

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра математического анализа

«Утверждаю»  
Проректор по учебно-  
методической работе  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«23» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.05 Численные методы**

Направление подготовки: **09.03.03 Прикладная информатика**  
Направленность (профиль): **Информационные системы организаций и предприятий**  
Форма обучения: заочная  
Курс – 2  
Семестр – 4  
Всего зачетных единиц – 3, часов – 108  
Форма отчетности: экзамен – 4 семестр

Программу разработала:  
старший преподаватель Богданова Н.Н.

Одобрена на заседании кафедры  
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К.М. Расулов

Смоленск  
2022

**1. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Численные методы» входит в часть блока 1 учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Информационные системы организаций и предприятий»), формируемую участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Численные методы» изучается в 4 семестре и является одной из основных дисциплин, так как завершает математический блок подготовки бакалавра по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Информационные системы организаций и предприятий»).

При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении таких дисциплин, как «Математический анализ», «Алгебра и геометрия» и др. Курс построен так, чтобы углубить и расширить тот объем знаний, который был получен по разделам, связанным с применением численных методов для решения практических задач.

Изучение курса основано на традиционных методах высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами, а также на использовании современных систем компьютерной математики.

В настоящее время математические методы исследования проникают во все области человеческой деятельности. Это повышает интерес к математике со стороны смежных наук, использующих различный объем математических знаний. Кроме того, развитие информационных технологий и систем компьютерной математики, которые применяются для решения многих математических задач, требует алгоритмической четкости при изучении математических дисциплин. Поэтому курс численных методов занимает важное место в ОП направления подготовки «Прикладная информатика».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>Знать:</b> основные принципы и требования системного подхода к решению поставленных задач; <b>Уметь:</b> осуществлять поиск, отбор информации, интерпретировать ее для решения поставленных задач, формировать собственные суждения и убедительно обосновать их; <b>Владеть:</b> навыками сбора, критического анализа и синтеза информации в соответствии с поставленной проблемой.
<b>ПК-1.</b> Способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, собирать детальную информацию, формировать требования к автоматизированной информационной системе (ERP-системе)	<b>Знать:</b> методику проведения обследования организаций с целью выявления информационных потребностей пользователей; требования, предъявляемые к логистической информационной системе; возможности типовых ИС, архитектуру, устройство и функционирование вычислительных сетей, коммуникационное оборудование и сетевые протоколы, теорию баз данных и основы программирования; основы бухгалтерского учета, управления торговлей, поставками, запасами, управления персоналом, управления организацией, экономической теории. <b>Уметь:</b> выявлять информационные потребности пользователей, формулировать требования к логистической информационной системе, осуществлять сбор детальную информации для формализации требований пользователей заказчика. <b>Владеть:</b> методами, способами и инструментами выявления информационных потребностей пользователей,

	методикой обследования организации, навыками по информированию заказчика о возможностях типовых ИС.
<b>ПК-2.</b> Способен проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения и проектировать автоматизированные информационные системы (ERP-системы)	<p><b>Знать:</b> основные принципы и методы описания и анализа прикладной области, информационных потребностей, формирования требований к информационным системам, методы формализации и структурирования данных, основные методы и технологии проектирования информационных систем, возможности типовых ИС, архитектуру, устройство и функционирование вычислительных сетей, коммуникационное оборудование и сетевые протоколы, теорию баз данных и основы программирования.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности и разрабатывать требования к информационным системам, формализовывать и структурировать полученную информацию, осуществлять сравнительный анализ и выбор информационно-коммуникационной технологии для решения поставленных задач, проектировать информационные системы.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации, необходимой для решения поставленных производственных задач, навыками по формализации и структурированию данных, навыками работы с прикладным программным обеспечением для проектирования современных информационных систем.</p>

