

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Численные методы»**

**Направление подготовки**  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)**  
«Программирование и технологии искусственного интеллекта»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 12 апреля 2023 г.,  
протокол № 10

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
28 апреля 2023 г.

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Численные методы» — изучение, в рамках общей схемы вычислительного эксперимента, численных методов решения задач возникающих при моделировании процессов в различных областях науки, техники и производства.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы» относится к профессиональному циклу (базовая часть) в силу специфики изучаемого материала, а также ее важности для подготовки специалиста, ее преподавание основывается на знаниях полученных слушателями при изучении дисциплин “Линейная алгебра и геометрия”, “Математический анализ”, “Дифференциальные уравнения” и “Уравнения математической физики”. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины “Численные методы”, используются слушателями при изучении специальных дисциплин и при подготовке выпускной дипломной работы, а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению Прикладная математика и информатика.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	ОПК – 3.1 Владеет знаниями в области теории и методологии математического моделирования ;  ОПК – 3.2 Демонстрирует умение собирать, обрабатывать статистические экспериментальные, теоретические и т.д данные для построения математических моделей, расчетов, конкретных практических выводов ;  ОПК – 3.3 демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности .	<u>Иметь представление</u> - о возможностях применения численных методов при анализе математических моделей; - о подходах к оценке качества этих методов, в частности, оценках погрешности, сходимости и устойчивости методов.  <u>Знать</u> - основные методы интерполирования, численного дифференцирования и интегрирования, численного решения линейных систем и одного нелинейного уравнения, приближенного решения дифференциальных уравнений; - подходы к оценке трудоемкости численных методов.

		<p><u>Уметь</u>  - программно реализовывать на компьютере основные численные методы решения задач;  - выяснять условия устойчивости классических разностных схем.</p> <p><u>Владеть навыками</u>  -освоения новых методов численного анализа и моделирования новых актуальных процессов</p>
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	<b>Общая схема вычислительного эксперимента</b>	6	2		1				
2	<b>Методы приближения функций</b>	6	6		2			1	Задания для самостоятельной работы
3	<b>Интерполяция сплайнами.</b>	6	2		1	1			Задание по лабораторной работе №1
4	<b>Методы приближения производных функций.</b>	6	2		1			2	
5	<b>Численные методы вычисления определенных интегралов</b>	6	4		2			2	Задания для самостоятельной работы
6	<b>Квадратуры Гаусса.</b>	6	2		1	1			Коллоквиум №1
7	<b>Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений</b>	6	4		1			2	Задание по лабораторной работе №2
8	<b>Численные методы решения одного нелинейного уравнения</b>	6	2		1	1		2	Задания для самостоятельной работы
8	<b>Метод итераций решения одного нелинейного уравнения</b>	6	2		2	1		2	Коллоквиум №2

9	<b>Общая схема итерационных методов решения систем нелинейных уравнений</b>	6	4		2				Задание по лабораторной работе №2
10	<b>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</b>	6	6		4	1		1,7	Задания для самостоятельной работы
	Всего за 6 семестр		36		18	5		12,7	Зачет
11	<b>Методы построения разностных схем для решения уравнений в частных производных.</b>	7	2		4	2		4	Задания для самостоятельной работы Задание по лабораторной работе №3
12	<b>Исследование устойчивости разностных схем</b>	7	4		8	2		4	Задание по лабораторной работе №4 Коллоквиум №3
13	<b>Трехслойные разностные схемы</b>	7	4		8	2		4	Задания для самостоятельной работы Коллоквиум №4
	Всего за 7 семестр		18		36	6		12	Экзамен
	Всего		54		54	11		60,7	

Содержание разделов дисциплины:

## **1. Общая схема вычислительного эксперимента**

- 1.1 Погрешность приближенного решения.
- 1.2 Основные требования к вычислительным алгоритмам.

## **2. Методы приближения функций**

- 2.1 Постановка задачи интерполирования.
- 2.2 Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона.
- 2.3 Остаточный член интерполяционной формулы.
- 2.4 Понятие об интерполировании функций нескольких переменных.

## **3. Интерполяция сплайнами**

## **4. Методы приближения производных функций**

- 4.1 Разностные операторы.
- 4.2 Формулы приближенного дифференцирования.
- 4.3 Оценка погрешности.
- 4.3 Численное дифференцирование с помощью интерполяционных полиномов.

## **5. Постановка задачи численного интегрирования**

- 5.1 Формулы прямоугольников.
- 5.2 Формула трапеций.
- 5.3 Формула Симпсона.
- 5.4 Понятие о методе Монте-Карло нахождения приближенного значения определенного интеграла.

## **6. Квадратурные формулы Гаусса**

## **7. Постановка задачи численного решения системы линейных уравнений**

- 7.1 Метод Гаусса.
- 7.2 Оценка трудоемкости метода Гаусса.
- 7.3 Условие применимости метода Гаусса с выбором главного элемента.
- 7.4 Метод квадратного корня.
- 7.5 Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.
- 7.6 Метод итераций решения системы линейных алгебраических уравнений.

