

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан \_\_\_\_\_ Матросов В.В.

« 29 » \_\_\_\_\_ июня 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Б1.Б.18 Методы математического моделирования  
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
специалитет  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность  
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы  
Системы подвижной цифровой защищенной связи  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)  
специалист  
(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2019

## Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к базовой части Блока 1 «Обязательные дисциплины». Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц ОПОП по специальности 10.05.02 "Информационная безопасность телекоммуникационных систем". Дисциплина обязательна для освоения в 3 и 4 семестрах.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Методы математического моделирования», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплины «Дискретная математика», «Информатика».

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области теории множеств, студенты владеют основами алгебры логики, инструментами математического анализа, языком программирования C++, Python.

### Целями освоения дисциплины являются:

- Знать основные принципы построения математических моделей;
- Уметь применять методы для проведения численного моделирования телекоммуникационных и физических процессов;
- Уметь выбирать оптимальную модель, оценивать погрешность проведенных численных экспериментов;
- Знать основные алгоритмы обработки данных.

### 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2: - способностью применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач. (этап освоения: базовый)	З1 (ОПК-2): Знать и понимать современный математический аппарат, методы его совершенствования. У1 (ОПК-2): Уметь применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач. В1 (ОПК-2): Владеть опытом применения соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач.
ПСК-8.1: - способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы для обеспечения безопасности	З1 (ПСК-8.1): Знание методов и алгоритмов для обеспечения безопасности СПЦЗС У1 (ПСК-8.1): Умение выбирать методы и

СПЦЗС (этап освоения: начальный, базовый, завершающий)	разрабатывать алгоритмы для обеспечения безопасности СПЦЗС В1 (ПСК-8.1): Владение опытом выбора методов и разработки алгоритмов для обеспечения безопасности СПЦЗС.
--	--

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит после сдачи экзамена по этой дисциплине.

## 2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 99 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 64 часа занятия семинарского типа, в том числе 4 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости, 3 часа – мероприятия промежуточной аттестации), 117 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основы теории моделирования	7		4		4	3
2. Моделирование детерминированных процессов и систем	20		6		6	14
3. Моделирование в условиях неопределенности	20		6		6	14
4. Моделирование с использованием имитационного подхода	20		6		6	14
5. Инструментальные средства моделирования	30		10		10	20
6. Методы решения основных задач линейной алгебры	16	6	6		12	4
7. Численное интегрирование.	14	4	4		8	6
8. Численные методы решения нелинейных	14	4	4		8	6

уравнений						
9. Методы оптимизации	14	4	4		8	6
10. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	22	6	6		12	10
11. Элементы теории разностных схем	18	4	4		8	10
12. Интерполяция и аппроксимация функций	18	4	4		8	10
В т.ч. текущий контроль	4		4		4	
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен						

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на зачете и экзамене

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме практических занятий.

#### **Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций**

##### ***используемые на занятиях лекционного типа:***

- лекции с проблемным изложением учебного материала;
- лекции с детальным объяснением нового материала и его связи с уже пройденным материалом;

##### ***используемые на занятиях практического типа:***

- регламентированная самостоятельная деятельность студентов;
- частично-поисковая деятельность при решении задач повышенной сложности,
- текущий контроль знаний студентов с помощью контрольной работы.

Формой **итогового контроля** знаний студентов по дисциплине являются **зачет и экзамен**, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний, навыки применения алгоритмов и методы их анализа.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

**Самостоятельная работа** студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, а также подготовку к экзамену по указанной дисциплине. При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с написанием программ на языке Matlab, C++ или Python, связанных с применением изученных методов и моделей.

### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

#### **6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

ОПК-2: способность применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач.