### 3. Содержание дисциплины

- 1. Математическая модель и погрешности.** Понятиематематической модели и процесс решения прикладных задач. Источники и классификация погрешностей. Элементы теории погрешностей: абсолютная и относительная погрешности приближенных вычислений; значащие цифры; правило округления чисел; погрешности арифметических операций; погрешность произвольной функции. Представление чисел в компьютере и погрешность.
- 2. Методы решения скалярных уравнений и их систем.** Аналитический и графический методы локализации корней. Уточнение корней методами половинного деления, золотого сечения, итераций, хорд, касательных (Ньютона), секущих. Методы итераций и Ньютона решения систем уравнений.
- 3. Вычислительные методы линейной алгебры.** Норма вектора и матрицы. Решение систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами (Гаусса, Крамера, обратной матрицы,  $LU$ -разложения).Решение систем линейных алгебраических уравнений приближенными методами (простых итераций, Ньютона).
- 4. Численные методы поиска экстремума функции.** Поиск экстремума функции одной переменной методами дихотомии. Градиентные методы поиска экстремума функции нескольких переменных.
- 5. Приближение функций.** Интерполяционный многочлен Лагранжа. Остаточный член интерполяционной формулы Лагранжа. Равномерное приближение функций, многочлены Чебышева. Интерполяция сплайнами. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Многочлены наилучшего среднеквадратического приближения.
- 6. Численное интегрирование.** Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Метод Монте-Карло.

7. **Численное дифференцирование.** Графическое дифференцирование. Разностные формулы. Разностные формулы для обыкновенных производных. Разностные формулы для частных производных. Вычисление производных с помощью интерполяционных формул с равномерным и неравномерным распределением узлов. Практическая оценка погрешности.
8. **Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.** Задача Коши. Методы Рунге, Эйлера, Рунге-Кутта. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и уравнений высших порядков. Метод степенных рядов. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.
9. **Уравнения в частных производных.** Метод Фурье. Разностные схемы решения задач математической физики.
10. **Интегральные уравнения.** Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Методы решения уравнений с вырожденными ядрами. Квадратурные способы решения интегральных уравнений.

#### 4. Тематический план

№ п/п	Темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Математическая модель и погрешности	8	-	-	-	8
2.	Методы решения скалярных уравнений и их систем	12	2	-	2	8
3.	Вычислительные методы линейной алгебры	12	2	-	2	8
4.	Численные методы поиска экстремума функции	8	-	-	-	8
5.	Приближение функций	8	-	-	-	8
6.	Численное интегрирование	11	-	-	2	9
7.	Численное дифференцирование	11	-	-	2	9
8.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем	11	2	-	-	9
9.	Уравнения в частных производных	9	-	-	-	9
10.	Интегральные уравнения	9	-	-	-	9
Экзамен		9	-	-	-	9
<b>Всего за семестр</b>		<b>108</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>85+9</b>

#### 5. Виды образовательной деятельности

##### 4 семестр

##### Лекции

**1. Методы решения скалярных уравнений и их систем.** Аналитический и графический методы локализации корней. Уточнение корней методами половинного деления, золотого сечения, итераций, хорд, касательных (Ньютона), секущих. Методы итераций и Ньютона решения систем уравнений.

**2.Вычислительные методы линейной алгебры.** Норма вектора и матрицы. Решение систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами (Гаусса, Крамера, обратной матрицы,  $LU$ -разложения). Решение систем линейных алгебраических уравнений приближенными методами (простых итераций, Ньютона).

**3. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.** Задача Коши. Методы Рунге, Эйлера, Рунге-Кутты. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений и уравнений высших порядков. Метод степенных рядов. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.

