

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт Информационных Технологий, Математики и Механики  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДАЮ:

Декан / директор \_\_\_\_\_

Гергель В.П.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**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

**Инженерия программного обеспечения**

\_\_\_\_\_  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**Бакалавр**

\_\_\_\_\_  
(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**Очная**

\_\_\_\_\_  
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018 год

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Курс «Вычислительные методы» относится к базовой части ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «**02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**». Индекс дисциплины **Б1.Б.11**

Преподается в 5,6 семестрах. Форма отчетности – зачет (5 семестр) и экзамен (6 семестр). Курс подразделяется на 2 раздела: Основы функционального анализа (5 семестр) и Вычислительная математика (6 семестр).

Изложение материала в рамках разработанной программы опирается на такие дисциплины как "Математический анализ", "Алгебра и геометрия", "Дифференциальные уравнения", "Дискретная математика" (теория множеств). В основном лекционное изложение наложило отпечаток на содержание и объем программы. В ней большое место уделено практическим примерам, иллюстрирующим теорию.

### Целями освоения дисциплины являются:

- развитие навыков в постановке задач вычислительной математики;
- освоение основных понятий и фактов из теории приближения функций и ее приложений;
- знание прямых и итерационных методов решения алгебраических задач (нелинейные уравнения с одной переменной, линейные системы уравнений, проблема собственных значений и собственных векторов);
- знание методов приближенного интегрирования, в том числе для различных типов дифференциальных задач (задача Коши, краевые задачи);
- умение применять полученные теоретические знания к решению конкретных задач
- системное изучение проблем, находящихся на стыке классических и компьютерных наук. В частности, это относится к проблематике вычислительной математики, теории линейных и нелинейных интегральных и дифференциальных уравнений, общей теории управления и оптимального управления,
- подготовка фундаментальной базы для изучения дисциплины: «Методы оптимизации» а также различных специальных курсов.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-1</b> способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными	<b>ЗНАТЬ</b> 1. Определение интеграла Лебега, виды пределов в пространствах Лебега. Понятие измеримой функции. 2. Определение метрического пространства, смысл предела в конкретных МП. 3. Понятие предкомпактного и компактного множества 4. Понятие ЛНП, предела в нем. В-пространство. 5. Понятие линейного ограниченного оператора 6. Принцип сжимающих отображений.

<p>технологиями (базовый этап)</p>	<p>7. Понятие ряда итераций и обратного оператора, положительно определенного оператора. 8. Понятие компактного оператора. 9. Определение гильбертова пространства, понятие базиса и ортогонализации. 10. Теорему о разложении элемента в ряд Фурье в сепарабельном бесконечномерном Н-пространстве. 11. Понятие производных по Фреше и Гато, дифференцирование нелинейных интегральных операций. 12. Определение погрешности вычислений и ее составные компоненты. 13. Основные понятия и факты из теории приближения функций (интерполяция, элемент наилучшего приближения). 14. Методы численного дифференцирования и интегрирования. 15. Способы отделения корней и методы приближенного решения нелинейных уравнений с одной переменной. 16. Методы решения задач линейной алгебры, условия сходимости итерационных процессов 17. Основные методы интегрирования дифференциальных задач</p> <p><b>УМЕТЬ</b> Использовать базовые знания в формулировании задач вычислительной математики</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> Базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями</p>
<p><b>ПК-1</b></p> <p>способность к ведению научно-исследовательской деятельности в области фундаментальной информатики и информационных технологий</p> <p>- способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий (ПК-1-1);</p> <p>- способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> Новые математические пакеты для решения вычислительных задач</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> Пользоваться соответствующими математическими пакетами;</p> <p>Применять вычислительные методы к решению задач</p> <p>Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского и производственного коллектива</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> Представлением о применении универсальных математических пакетов для выполнения простых вычислительных операций</p>

исследовательского и производственного коллектива (ПК-1-5).  (базовый этап)	
---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины «Вычислительные методы»

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых

131 час составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

64 часа занятия лекционного типа,

48 часов практические занятия,

16 часов лабораторные занятия,

3 часа мероприятия промежуточной аттестации;

157 часов составляет **самостоятельная работа** обучающегося (в т.ч. включая 36 ч. подготовки к экзамену).

#### Содержание дисциплины «Вычислительные методы»

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение	8	2	2		4	4
2. Интеграл Лебега и Лебеговы пространства	17	5	2		7	10
3. Метрическое пространство (МП) и непрерывные операции	18	6	3		9	9
4. Линейное нормированное пространство (ЛНП) и линейные ограниченные операторы	17	5	2		7	10
5. Гильбертово пространство и самосопряженные операторы	18	6	3		9	9

6. Сильное дифференцирование	11	4	2		6	5
7. Разложение функции в ряд Фурье. Проблема ортогонализации.	18	4	2		6	12
В т.ч.текущий контроль 2ч.						
Промежуточная аттестация –зачёт						
1. Введение.	16	2	2	2	6	10
2. Основы теории погрешности.	16	2	2	2	6	10
3. Способы решения систем линейных уравнений. Оценка «числа шагов».	20	4	4	2	10	10
4. Основы теории приближений. Интерполяция	26	6	6	2	14	12
5.Нелинейные уравнения с одной переменной. Нахождение экстремума.	22	4	4	2	10	12
6. Численные методы линейной алгебры.	25	4	4	2	10	15
7. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	24	4	4	2	10	14
8. Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных	29	6	6	2	14	15
В т.ч.текущий контроль 2ч.						
Промежуточная аттестация – экзамен						

#### 4. Образовательные технологии

Используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий, проектных работ.

