

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 25.05.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем*

**Направление подготовки**

*11.04.01 Радиотехника*

**Профиль подготовки**

*Системы и устройства передачи, приема и  
обработки сигналов*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
2	144 / 4	16		16	3,6	0,35	35,95	81,4	Экз.(26,65)
Итого	144 / 4	16		16	3,6	0,35	35,95	81,4	26,65

Муром, 2021 г.

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний, связанных с научными исследованиями с применением цифрового моделирования процессов в радиоэлектронных устройствах.

Задачами дисциплины являются ознакомление и приобщение магистрантов к практической и научно-исследовательской работе по этой тематике.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин направления бакалавриата, таких как «Математика», «Физика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника АЭУ», «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства», «Основы компьютерного проектирования РЭС». Знания, полученные по этой дисциплине, необходимы магистрам при изучении дисциплин «Теория и техника радиолокации и радионавигации», «Цифровые синтезаторы частот», «Научно-исследовательская работа» и выполнении магистерской диссертации.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.3 Применяет методы математического моделирования радиотехнических устройств и систем с использованием современных информационных технологий	знать специализированное программно-математическое обеспечение для проведения компьютерного моделирования радиотехнических устройств и систем (ОПК-3.3)  уметь составлять математические и компьютерные модели радиотехнических устройств и систем с помощью наиболее подходящих методов (ОПК-3.3)  уметь проводить математическое и компьютерное моделирование радиотехнических устройств и систем с целью оптимизации их параметров (ОПК-3.3)	Тесты для текущего контроля знаний.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Понятие о моделировании. Методы синтеза и анализа радиосистем. Формирование математических моделей радиосистем.	2	2							18	тестирование
2	Функциональное моделирование методом несущей.	2	4		4					14	тестирование
3	Функциональное моделирование методом комплексной огибающей.	2	8		8					23	тестирование
4	Моделирование радиосигналов и радиопомех.	2	2		4					26,4	тестирование
Всего за семестр		144	16		16			3,6	0,35	81,4	Экз.(26,65)
Итого		144	16		16			3,6	0,35	81,4	26,65

## **4.1.2. Содержание дисциплины**

### **4.1.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 2**

*Раздел 1. Понятие о моделировании. Методы синтеза и анализа радиосистем. Формирование математических моделей радиосистем.*

##### **Лекция 1.**

Введение. Общие сведения о моделировании: физическое, математическое, полунатурное. Методы исследования радиосистем. Методы анализа: аналитический, экспериментальные. Методы синтеза: математический, инженерный. Описание и математическая модель системы. Описание сообщений и сигналов. Основные принципы перехода от описания радиосистем к ее математической модели. Функциональная схема и особенности моделирования радиосистем на ЭВМ (2 часа).

*Раздел 2. Функциональное моделирование методом несущей.*

##### **Лекция 2.**

Методы моделирования радиосистем. Классификация, краткий обзор. Понятие метода несущей. Функциональное моделирование. Модели сигналов и помех (2 часа).

##### **Лекция 3.**

Модели преобразующей части. Выбор масштабов при функциональном моделировании на несущей частоте. Примеры составления математических моделей радиоустройств по методу несущей (2 часа).

*Раздел 3. Функциональное моделирование методом комплексной огибающей.*

##### **Лекция 4.**

Понятие метода комплексной огибающей. Моделирование сигналов и помех. Моделирование преобразующей части: линейных и нелинейных систем (2 часа).

##### **Лекция 5.**

Классификация нелинейных систем: нелинейные безинерционные, функциональные разомкнутые, функциональные замкнутые, нефункциональные. Моделирование типовых нелинейных преобразований сигналов и помех: детектирование, амплитудное ограничение, преобразование частоты (2 часа).

##### **Лекция 6.**

Цифровые модели непрерывных линейных динамических систем, основанные на дискретной свертке. Цифровые модели линейных динамических систем на основе рекуррентных уравнений. Моделирование узкополосных систем с помощью комплексных рекуррентных разностных уравнений. Алгоритм получения квадратурных составляющих узкополосного сигнала (2 часа).

##### **Лекция 7.**

Алгоритмы цифрового моделирования сигналов и помех. Моделирование функций, зависящих от случайных параметров. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения (2 часа).

*Раздел 4. Моделирование радиосигналов и радиопомех.*

##### **Лекция 8.**

Моделирование нормальных случайных процессов методом скользящего суммирования, с помощью рекуррентных разностных уравнений. Моделирование ненормальных стационарных случайных процессов. Организация расчетов на ЦВМ для вычисления статистических характеристик. Заключение (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

#### **Семестр 2**

*Раздел 2. Функциональное моделирование методом несущей.*

##### **Лабораторная 1.**

Моделирование сигналов и преобразующей части методом несущей (4 часа).

*Раздел 3. Функциональное моделирование методом комплексной огибающей.*

**Лабораторная 2.**

Моделирование сигналов методом комплексной огибающей (4 часа).

**Лабораторная 3.**

Моделирование преобразующей части методом комплексной огибающей (4 часа).

*Раздел 4. Моделирование радиосигналов и радиопомех.*

**Лабораторная 4.**

Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов (4 часа).