### Лабораторные работы

#### Лабораторная работа №1.Решение скалярных уравнений. Методы итераций

1. Какие типы сходимостей итерационных последовательностей Вы знаете? Приведите примеры.
2. Выведите формулу для итерационного процесса Ньютона.
3. В чем состоит геометрический смысл метода Ньютона нахождения корней уравнения? Приведите примеры.
4. Сформулируйте достаточные условия сходимости метода Ньютона к корню уравнения  $f(x) = 0$ . Как оценивается абсолютная погрешность приближенного значения корня?
5. Укажите нулевое приближение к корню уравнения  $x^4 - 2x - 4 = 0$ .
6. Как применяется метод Ньютона к вычислению значений функций? Приведите примеры.
7. В чем состоит метод итераций решения скалярных уравнений?
8. Сформулируйте достаточное условие сходимости метода итераций решения уравнения  $x = \varphi(x)$ . Как оценивается абсолютная погрешность приближенного значения корня?
9. Докажите, что уравнение  $x = a \sin^2 x + b \cos^2 x + g$ , где  $|a - b| < 1$  имеет единственное решение на  $R$ .

#### Лабораторная работа №2.Прямые методы решения систем линейных уравнений

##### Метод последовательных приближений решения систем линейных уравнений

##### Теоретические вопросы

1. Приведите примеры прямых методов решения систем линейных уравнений.
2. Разложите матрицу

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

в произведение нижней и верхней треугольных матриц.

3. Как определяется норма вектора  $x$  в линейном пространстве  $R^n$ ? Найдите норму вектора  $x = (1, -1, 2)$ .
4. Каким образом определяется согласованная норма матрицы  $A$  в линейном пространстве квадратных матриц порядка  $n$ ?
5. Найдите норму матрицы  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ .
6. В чем состоит метод последовательных приближений решения систем линейных уравнений?
7. Сформулируйте достаточные условия сходимости метода итераций решения системы линейных уравнений  $X = CX + D$ . Приведите примеры.
8. Как оценивается абсолютная погрешность приближенного решения системы методом итераций?

### Лабораторная работа №3. Численное интегрирование. Численное дифференцирование

#### Теоретические вопросы

1. В чем состоят методы приближенного вычисления определенных интегралов?
2. Выведите формулу средней точки для приближенного вычисления определенного интеграла.
3. Как оценивается абсолютная погрешность вычислений по формуле средней точки?
4. Сколько элементарных промежутков нужно взять, чтобы вычислить  $\int_1^2 \ln x dx$  с точностью  $\varepsilon = 0,001$ ?
5. Какова формула трапеций для приближенного вычисления определенного интеграла?
6. Какова формула абсолютной погрешности формулы трапеций?
7. Приведите формулу Симпсона для приближенного вычисления определенного интеграла?
8. Как оценивается абсолютная погрешность вычислений по формуле Симпсона?
9. Оцените точность, которую можно гарантировать при вычислении интеграла  $\int_0^1 e^{-x^2} dx$  по формулам трапеций и Симпсона при разбиении промежутка интегрирования на 8 частей.
10. В чем состоит метод Монте-Карло вычисления приближенного значения интегралов и площадей фигур?

### Лабораторная работа №4. Численное дифференцирование

#### Теоретические вопросы

1. Выведите простейшие формулы численного дифференцирования.
2. Как оцениваются абсолютные погрешности простейших формул численного дифференцирования?
3. Как применяется полиномиальная интерполяция для приближения производных функций? Приведите примеры.
4. Запишите формулы приближенного значения производных первого и второго порядка для трех узлов и выведите их остаточный член, используя формулу Тейлора.

#### **Самостоятельная работа.**

##### **Вопросы для самостоятельного изучения**

*Решение скалярных уравнений. Методы дихотомии*

1. Какие методы локализации корней Вы знаете? Приведите примеры.
2. Сформулируйте основные теоремы аналитической локализации корней.
3. Отделите корни уравнения  $x^2 e^x = \pi$ .
4. В чем состоят методы дихотомии?
5. Сформулируйте алгоритм метода половинного деления. Как оценивается абсолютная погрешность приближенного значения корня?
6. Сформулируйте алгоритм метода хорд. Каков критерий завершения алгоритма?
7. Каков геометрический смысл метода хорд решения уравнения  $f(x) = 0$ ?

