-ресурсов.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта с публичным представлением результатов выполнения курсового проекта и заданий СРС на опыт деятельности.

### 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 80 баллов), и сдача зачёта с оценкой (максимум 20 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.

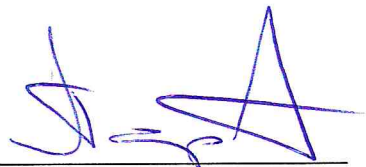


---

Т.Ю. Жораев

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем управления» по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Технические средства автоматизации и управления» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30» сентября 2020 года, протокол № 1.

Директор Института МПСУ, д.т.н.

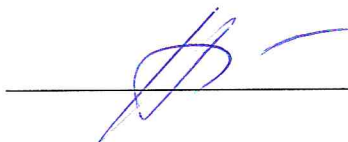


А.Л. Переверзев

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

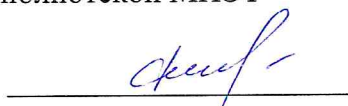
Начальник АНОК



И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



Т.П. Филиппова