Индикаторы Компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо» «не зачтено»	«неудовлетворительно» «не зачтено»	«удовлетворительно» «зачтено»	«хорошо» «зачтено»	«очень хорошо» «зачтено»	«отлично» «зачтено»	«превосходно» «зачтено»
<u>Знания</u> Знать и понимать современный математический аппарат, методы его совершенствования.	Полное отсутствие знаний и понимания математического аппарата анализа алгоритмов	Знание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом грубых ошибок, отсутствие понимания этого аппарата	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с рядом заметных погрешностей	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов с незначительными погрешностями	Знание и понимание основного математического аппарата анализа алгоритмов в без ошибок и погрешностей	Знание и понимание основного и дополнительного математического аппарата анализа алгоритмов в без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач.	Полное отсутствие умения применять математический аппарат анализа алгоритмов.	Отсутствие умения применять математический аппарат анализа алгоритмов.	Умение применять отдельные элементы математического аппарата анализа алгоритмов, но с существенными ошибками.	Умение применять отдельные элементы математического аппарата анализа алгоритмов при наличии незначительных ошибок.	Умение применять математический аппарат анализа алгоритмов для решения поставленных задач при наличии незначительных ошибок.	Умение безошибочно применять математический аппарат анализа алгоритмов для решения профессиональных задач.	Умение выбирать оптимальный математический аппарат анализа алгоритмов и применять его для решения профессиональных задач.
<u>Навыки</u> Владеть опытом применения соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач.	Полное отсутствие навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Отсутствие навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Наличие минимальных навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Посредственное владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Достаточно владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Хорошее владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Всестороннее владение навыками применения математического аппарата анализа алгоритмов.
Шкала оценок по проценту правильно	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

выполненн ых контрольн ых заданий							
--	--	--	--	--	--	--	--

ПСК-8.1: способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы для обеспечения безопасности СПЦЗС.

Индикатор ы Компетенц ии	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо» «не зачтено»	«неудовле творитель но» «не зачтено»	«удовлетво рительно» «зачтено»	«хорошо» «зачтено»	«очень хорошо» «зачтено»	«отлично» «зачтено»	«превосхо дно» «зачтено»
<u>Знания</u> Знание методов и алгоритмов для обеспечени я безопаснос ти СПЦЗС	Полное отсутствие Знаний методов и алгоритмов для обеспечени я безопасност и СПЦЗС	Знание методов и алгоритмо в для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС	Знание и понимание методов и алгоритмов для обеспечени я безопасност и СПЦЗС с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание методов и алгоритмов для обеспечени я безопасност и СПЦЗС с рядом заметных погрешност ей	Знание и понимани е методов и алгоритмо в для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС с незначите льными погрешно стями	Знание и понимани е методов и алгоритмо в для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС без ошибок и погрешно стей	Знание и понимани е методов и алгоритм ов для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС без ошибок и погрешно стей
<u>Умения</u> Умение выбирать методы и разрабатыв ать алгоритмы для обеспечени я безопаснос ти СПЦЗС	Полное отсутствие Умения выбирать методы и разрабатыва ть алгоритмы для обеспечени я безопасност и СПЦЗС.	Отсутстви е Умение выбирать методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС.	Умение выбирать методы и разрабатыва ть алгоритмы для обеспечени я безопасност и СПЦЗС, но с существенн ыми ошибками.	Умение применять отдельные элементы алгоритмы для обеспечени я безопасност и СПЦЗС, при наличии незначитель ных ошибок.	Умение выбирать методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС при наличии незначите льных ошибок.	Умение безошибоч но выбирать методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС	Умение выбирать оптималь ный выбирать методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно сти СПЦЗС
<u>Навыки</u> Владение опытом выбора методов и разработки алгоритмов для обеспечени я безопаснос ти СПЦЗС	Полное отсутствие навыков Выбирать методы и разрабатыва ть алгоритмы для обеспечени я безопасност	Отсутстви е навыков Выбирать методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно сти	Наличие минимáln ых навыков Выбирать методы и разрабатыва ть алгоритмы для обеспечени я безопасност	Посредстве нное владение опытом методы и разрабатыва ть алгоритмы для обеспечени я безопасност	Достаточн ое владение опытом методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я безопасно	Хорошее владение опытом применени я методов и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени я	Всесторо нное владение опытом применени я методы и разрабаты вать алгоритм ы для обеспечени