*Численные методы поиска экстремумов функций одной и нескольких переменных*

1. Какие классические методы нахождения экстремума функций одной переменной Вам известны?
2. Сформулируйте общую схему нахождения экстремума функций одной переменной при помощи численных методов.
3. Каким образом задача отыскания максимум функции сводится к отысканию минимума? Приведите примеры.

4. Опишите алгоритм метода равномерного приближения поиска экстремума функции. Каков критерий останковки алгоритма?
5. В чем состоит метод квадратичной интерполяции. Как применяется этот метод к решению задач нахождения экстремума функций одной переменной?
6. Каков критерий останковки метода квадратичной интерполяции?
7. Сформулируйте алгоритм метода золотого сечения. Каков критерий останковки алгоритма?
8. Какие классические методы нахождения экстремума функций нескольких переменных Вам известны?
9. Сформулируйте общую схему нахождения экстремума функций нескольких переменных при помощи численных методов.
10. Каким образом задача отыскания максимума функции сводится к отысканию минимума? Приведите примеры.
11. Опишите алгоритм градиентного метода поиска экстремума функции нескольких переменных. Каков критерий останковки алгоритма?
12. В чем состоит метод наискорейшего спуска? Как применяется этот метод к решению задач нахождения экстремума функций нескольких переменных?
13. Каков критерий останковки метода наискорейшего спуска?

*Полиномиальная интерполяция. Многочлен Лагранжа*

1. В чем состоит задача интерполяции?
2. Какие способы интерполяции Вам известны? Приведите примеры.
3. Какова задача полиномиальной интерполяции?
4. Что такое базовый многочлен Лагранжа?
5. Каким образом строится интерполяционный многочлен Лагранжа?
6. Сформулируйте теорему о существовании и единственности многочлена Лагранжа.
7. Какова максимальная величина погрешности интерполирования на заданном отрезке  $[a; b]$ ?
8. Для функции  $y = f(x)$ , заданной таблицей

$x$	1	2	3
$y$	-1	0	1

выполните кусочно-линейное интерполирование.

9. Докажите тождество

$$\frac{(x-a)(x-b)}{(c-b)(c-b)} + \frac{(x-a)(x-c)}{(b-a)(b-c)} + \frac{(x-b)(x-c)}{(a-b)(a-c)} = x^2.$$

10. Решите уравнение

$$x^3 - (a+b+c)x^2 + (ab+ac+bc)x - abc = 0.$$

*Решение систем линейных уравнений методом наименьших квадратов. Применение метода наименьших квадратов аппроксимации функций*

1. Как применяется метод наименьших квадратов для решения систем линейных уравнений?
2. Что называется нормальным псевдорешением системы линейных уравнений?
3. В чем различие между интерполяцией и аппроксимацией функций в смысле наименьших квадратов?
4. Как применяется метод наименьших квадратов для аппроксимации таблично заданных функций?
5. Приведите примеры двухпараметрических семейств функций.

## 6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

### 6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация осуществляется на каждом лабораторном занятии в процессе фронтального опроса и выполнения заданий лабораторной работы.

С целью дифференциации уровня подготовки бакалавров и для ликвидации имеющихся при изучении дисциплины задолженностей после каждой лабораторной работы студентам предлагаются тесты, которые размещены в системе дистанционного обучения Смоленского государственного университета.

#### Оценочные средства

##### I. Контрольные вопросы для проверки теоретической подготовки к лабораторному занятию.

Перечень вопросов приводится в планах лабораторных занятий, которые размещены в системе дистанционного обучения Смоленского государственного университета.

##### II. Задания для самостоятельной работы.

Перечень практических заданий для самостоятельной работы приводится в планах лабораторных занятий.

##### III. Тесты по дисциплине.

Проведение текущего контроля осуществляется также посредством проведения тестов после каждой лабораторной работы. Проверка и выставление баллов осуществляется в системе дистанционного обучения Смоленского государственного университета.