**4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Методы исследования, анализа и синтеза: радиосистем.
2. Алгоритмы перехода от описания радиосистем к ее математической модели.
3. Особенности моделирования радиосистем на ЭВМ на основе функциональной схемы.
4. Понятие метода несущей и функционального моделирования.
5. Особенности функционального моделирования на несущей частоте.
6. Классификация нелинейных систем и особенности их моделирования.
7. Моделирование типовых нелинейных преобразований сигналов и помех: детектирование, амплитудное ограничение, преобразование частоты, модуляция.
8. Цифровые модели непрерывных линейных динамических систем на дискретной свертке.
9. Цифровые модели линейных динамических систем на основе рекуррентных уравнений.
10. Алгоритмы цифрового моделирования сигналов и помех.
11. Моделирование функций, зависящих от случайных параметров. Типовые функции.
12. Моделирование нормальных случайных процессов с помощью типовых функций в языках программирования.
13. Вычисление статистических характеристик.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

**4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

**4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

**5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины "Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем" применяется контактная технология преподавания. Выполнение лабораторных работ проводится с помощью компьютерной техники.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

**7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Ромашов В.В., Смирнов М.С. Функциональное моделирование радиоэлектронных устройств: Учебное пособие для студентов образовательных программ 11.03.01 Радиотехника, 11.04.01 Радиотехника, 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи [Электронный ресурс]. – Электрон.текстовые дан. (1,69 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2016. - 1 электрон.опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц

и выше; 512 Мб ОЗУ; WindowsXP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 HighColor (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=15764>

2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Практикум по лабораторным работам / Ромашов В.В., Ромашова Л.В. [Электронный ресурс]. – Электрон.текстовые дан. (1,01 Мб). - Муром.: МИ (филиал) ВлГУ, 2015. – 1 электрон. опт.диск (CD-ROM). - Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; WindowsXP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 HighColor (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=15763>

3. Вершинин, А. С. Моделирование беспроводных систем связи : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / А. С. Вершинин. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 231 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72136.html> (дата обращения: 28.09.2020). - <http://www.iprbookshop.ru/72136.html>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Бакалов В.П. Цифровое моделирование случайных процессов: уч. пособие. – М.: САЙНС-ПРЕСС. – 2002. 5 экз. - 5 экз.

2. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков Моделирование систем. Динамические и гибридные системы: уч. пособие - СПб.: БХВ - Петербург. – 2006. 15 экз. - 15 экз.

3. Радиотехнические и телекоммуникационные системы (журнал ВАК). - [www.rts-md.com](http://www.rts-md.com)

4. Учебно-методическое пособие по курсу Компьютерное моделирование обработки сигналов в информационных системах / составители В. Б. Крейнделин, А. Э. Смирнов, Т. Б. К. Режеб. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 44 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61487.html> (дата обращения: 28.09.2020). - <http://www.iprbookshop.ru/61487.html>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников [www.umur.ru/](http://www.umur.ru/).

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей [http://radiotract.ru/link\\_sprav.html](http://radiotract.ru/link_sprav.html).

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>.

Портал для радиолюбителей <http://www.radioman-portal.ru/>.

Электрические схемы <http://esxema.ru/>.

Программы по радиотехнике и электронике <http://creatiff.realax.ru/?cat=programs&page=progrml>

Программное обеспечение:

Microsoft Office Standard 2010 Open License Pack No Level Academic Edition  
(Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)

MathWorks Academic new Product Concurrent License  
(Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения №1 от 10.01.2014 года)  
MozillaFirefox (MPL)  
AdobeReader XI (Общие условия использования продуктов Adobe)  
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition.500-999 Node 2  
yearEducationalRenewal (продление) (Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения  
№2020.526633 от 23.11.2020 года)  
Microsoft Windows 10 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching  
(Order Number: IM126433))

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

mivlgu.ru  
iprbookshop.ru  
rts-md.com  
umup.ru  
radiottract.ru  
rateli.ru  
radioman-portal.ru  
esxema.ru  
creatiff.realax.ru  
mivlgu.ru/iop

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вычислительный центр кафедры радиотехники  
Рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19" 3 шт.; принтер HP  
P2015dn; сканер Epson V200Photo; маршрутизатор 3Com Switch; проектор NEC; экран  
настенный.ПКDijitech монитор АЛОС 12 шт.

#### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер,

учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.04.01 Радиотехника* и профилю подготовки *Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов*

Рабочую программу составил *д.т.н., профессор Ромашов В.В.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ* протокол №16 от 23 мая 2021 года.

Заведующий кафедрой *РТ* \_\_\_\_\_ *Ромашов В.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета ФРЭКС протокол №9 от 24.05.2021 года.

Председатель комиссии ФРЭКС \_\_\_\_\_ *Колпаков А.А.*  
(Подпись)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Оценочные средства для текущего контроля знаний приведены в Приложении 1.

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест первой контрольной недели	15
Рейтинг-контроль 2	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест второй контрольной недели	15
Рейтинг-контроль 3	3 лабораторных задания, защита 3 лабораторных работ, контрольный тест третьей контрольной недели	20
Посещение занятий студентом	журнал группы	5
Дополнительные баллы (бонусы)	за активность на занятиях	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Учитывается в вопросах тестов	0

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации приведены в Приложении 2.

**Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

На основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов: три вопроса из блока 1, три вопроса из блока 2 и четыре вопроса из блока 3. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента при промежуточной аттестации и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, на основании его формируется индивидуальный экзаменационный рейтинг студента и проставляется итоговая оценка с учетом баллов текущего контроля.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

В чем заключается функциональное моделирование

Наиболее экономичные алгоритмы моделирования детерминированных сигналов

Модель комплексной огибающей шумового процесса

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке

<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=91&category=34215%2C746&qshowtext=0&qshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.