



Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **«Математические методы научных исследований»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи  
направленность (профиль) – Системы, сети и устройства телекоммуникаций  
квалификация – Исследователь. Преподаватель-исследователь  
форма обучения – очная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021





## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1.1 Процесс изучения дисциплины направлен на получение образовательных результатов освоения дисциплины, соответствующих формируемых компетенций:

Код	Содержание компетенций	Результат освоения
ОПК-2	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.	<p><b>Знает:</b> Методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации.</p> <p><b>Умеет:</b> Организовать эксперимент; поставить задание для проведения следовательской работы.</p> <p><b>Владеет:</b> Навыками постановки испытаний устройств радиосвязи; приемами проведения испытаний электронных устройств.</p>
ПК-1	Способность грамотно интерпретировать полученные результаты проведенных исследований, применять математические методы их корректной обработки.	<p><b>Знает:</b> Может анализировать результаты экспериментов и испытаний.</p> <p><b>Умеет:</b> Проводить теоретические оценки величин электронных процессов и взаимодействий в радиотехнических устройствах.</p> <p><b>Владеет:</b> Знаниями принципов действия радиотехнических приборов на основе их математических моделей.</p>
ПК-4	Способность использования методов математического моделирования и создания оригинальных математических моделей при проведении научных исследований, разработке и эксплуатации объектов профессиональной деятельности в области электроники, радиотехники	<p><b>Знает:</b> Методы математического моделирования и их возможности при разработке устройств электроники и радиотехники.</p> <p><b>Умеет:</b> Решать стандартных задачи электроники, радиотехнических устройств</p>

	и системы связи.	методом математического моделирования и разрабатывать объекты профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> Методами математического моделирования при решении стандартных задач полупроводниковой электроники, радиотехники устройств связи.
УК-3	Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.	<b>Знает:</b> Основы математического моделирования объектов профессиональной деятельности, обладает готовностью к работе в исследовательских коллективах по решению научных и научно - образовательных задач. <b>Умеет:</b> Выполнять математическое моделирование ограниченного числа объектов профессиональной деятельности с использованием стандартных пакетов программ, имеет опыт работы в исследовательских коллективах. <b>Владеет:</b> Навыками анализа результатов математического моделирования объектов профессиональной деятельности, имеет навыки работы в исследовательских коллективах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование научных исследований» является ознакомление студентов с физическими основами полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

Дисциплина относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору. Шифр дисциплины в рабочем учебном плане – Б1.В.ДВ.02.02.

Изучение данной дисциплины базируется на материале дисциплины: Б1.В.01 «Исследование операций».

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Семестр 9	Семестр 10	Всего
Лекции, часов					10						<b>10</b>
Лабораторные работы, часов											
Практические занятия, часов					14						<b>14</b>
Всего аудиторных занятий (контактная работа), часов					24						<b>24</b>
- из них в интерактивной форме, часов					10						<b>10</b>
Самостоятельная работа студентов, всего часов					96						<b>96</b>
В том числе:											
Домашняя работа					10						<b>10</b>
Контрольная работа					10						<b>10</b>
Подготовка к практическим занятиям					30						<b>30</b>
Подготовка к зачету					46						<b>46</b>
<b>Контроль</b>					24						<b>24</b>
Общая трудоемкость дисциплины, часов					<b>144</b>						<b>144</b>
<b>Промежуточные формы контроля (обозначить знаком «X»):</b>											
Экзамен											
Зачет					X						
Зачет с оценкой											
Курсовой проект											
Курсовая работа											
Общая трудоемкость дисциплины, З.Е.					4						<b>4</b>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ учеб. недели	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Часов
1	<b>1. Введение. Сущность метода математического моделирования.</b> Цели и задачи курса. Сущность метода математического моделирования. Математическое моделирование как методология решения прикладных задач на ЭВМ. Применение математического моделирования при исследовании, проектировании и управлении.	1
1	<b>2. Основные принципы математического моделирования.</b> Определение математической модели. Типы математических моделей, Требования к математическим моделям: адекватность, универсальность, экономичность. Методы получения математических моделей: теоретический подход, экспериментальный подход. Уравнения математической физики - математические модели физических процессов в сплошных средах.	2
2	<b>3. Численное решение уравнений математической модели.</b> Дискретная математическая модель. Дискретное представление непрерывной переменной и непрерывной функции: сетки, сеточные функции. Аппроксимация дифференциальных операторов для пространственных переменных. Общая схема интегрирования в задачах с начальными условиями. Общая схема интегрирования в задачах с краевыми условиями. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
3	<b>4. Численные методы матричной алгебры.</b> Матрицы, появляющиеся в конечно-разностном исчислении. Связь их свойств с физической природой задачи. Использование свойств разреженных матриц для применения специальных вычислительных алгоритмов. Одномерная краевая задача: одномерное уравнение Пуассона, общая одномерная краевая задача. Задача с начальными условиями: уравнение диффузии (од-	1