#### Критерии оценивания качества теоретической подготовки к лабораторному занятию и выполнения заданий для самостоятельной работы

Оценка	Показатели и критерии оценки лабораторной работы
«отлично»	обучающийся отвечает на все вопросы преподавателя, самостоятельно выделяет необходимые для анализа параметры задачи, свободно использует теоретический материал при анализе задачи, строго придерживается логики анализа и решения задачи, использует научную лексику, может сформулировать суть возникшего при решении задачи затруднения
«хорошо»	обучающийся самостоятельно выделяет необходимые для анализа параметры задачи, привлекает необходимый теоретический материал, использует его (иногда при подсказке преподавателя) при анализе задачи, в целом соблюдает логику анализа и решения задачи, старается использовать профессиональную терминологию; не всегда осознает и может сформулировать суть возникшего при решении задачи затруднения
«удовлетворительно»	обучающийся отвечает не на все вопросы



	преподавателя, выделяет необходимые для анализа параметры задачи (иногда с подсказкой преподавателя), привлекает необходимый теоретический материал, но затрудняется в его использовании при анализе задачи, частично прибегает к ненаучной лексике, испытывает затруднения при формулировке решения
«неудовлетворительно»	обучающийся не выделяет необходимых для анализа параметров задачи, не реагирует на подсказки преподавателя, испытывает серьезные затруднения в привлечении теоретических знаний, необходимых для анализа условия задачи

## 6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется посредством проведения экзамена в 4 семестре.

### Вопросы для подготовки к экзамену и образцы экзаменационных заданий. 4 семестр

#### Вопросы к экзамену

1. Понятие математической модели и процесс решения прикладных задач. Источники и классификация погрешностей.
2. Абсолютная и относительная погрешности приближенных вычислений; значение цифры; правило округления чисел; погрешности арифметических операций; погрешность произвольной функции.
3. Аналитический и графический методы локализации корней скалярного уравнения.
4. Уточнение корней скалярного уравнения методами дихотомии.
5. Уточнение корней скалярного уравнения методом итераций.
6. Уточнение корней скалярного уравнения методом касательных.
7. Методы итераций и Ньютона решения систем уравнений.
8. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
10. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
11. Равномерное приближение функций, многочлены Чебышева.
12. Интерполяционные сплайны.
13. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов.
14. Многочлены наилучших среднеквадратических приближений.
15. Методы поиска экстремума функции одной переменной.
16. Методы поиска экстремума функции нескольких переменных.
17. Разностные формулы для обыкновенных производных. Разностные формулы для частных производных
18. Вычисление производных с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа.
19. Квадратурные формулы прямоугольников.
20. Формула трапеций.
21. Формула Симпсона.
22. Метод Монте-Карло вычисления интегралов.
23. Задача Коши. Метод Рунге-Кутты.
24. Задача Коши. Метод Эйлера.
25. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений.

26. Задача Коши для уравнений высших порядков.
27. Метод степенных рядов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
28. Методы приближенного решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений
29. Методы решения задач для уравнений математической физики.
30. Методы решения интегральных уравнений.

#### Образец экзаменационного задания

1. Разностные схемы решения краевых задач для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка.
2. Методом степенных рядов найти решение следующей краевой задачи:

$$y'' + x^2 y' - (\sin x)y = x + 3, y(0) = 1, y(2) = -1.$$

#### **Критерии оценивания ответа на экзамене**

1. Нормы оценивания ответа

№п/п	Структурная часть билета	Количество баллов
1	Теоретический вопрос	2 балла
2	Математическая модель	1 балл
3	Реализация решения задачи	2 балла

(\*) Возможна градация в 0,25 балла.