**Лекция-информация.** Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

**Практические занятия.** Одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности обучающихся и приобретение умений и навыков. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей нескольких домашних практических работ. На практических занятиях выделяется время для проведения презентации и обсуждения проектных работ.

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

##### 5.1. Виды самостоятельной работы студентов

Выполнение практических заданий.

Выполнение лабораторных работ.  
Подготовка к экзамену.

## 5.2. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов, практические задания для проведения текущего контроля

1. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/245> — Загл. с экрана.
2. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64343> — Загл. с экрана.
3. Функциональный анализ и вычислительная математика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. / Лебедев В.И. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100920.html>
4. Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/54> — Загл. с экрана.
5. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800> — Загл. с экрана.

## 5.3. Вопросы для контроля:

**Задание 1.** Докажите, что уравнение  $f(t) = 0$  имеет единственный вещественный корень. Укажите промежуток длиной 1, содержащий этот корень. Запишите это уравнение в виде  $t = \varphi(t)$ . Организуйте итерационный процесс и укажите число итераций, которое потребуется для вычисления корня с точностью до 0,01. Найдите указанное приближение.

1.  $f(t) = 2t^3 + 3t^2 + 6t + 1$ ;
2.  $f(t) = t^3 + 3t^2 + 12t + 2$ ;
11.  $f(t) = 2t^3 + 3t^2 + 6t - 1$ ;
12.  $f(t) = t^3 + 3t^2 + 12t - 2$ ;

**Задание 2.** Систему линейных уравнений преобразуйте так, чтобы ее можно было решить итерационным методом. Исследуйте характер приближения итераций к точному решению.

1. 
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 3, \\ x_1 - 3x_2 = -2; \end{cases}$$
2. 
$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 = 7, \\ x_1 + 2x_2 = 4; \end{cases}$$
3. 
$$\begin{cases} 10x_1 + x_2 = 11, \\ x_1 + 5x_2 = 6; \end{cases}$$
4. 
$$\begin{cases} x_1 + 10x_2 = 1, \\ 10x_1 + 2x_2 = 10. \end{cases}$$
5. 
$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 = 4, \\ 2x_1 - 3x_2 = -1; \end{cases}$$
6. 
$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 7, \\ 4x_1 + 1x_2 = 9; \end{cases}$$

**Задание 3.** Построить интерполяционный полином Лагранжа и Ньютона.

1.  $y(-1) = -1, y(0) = 1, y(1) = 3, y(2) = 11.$
2.  $y(-1) = -2, y(0) = 1, y(1) = 4, y(2) = 12.$
3.  $y(-1) = -2, y(0) = 1, y(1) = 4, y(2) = 19.$

4.  $y(-1) = 0, y(0) = 1, y(1) = 4, y(2) = 15.$

Задание 4. Решите численно задачу Коши для линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами:

1.  $u'' + 5u' + 4u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -1.$

2.  $u'' + 3u' + 2u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -1.$

3.  $u'' + 8u' + 12u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -2.$

4.  $u'' + 4u' + 4u = 0, u(0) = 1, u'(0) = -2.$

Задание 5. Найти численно определенный интеграл по формуле «левых прямоугольников» и формуле Симпсона. Сравнить и оценить погрешности.

$\int_0^{\pi} \sin x dx$ ; 2.  $\int_0^4 x^4 dx$ ; 3.  $\int_0^6 x dx$ ; 4.  $\int_0^4 (x^2 + x) dx$ .

Задание 6. Зависимость порядка интерполяционного полинома Эрмита от количества начальных точек

Задание 7. Создание «дружелюбного» интерфейса программы

Задание 8. Зависимость коэффициентов канонических полиномов от количества заданных точек

Задание 9. Экстремальное свойство кубического сплайна

**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 (приводятся полные «карты компетенций», в формировании которых участвует дисциплина (модуль) или дается ссылка на них).**

*Оценка уровня формирования компетенции ОПК-1*

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	Плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знать:</b>  1. Определение интеграла Лебега, виды пределов в пространствах Лебега. Понятие измеримой функции. 2. Определение метрического пространства, смысл предела в конкретных МП. 3. Понятие предкомпактного и	Отсутствие знаний основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Фрагментарные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Общие, но не структурированные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Сформированные систематические знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности

<p>компактного множества</p> <p>4. Понятие ЛНП, предела в нем. В-пространство.</p> <p>5. Понятие линейного ограниченного оператора</p> <p>6. Принцип сжимающих отображений.</p> <p>7. Понятие ряда итераций и обратного оператора, положительно определенного оператора.</p> <p>8. Понятие компактного оператора.</p> <p>9. Определен ие гильбертова пространства, понятие базиса и ортогонализации.</p> <p>10. Теорему о разложении элемента в ряд Фурье в сепарабельном бесконечномер ном Н-пространстве.</p> <p>11. Понятие производных по Фреше и Гато, дифференцирование нелинейных интегральных операций.</p> <p>12. Определен ие погрешности вычислений и ее составные компоненты.</p> <p>13. Основные понятия и факты из теории приближения функций (интерполяция, элемент наилучшего приближения.</p> <p>14. Методы численного дифференцирования и интегрирования.</p>					
---	--	--	--	--	--



15. Способы отделения корней и методы приближенного решения нелинейных уравнений с одной переменной. 16. Методы решения задач линейной алгебры, условия сходимости итерационных процессов 17. Основные методы интегрирования дифференциальных задач					
<b>Уметь:</b>  Использовать базовые знания в формулировании задач вычислительной математики	Отсутствие умений использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации
<b>Владеть:</b>  Базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий,	Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить	Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи

связанных с фундаментальной информатикой и информационными технологиями			кие задачи	исследовательские задачи	
---	--	--	------------	--------------------------	--

*Оценка уровня формирования компетенции ПК-1*

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения				
	Плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знать:</b>  Новые математические пакеты для решения вычислительных задач	Отсутствие знаний основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Фрагментарные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Общие, но не структурированные знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности	Сформированные систематические знания основных принципов математических знаний в их логической целостности и последовательности
<b>Уметь:</b>  Пользоваться соответствующими математическими пакетами; Применять вычислительные методы к решению задач  Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского и производственного коллектива	Отсутствие умений использовать основы математических знаний для анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	Частично освоенное умение использовать основы математических знаний для анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации	Сформированное систематическое умение использовать основы математических знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; осуществлять поиск, систематизацию и обобщение информации

<b>Владеть:</b>  Представление о применении универсальных математических пакетов для выполнения простых вычислительных операций	Отсутствие навыков логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	Фрагментарное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	В целом успешное не систематическое владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи	Успешное и последовательное владение способностью логически мыслить, анализировать, ставить исследовательские задачи
---	---	--	--	--	--

## 6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

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

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

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

практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания. Для данной дисциплины предусмотрены комплексные задания в виде двух лабораторных работ.

Оценка	Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	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. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
	Отлично	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. Выполнение контрольных

		экзаменационных заданий на 90% и выше
	Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
	Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
	Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике нормативно-правовой базы валютного регулирования, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Не зачтено	Неудовлетворительно	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. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
	Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.  Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

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

Вопросы для экзамена (например):

1. Нулевая мера. Условие «почти всюду».
2. Определение интеграла Лебега, его свойства. Пространство  $L_2$ .
3. Понятия двойного и повторного интегралов Лебега. Теорема Фубини.
4. Измеримые множества и функции.
5. Определение МП и метрической группы, свойства расстояния.
6. Предел. Смысл предела в некоторых конкретных МП.
7. Плотные множества. Примеры всюду плотных множеств функций.
8. Сепарабельное МП. Сепарабельность подмножества.
9. Сходящиеся в себе последовательности. Полное МП.
10. Непрерывные операции. Липшиц-непрерывные операции.

**Пример экзаменационного билета**

**Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет**

**им. Н.И. Лобачевского**

**Институт ИТММ**

**Кафедра Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа**

**Дисциплина Вычислительные методы**

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Интерполяция. Формула Лагранжа.
2. Методы нахождения собственных значений матрицы и теоремы о них.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

**6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

[http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest\\_stud%202014.pdf](http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf)

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Вычислительные методы»**

### **Основная литература:**

1. Филимоненкова, Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64343> — Загл. с экрана.
2. Волков, Е.А. Численные методы. [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/54> — Загл. с экрана.
3. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1800> — Загл. с экрана.

### **Дополнительная литература:**

1. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/245> — Загл. с экрана.
2. Функциональный анализ и вычислительная математика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. / Лебедев В.И. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100920.html>
3. Треногин В. А. - Функциональный анализ: [учеб. пособие для вузов по специальности "Приклад. математика"]. - М.: Наука, 1980. - 495 с. (33 экз.)

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm>

Общероссийский математический портал, <http://www.lib.unn.ru/er/mathnet.html>

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

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных (Общероссийский математический портал), (с ежегодным обновлением). Учебная и научная литература, учебно-методические материалы, представленные в библиотечном фонде, в электронных библиотеках и на кафедре дифференциальных уравнений, математического и численного анализа. Терминал-класс с подходящим для освоения данной дисциплины программным обеспечением:

- Операционные системы семейства Microsoft Windows, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

- Среда разработки Free Pascal, свободно-распространяемое ПО.
- Среда разработки семейства Microsoft Visual Studio, лицензия по подписке Microsoft Imagine.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению

### **02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии**

Автор: к.ф.-м.н., ст. преподаватель Эгамов А.И.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д.В. Баландин

Программа одобрена методической комиссией Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского

от 20 июня 2018 года, протокол № 10