

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

**Радиофизический факультет**  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Вычислительные методы**  
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

**02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»**  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Информационные системы и технологии**  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**Бакалавр**  
(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**Очная**  
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

## **1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Вычислительные методы» относится к базовой части Блока 1 «Обязательные дисциплины». Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы ОПОП по специальности 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Дисциплина обязательна для освоения в 4 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Вычислительные методы», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплины «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Языки программирования».

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.

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

<b>Формируемые компетенции</b> (Код компетенции, этап формирования)	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<p>ОПК-2. Способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий.</p> <p>Этап формирования начальный</p>	<p>31 (ОПК-2). <u>Знать</u> методы приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современные образовательных и информационных технологий.</p> <p>У1 (ОПК-2). <u>Уметь</u> осуществлять и обосновывать выбор информационных технологий баз данных для создания конкурентоспособного программного продукта</p> <p>В1 (ОПК-2). <u>Владеть</u> практическими навыками использования современных средств разработки программного обеспечения, компьютерных и сетевых технологий для решения профессиональных задач</p>
<p>ОПК-3. Способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</p> <p>Этап формирования начальный.</p>	<p>31 (ОПК-3): Знать методы разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, создания информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</p> <p>У1 (ОПК-3): Уметь применять методы разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, создания информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям</p> <p>В1 (ОПК-3): Владеть Опытом применения методов разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, создания информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям.</p>

<b>ОПК-5.</b> Способность инсталлировать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, в том числе отечественного происхождения, с учетом информационной безопасности	ОПК-5.1. Знать (1) источники и классификацию угроз информационной безопасности; (2) состав и назначение функциональных компонентов и программного обеспечения персонального компьютера. ОПК-5.2. Уметь (1) осуществлять анализ помехоустойчивости и пропускной способности каналов; (2) классифицировать защищаемую информацию по видам тайны и степеням конфиденциальности. ОПК-5.3. Владеть (1) опытом применения методов разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, создания информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям; (2). инструментальными средствами программирования.
--	---

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

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 64 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа), 1 час мероприятия текущего контроля успеваемости 43 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)		В том числе										Самостоятельная работа обучающегося, часы	
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы											
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		Занятия лабораторного типа		Консультации		Всего			
	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная	Очная	Заочная		
Тема 1. Методы решения основных задач линейной алгебры	18		4				4						6	
Тема 2. Численное интегрирование.	12		4				4						6	
Тема 3. Численные методы решения нелинейных уравнений	12		4				4						6	
Тема 4. Методы оптимизации	18		4				4						6	
Тема 5. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	18		6				6						6	
Тема 6. Элементы теории разностных схем	12		4				4						7	
Тема 7. Интерполяция и аппроксимация функций	18		6				6						6	
В т.ч. текущий контроль	1						1				1			
Итоговая аттестация - зачёт														

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

#### 4. 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.

**На лекциях** Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса. LU-разложение. Вычисление определителя и обратной матрицы. Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида. Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ.

Достаточные условия сходимости. Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби. Численное интегрирование. Постановка задачи. Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы. Несобственные интегралы. Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций. Метод простой итерации. Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай). Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол. Методы оптимизации Постановка задачи. Минимум функции одного переменного. Метод золотого сечения, деления отрезка пополам. Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства. Рельеф поверхности уровня. Спуск по координатам. Градиентные методы. Наискорейший спуск. Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства. Метод сопряженных градиентов. Условный экстремум. Метод штрафных функций Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций. Метод Рунге. Линейное программирование. Симплекс- метод. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений Одношаговые методы. Метод Рунге-Кутты и его модификации. Элементы теории разностных схем. Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем. Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным. Сходимость и порядок точности разностной схемы. Методы построения разностных схем. Консервативные схемы. Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы. Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний. Интерполяция и аппроксимация функций Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция. Среднеквадратичная аппроксимация. Системы ортогональных полиномов. Метод наименьших квадратов.

**На практических занятиях** более подробно изучается программный материал в плоскости отработки практических умений и навыков и усвоения следующих тем:

1. Нахождение предела последовательности численными методами
2. Решение задач линейной алгебры. Точные и приближенные методы решения линейных систем
3. Численное интегрирование. Метод трапеций, метод Симпсона, метод 3/8.
4. Решение задачи о поиске экстремума функции 2-х переменных.
5. Численные методы решения задачи Коши.
6. Численные методы решения уравнения теплопроводности

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

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**Самостоятельная работа** студентов направлена на выполнение домашних заданий по темам практических занятий, а также подготовку к зачету 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.

**Цель самостоятельной работы** - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

**На семинарских занятиях** студент должен уметь последовательно излагать свои мысли и аргументировано их отстаивать, уметь пользоваться современными прикладными пакетами.

Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- 3) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), 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»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знания</b> Знание методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий	Полное отсутствие знаний и понимания методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных информационных образовательных и информационных технологий	Знание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом грубых ошибок, отсутствие понимания этого аппарата	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом заметных погрешностей	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с незначительными погрешностями	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий без ошибок и погрешностей	Знание и понимание основных и дополнительных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий без ошибок и погрешностей
<b>Умения</b> <i>Уметь</i> приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Полное отсутствие умения приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	Отсутствие умения приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	Умение применять отдельные элементы новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии, но с существенными ошибками.	Умение приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии при наличии незначительных ошибок.	Умение приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии при наличии незначительных ошибок.	Умение безошибочно приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	Умение выбирать оптимальные новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
<b>Навыки</b> <i>Владеть</i> опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Полное отсутствие навыков приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Отсутствие навыков приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Наличие минимальных навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Посредственное владение навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Достаточное владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Хорошее владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Всестороннее владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.
Шкала оценок по проценту правильно	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%



выполненных контрольных заданий							
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

ОПК-3: способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.





глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	глобальных сетей, образовательного контента.	онных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента.	глобальных сетей, образовательного контента	сетей, образовательного контента.	онных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента.	ресурсов глобальных сетей, образовательного контента.	онных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

**ОПК-5:** Способность устанавливать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, в том числе отечественного происхождения, с учетом информационной безопасности

Индикаторы Компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знания</b> Знание методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий	Полное отсутствие знаний и понимания методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий	Знание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом грубых ошибок, отсутствие понимания этого аппарата	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом негрубых ошибок	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с рядом заметных погрешностей	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий с незначительными погрешностями	Знание и понимание основных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий без ошибок и погрешностей	Знание и понимание основных и дополнительных методов приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий без ошибок и погрешностей
<b>Умения</b> <i>Уметь</i> приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Полное отсутствие умения приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Отсутствие умения приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	Умение применять отдельные элементы новых научных и профессиональных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии, но с существенными ошибками.	Умение приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии при наличии незначительных ошибок.	Умение приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии при наличии незначительных ошибок.	Умение безошибочно приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.	Умение выбирать оптимальные новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
<b>Навыки</b> <i>Владеть</i> опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Полное отсутствие навыков приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Отсутствие навыков приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Наличие минимальных навыков применения математического аппарата анализа алгоритмов.	Посредственное владение навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Достаточное владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Хорошее владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.	Всестороннее владение навыками и опытом приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий.
Шкала оценок	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

по проценту правильно выполненных контрольных заданий							
---	--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины 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.

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>

### 6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, 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.**

**Список экзаменационных вопросов по теории (для оценки сформированности знаний компетенции ОПК-2, ОПК-3)**

1. Методы решения основных задач линейной алгебры
2. Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса.
3. LU-разложение.
4. Вычисление определителя и обратной матрицы.
5. Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида.
6. Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости.
7. Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби.
8. Постановка задачи.
9. Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы.
10. Несобственные интегралы
11. Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций.
12. Метод простой итерации.
13. Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай).
14. Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол.
15. Постановка задачи. Минимум функции одного переменного.
16. Метод золотого сечения, деления отрезка пополам.
17. Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства.
18. Рельеф поверхности уровня.
19. Спуск по координатам.
20. Градиентные методы. Наискорейший спуск.
21. Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства.
22. Метод сопряженных градиентов.
23. Условный экстремум. Метод штрафных функций
24. Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций.
25. Метод Ритца.
26. Линейное программирование. Симплекс- метод.
27. Одношаговые методы.



28. Метод Рунге-Кутты и его модификации.
29. Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем.
30. Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным.
31. Сходимость и порядок точности разностной схемы.
32. Методы построения разностных схем. Консервативные схемы.
33. Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы.
34. Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний.
35. Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция.
36. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
37. Интерполяционный многочлен Ньютона.
38. Сплайн-интерполяция.
39. Среднеквадратичная аппроксимация.
40. Системы ортогональных полиномов.
41. Метод наименьших квадратов.

#### **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 №247-ОД.

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

#### **а) основная литература:**

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. -М.:Наука,2008.-512с. (23)
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. -М.:Наука,2012. (200)
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М.:Наука,2011.-432с.(23)

#### **б) дополнительная литература:**

1. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.:Наука,1989.-608с. (24)
2. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. - М.:изд.-во МФТИ,1994.-528с. (4)
3. Красиков И.В., Красикова И.Е. Алгоритмы: как дважды два. - М.: Эксмо, 2006.(0)

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.**

Visual Studio 8 и выше, пакет Matlab,

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

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

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 ОС ННГУ с учетом рекомендаций ОПОП ВО по специальности 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

.

Автор \_\_\_\_\_ Лапинова С.А.

Рецензент \_\_\_\_\_ Пархачев В.В.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 25 мая 2023 № 04/23.