	и СПЦЗС.	СПЦЗС.	и СПЦЗС.	и СПЦЗС.	сти СПЦЗС	безопасно сти СПЦЗС	ия безопасно сти СПЦЗС.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины в 3 семестре проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом после предварительной подготовки на теоретические вопросы курса и с учетом выполнения практической части курса. По окончании ответа на вопросы билета в рамках тематики курса проводится собеседование в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	<p>Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий</p> <p>Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше</p> <p>Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п.</p> <p>Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.</p> <p>В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p> <p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении практических задач, но при ответах на наводящие вопросы может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>



Незачтено	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p> <p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.</p>
-----------	--

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины в 4 семестре проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом после предварительной подготовки на теоретические вопросы курса и решением практической задачи с последующим его обоснованием. По окончании ответа на вопросы билета в рамках тематики курса проводится собеседование в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	<p>Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий</p>
Отлично	<p>Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше</p>
Очень хорошо	<p>Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п.</p>

	<p>Студент активно работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.</p>
Хорошо	<p>В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.</p>
Удовлетворительно	<p>Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении практических задач, но при ответах на наводящие вопросы может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.</p>
Неудовлетворительно	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.</p>
Плохо	<p>Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.</p> <p>Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.</p>

### 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные опросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания, включающих одну или несколько задач (вопросов).

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются:

- письменные и устные ответы на теоретические вопросы,  
- решение практических задач.

**6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

**Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины: (для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2, ПСК -8.1)**

1. Определение и назначение моделирования. Место моделирования среди методов познания.
2. Определение модели. Свойства моделей.
3. Цели моделирования.
4. Классификация моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование.
5. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Классификация математических моделей.
6. Этапы построения математической модели и примеры моделей.
7. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.
8. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.
9. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели.
10. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
11. Модели материальных тел. Модели механики и механики сплошных сред.
12. Причины появления неопределенностей и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
13. Методы Монте-Карло. Теория случайных блужданий.
14. Особенности моделей, использующих имитационный подход.
15. Клеточные автоматы.
16. Фракталы.
17. Теория систем массового обслуживания.
18. Языки моделирования и их классификация. Дерево решений выбора языка для моделирования системы.
19. Моделирующие комплексы. Сравнение характеристик языков имитационного моделирования.
20. Методы решения основных задач линейной алгебры
21. Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса.
22. LU-разложение.
23. Вычисление определителя и обратной матрицы.
24. Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида.
25. Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости.

26. Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби.
27. Постановка задачи.
28. Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы.
29. Несобственные интегралы
30. Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций.
31. Метод простой итерации.
32. Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай).
33. Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол.
34. Постановка задачи. Минимум функции одного переменного.
35. Метод золотого сечения, деления отрезка пополам.
36. Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства.
37. Рельеф поверхности уровня.
38. Спуск по координатам.
39. Градиентные методы. Наискорейший спуск.
40. Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства.
41. Метод сопряженных градиентов.
42. Условный экстремум. Метод штрафных функций
43. Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций.
44. Метод Ритца.
45. Линейное программирование. Симплекс- метод.
46. Одношаговые методы.
47. Метод Рунге-Кутты и его модификации.
48. Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем.
49. Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным.
50. Сходимость и порядок точности разностной схемы.
51. Методы построения разностных схем. Консервативные схемы.
52. Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы.
53. Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний.
54. Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция.
55. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
56. Интерполяционный многочлен Ньютона.
57. Сплайн-интерполяция.
58. Среднеквадратичная аппроксимация.
59. Системы ортогональных полиномов.
60. Метод наименьших квадратов.

Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Методы математического моделирования»

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.

Положение «О фонде оценочных средств», утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. №247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. — М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 440 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1988. 133 с.
3. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. — М.: Телеком, 2003, 592 с.
6. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. -М.:Наука,2012.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М.:Наука,2011.-432с.

б) дополнительная литература:

3. Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Т.1,2 - М.: Мир, 1990.
4. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.:Наука,1989.-608с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Visual Studio 8 и выше, пакет Matlab,

<https://www.python.org/>

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует полный комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Авторы - \_\_\_\_\_ Лапинова С.А.

\_\_\_\_\_ Жуков С.Н.

Рецензент \_\_\_\_\_ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Дубков А.А.

\_\_\_\_\_ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» июня 2020 года, протокол № 03/20 .