	<p>номерный случай, неявная аппроксимация по методу Кранка-Николсона).</p> <p>Метод прогонки для уравнений с трехдиагональной матрицей.</p>	
<b>4</b>	<p><b>5. Моделирование диффузионных процессов</b></p> <p>Диффузионные процессы в физической электронике.</p> <p>Математические модели диффузионных процессов.</p> <p>Постановка задачи. Моделирование диффузионных процессов</p>	1
<b>5</b>	<p><b>6. Моделирование тепловых процессов.</b></p> <p>Математические модели тепловых процессов.</p> <p>Уравнения математической физики параболического и гиперболического типа, возникающие в задачах теплового расчета радиоэлектронных изделий.</p> <p>Процесс переноса теплоты теплопроводностью, теплопередача с излучением, конвективный теплообмен.</p>	1
<b>6</b>	<p><b>7. Моделирование электромагнитных полей.</b></p> <p>Электродинамические задачи в электронике.</p> <p>Внутренние и внешние задачи, их формулировка. Основные принципы экранирования.</p> <p>Математические модели электромагнитных полей в радиоэлектронных изделиях.</p> <p>Моделирование потенциальных полей.</p> <p>Постановка задачи, типы граничных условий для уравнений Лапласа и Пуассона. Численный расчет: разностные схемы, вычислительный алгоритм.</p>	1
<b>7</b>	<p><b>8. Моделирование полупроводниковых структур.</b></p> <p>Определение внутренних и внешних параметров полупроводниковой структуры. Физико-топологическая модель – связь электрических характеристик прибора с параметрами его физической структуры.</p> <p>Математические модели физических процессов в полупроводниках.</p> <p>Уравнение Пуассона, уравнение непрерывности, уравнение плотности тока (уравнение переноса), кинетическое уравнение Больцмана.</p> <p>Основные приближения, используемые при моделировании полупроводниковых структур.</p> <p>Гидродинамическое приближение, квазигидродинамическое приближение, диффузионно-дрейфовое приближение, дрейфовое приближение.</p>	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>10</b>

#### 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрено рабочей программой.

#### 4.3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Объем (час.)
1	2	3	4
1	3	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	2
2	3	Решение дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей	2
3	4-5	Метод прогонки Моделирование диффузии	2
4	6	Моделирование тепловых полей	2
5	7	Моделирование электрических полей	2
6	7	Моделирование волновых процессов в электрических цепях	2
7	8	Моделирование электрических цепей	2
	<b>Итого</b>		<b>14</b>

#### 4.4 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено учебным планом.

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Виды и содержание самостоятельной работы	Количество з/е/часов	Формы контроля
1.	1. Ведение конспекта. 2. Теоретическое изучение. 3. Подготовка к промежуточному контролю	1.28/46	Зачет
2.	1. Подготовка к практическим занятиям 2. Выполнение практических занятий.	1.39/50	1. Входной контроль знаний 2. Решение задач
Всего		2.67/96	

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ (ИНТЕРАКТИВНЫХ) ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема	Объем в часах	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
1	Моделирование полупроводниковых структур	2	лекции	Интерактивная лекция
2	Моделирование электромагнитных полей.	2	лекции	Интерактивная лекция
3	Моделирование тепловых процессов	2	лекции	Интерактивная лекция
4	Численное решение уравнений математической модели	2	лекции	Интерактивная лекция
	Численное решение уравнений математической модели	2	Практическое занятие	Интерактивное занятие
ВСЕГО		10		
Итого (% от аудиторных занятий)		42		

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1 Список основной литературы

1. Шапкин А. С. Математические методы и модели исследования операций: учебник для вузов / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин .- 5-е изд.- М.: Дашков и К, 2011.
2. Павловский Ю. Н. Имитационное моделирование : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский .- 2-е изд., стереотип.- М.: Академия, 2008.
3. Ширяев В. И. Исследование операций и численные методы оптимизации : учеб. пособие для вузов / В. И. Ширяев. - Изд. 3-е, стереотип.- М.: Ком-Книга, 2007.

### 7.2.Список дополнительной литературы

1. Ласковец С. В. Методология научного творчества: учебное пособие. — Москва: ЕАОИ 2010 г. - 32 с. - Электронное издание.
2. Калиткин Н. Численные методы. 2 изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011 г. - 592 с. - Электронное издание. - Гриф НМС по математике.
3. Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учебное пособие / М. А. Фаддеев. - СПб.: Лань, 2008.
4. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований: Учебное пособие для бакалавров, 4-е изд. - Москва: Дашков и К, 2012 г. - 244 с. - Электронное издание.
5. Изюмов А.А. Компьютерные технологии в науке и образовании. - Томск: ТУСУР 2012 г. - 150 с. - Электронное издание.

6. Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: учеб. пособие для вузов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009.
7. Шурыгин А. М. Математические методы прогнозирования: учеб. Пособие для вузов / А. М. Шурыгин. - М.: Горячая линия – Телеком, 2009.- 180 с.
8. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Липатова Н.Г., Черныш А.Я. Применение математических методов при проведении диссертационных исследований. - Москва: Российская таможенная академия 2011 г. - 514 с. - Электронное издание.
9. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. - М.: ИД Форум, 2011. - 368с. - (Высшее образование).
10. Обработка информации и математическое моделирование: Рос. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс] : материалы конф. / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики, Сиб. науч.-техн. об-во радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова. - Новосибирск: СибГУТИ, 2015. - 362 с.
11. Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

### **7.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет-ресурсы).**

1. Официальный сайт UISI.RU/ (дата обращения: 1.09.2015)
2. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ. <http://aur.uisi.ru/> доступ по логину и паролю.
3. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ [http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=](http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=ELLIB&P21DBN=ELLIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=) доступ по логину и паролю/
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) elibrary <http://www.elibrary.ru>

### **7.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Пилипенко Г.И. Математические методы научных исследований: Методические указания по выполнению практических работ / Г.И. Пилипенко – Екатеринбург: УрТИСИ СибГУТИ, 2015. – 25 с.
2. Пилипенко Г.И. Математические методы научных исследований: Методические указания по организации самостоятельной аспирантов / Г.И. Пилипенко – Екатеринбург: УрТИСИ СибГУТИ, 2015 – 15 с.

### **7.5 Перечень наглядных пособий и оборудования**

1. Доска маркерная навесная (1500\*1000)
2. Компьютер персональный S775 Pentium 4 Core 2 Duo 1шт.
3. Компьютер Celeron 430 1,8 GHz (512Мб, 800MHz, EM64T) 22шт.
4. Монитор 17 Samsung 740N LKSB (Silver) (LCD 1280\*1024 TCO-03) 23 шт.
5. Источник бесперебойного питания UPS 800VA Ippon Comfo Black 1 шт.
6. Проектор Sanyo PLC-XW 56 1 шт.

7. Экран настенный 240\*24 1 шт.

**7.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows 7. Коммерческое ПО
2. Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, Агент администрирования Kaspersky Security Center 10: Коммерческое ПО
3. Adobe acrobat reader. Бесплатное ПО
4. Google Chrome. Бесплатное ПО
5. Apache OpenOffice. Бесплатное ПО
6. Единая научно-образовательная электронная среда (Е-НОЭС) УрТИСИ <http://aup.uisi.ru/>

## **8 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ**

8.1 Для проведения **лекционных занятий** по дисциплине (модулю) используется лекционная аудитория 408, УК№1 кафедры ВМФ: 58 – посадочных мест, офисная мебель, доска с поверхн. 3,0\*1 белая (маркерная), рабочее место преподавателя, проекционная аппаратура.

8.2 Для проведения **практических занятий** используется аудитория 405, УК№1 (24 – рабочих места), оснащенная офисной мебелью, доской с поверхн. 1,4\*1,0 белая (маркерная).

8.3 Для **самостоятельной работы** студентов используется лаборатория для самостоятельной работы студентов ауд.314,УК№1, оснащённая проекционным оборудованием, 16-ю рабочими местами с персональными компьютерами. Имеется предоставление удалённого доступа к единой научной образовательной электронной среде.

## **9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1 Подготовка к лекциям**

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

### **9.2 Подготовка к лабораторным работам**

Не предусмотрено учебным планом

### **9.3 Подготовка к практическим занятиям**

Подготовку к практическим занятиям следует начинать с ознакомления плана практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении основной и дополнительной литературы. Новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

### **9.4 Самостоятельная работа студентов**

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки рефератов по заданию преподавателя;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины

плины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

### **9.5 Рекомендации по работе с литературой**

Целесообразно начать с изучения основной литературы в части учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу научных монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках дисциплины, а также официальных интернет-ресурсов, в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

При работе с литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить доклады и презентации к ним;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться словарями и др.

### **9.6 Подготовка к промежуточной аттестации**

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Студентам рекомендуется основное внимание уделить выявлению сущности физических законов и явлений, умению истолковывать физический смысл величин и понятий, а также умению применять теоретический материал к решению задач.

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине «Математические методы научных исследований» проводится в форме зачета.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых расположено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).