2. Шкала оценивания работы:

п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### **7.1. Список основной литературы**

1. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 111 с. — (Серия: Университеты России). — ISBN 978-5-534-04681-6. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88](http://www.biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88).
2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 107 с. — (Серия: Университеты России). — ISBN 978-5-534-04683-0. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14](http://www.biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14).
3. Численные методы: учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.]; под ред. У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 421 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/43F523F2-5AD9-448D-A8FF-212707F6A238](http://www.biblio-online.ru/book/43F523F2-5AD9-448D-A8FF-212707F6A238).
4. Пименов, В. Г. Численные методы: разностные схемы решения уравнений: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 134 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10892-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453444> (дата обращения: 10.09.2020).
5. Емельянов, В. Н. Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — Текст :

электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453264> (дата обращения: 10.09.2020).

## 7.2. Список дополнительной литературы

6. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
7. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Бином, 2008.
8. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М.: Высшая школа. – 2002.
9. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – СПб.: Лань, 2008.
10. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М., Наука, 1978.
11. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989.
12. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений. – М.: Наука, 1978.
13. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. – М.: Научный мир, 2003.
14. Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа. – М.: Академия, 2007.

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Численные методы в системе Mathematica. – Смоленск, ВА ПВО ВС РФ, 2009.
2. Программы с образцами решения задач в системах компьютерной математики, размещенные в системе дистанционного обучения СмолГУ.

## 7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Система дистанционного обучения Смоленского государственного университета <http://cdo.smolgu.ru>
- Электронно-библиотечная система университета <http://biblioteka.smolgu.ru>
- Национальный открытый университет <http://www.intuit.ru>
- Образовательный математический сайт <http://exponenta.ru>
- Общероссийский математический портал <http://www.mathnet.ru>
- Национальная платформа открытого образования <http://www.opened.ru>

## 8. Материально-техническое обеспечение

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется интерактивная доска; проектор; электронная библиотека кафедры, содержащая электронные учебники и задачки; система компьютерной математики Mathematica. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и ресурсами сети Интернет.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине в университете имеется следующая необходимая инструментальная база: учебные аудитории для проведения лабораторных занятий; кабинеты, оборудованные проекторами и электронными досками для проведения лекционных занятий. Имеется кабинет ксерокопирования и кафедральный принтер для подготовки экзаменационных материалов. Доступна электронная библиотека кафедры математического анализа.

Учебная аудитория для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов оснащена следующим оборудованием: стандартная учебная мебель (количество учебных посадочных мест соответствует количеству студентов), стол и стул для преподавателя – по 1 шт., возможно кафедра для лектора – 1 шт., доска настенная – 1 шт., напольный мобильный проекционный экран DA-LITE – 1 шт., мультимедиапроектор BenQ – 1 шт., ноутбук/компьютер – 1 шт., колонки Genius – 1 шт. (например, лекционные и лабораторные занятия проводятся в компьютерной аудитории 233 учебного корпуса № 2 или аудитории 230 учебного корпуса № 2, оснащенной компьютерами).

## 9. Программное обеспечение

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется Информационно-вычислительный центр физико-математического факультета (Положение о Центре утверждено приказом ректора №01-66 от 28.09.2015 г.).

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии обработки данных с помощью прикладных программных продуктов Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint. Осуществляется поиск информации в WWW-пространстве; работа с Web-страницами и социальными ресурсами сети Интернет.

Программное обеспечение: Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), Лицензия 66920993 от 24.05.2016, обновление раз в три года; Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), Лицензия 66975477 от 03.06.2016, обновление раз в три года; Dr. Web Server/Desktop Security Suite (Антивирус) Лицензия EE4E-QN5S-6FG2-N76B (Ежегодное обновление); Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный, Лицензия 1FB6151216081242, ежегодное обновление.

Электронные библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда: электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», Договор № 3074 от 15.11.2017, ежегодное обновление; СДО Русский Moodle 3KL Norm с техническим обслуживанием, Акт на передачу прав №УТДЮ0001785 от 06.12.2016, ежегодное обновление.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022