- 8. Постановка задачи нахождения приближенного значения корня одного нелинейного уравнения**
  - 8.1 Локализация корней.
  - 8.2 Оценка абсолютной погрешности приближенного корня.
  - 8.3 Метод дихотомии.
  - 8.4 Метод хорд.
  - 8.5 Метод Ньютона.
  - 8.6 Метод итераций.
  - 8.7 Геометрическая интерпретация метода итераций.
- 9. Постановка задачи численного решения системы нелинейных уравнений**
  - 9.1 Общая форма итерационного процесса.
  - 9.2 Итерационные методы решения системы нелинейных уравнений.
- 10. Постановка задачи численного решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений**
  - 10.1 Метод Эйлера.
  - 10.2 Симметричная схема.
  - 10.3 Метод Рунге-Кутты.
  - 10.4 Разностные уравнения первого и второго порядков.
  - 10.5 Методы Рунге-Кутты.
  - 10.6 Многошаговые разностные методы.
- 11. Постановка задачи численного решения задач математической физики.**
  - 11.1 Простейшие методы построения разностных схем.
  - 11.2 Явная и неявная разностная схемы для уравнения теплопроводности.
- 12. Исследование устойчивости сеточных уравнений**
  - 12.1 Устойчивость явной и неявной разностных схем для уравнения теплопроводности.
- 13. Трехслойные разностные схемы.**

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лекция-беседа** или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное программной реализации освоенных методов.

**6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Копченова, Н. В., Вычислительная математика в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 2-е изд., стереотип., СПб., Лань, 2008, 367с
2. Парфенов, П. Г., Численные методы : метод. указания / П. Г. Парфенов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2008, 26с
3. Парфенов, П. Г., Численные методы : метод. указания / П. Г. Парфенов, А. В. Смирнов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2011, 35с
4. Барахнин, В. Б., Введение в численный анализ : учеб. пособие для вузов / В. Б. Барахнин, В. П. Шапеев, СПб., Лань, 2005, 107с.
5. Парфенов, П. Г., Численные методы [Электронный ресурс] : метод. указания / П. Г. Парфенов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2008, 26с.  
<http://www.lib.uni Yar.ac.ru/edocs/iuni/20080403.pdf>
6. Парфенов, П. Г., Численные методы [Электронный ресурс] : метод. указания / П. Г. Парфенов, А. В. Смирнов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2011, 35с.  
<http://www.lib.uni Yar.ac.ru/edocs/iuni/20110409.pdf>
7. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. У. Г. Пирумова. - 5-е изд., перераб. и доп., М., Юрайт, 2018, 421 с

**б) дополнительная литература**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов. – М.: Наука, 1973.
2. Самарский, А. А. Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М.: Наука, 1989.
3. Волков, Е. А. Численные методы / Е. А. Волков. – М.: Наука, 1987.
4. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М.: Наука, 1987.
5. Березин, И. С. Методы вычислений / И. С. Березин, Н. П. Жидков. – М.: Физматлит, 1962.
6. Самарский, А. А. Задачи и упражнения по численным методам: учеб. пособие / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.
7. Стрелков, Н. А. Сборник задач по численным методам / Н. А. Стрелков. – Ярославль, 1988.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).



2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).
4. Среда разработки NetBeans 8.0.3: [www.netbeans.org](http://www.netbeans.org) Доступ свободный
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» (<https://urait.ru/>).
6. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).

#### **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения занятий лекционного типа;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения практических занятий (семинаров);
- компьютерный класс №216 проведения программистских заданий по практике;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебная аудитория №301 на 70 мест с проектором «Асер» для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- фонд библиотеки, компьютерная техника с установленным лицензионным ПО;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше, либо равно числу студентов на потоке, а в аудитории для практических занятий (семинаров) больше, либо равно числу студентов в группе.

Автор(ы) :

Доцент кафедры ТИ, к.ф.-м.н.

(подпись)

\_\_\_\_\_ П.Г.Парфенов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Численные методы»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Источник:** [3]. Парфенов, П. Г., Численные методы : метод. указания / П. Г. Парфенов, А. В. Смирнов ; Яросл. гос. ун-т, Ярославль, ЯрГУ, 2011, 35с

1. Ориентировочный список задач для подготовки к коллоквиуму № 1. ([3], стр.8-9.)
2. Ориентировочный список задач для подготовки к коллоквиуму № 2. ([3], стр.9-11.)
3. Ориентировочный список задач для подготовки к коллоквиуму № 3. ([3], стр.12-14.)
4. Ориентировочный список задач для подготовки к коллоквиуму № 4. ([3], стр.14-18.)
5. Задание для лабораторной работы № 1 «Интерполирование функций». ([3], стр.19-22.)
6. Задание для лабораторной работы № 2 «Численное интегрирование». ([3], стр.22-24.)
7. Исходные данные к лабораторным работам № 1 и 2. ([3], стр.24-25.)
8. Задание для лабораторной работы № 3 «Численное решение систем ОДУ». ([3], стр.26-27.)
9. Исходные данные к лабораторной работе № 3. ([3], стр.28-32.)
10. Задание для лабораторной работы № 4 «Метод итераций». ([3], стр.32-33.)
12. Исходные данные к лабораторной работе № 4. ([3], стр.33-34.)
13. Материалы контрольных тестовых заданий проверки освоения знаний текущего лекционного материала (Конспекты лекций).

**Список вопросов к зачету**

(зачет выставляется по результатам теста и краткого собеседования со студентом после его проверки):

1. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный полином Лагранжа.
2. Интерполяционный полином Ньютона.
3. Остаточный член интерполяционной формулы.
4. Интерполирование функций нескольких переменных, интерполирование сплайнами.
5. Разностные операторы. Формулы приближенного дифференцирования.
6. Постановка задачи численного интегрирования. Формула прямоугольников.
7. Формула трапеций нахождения численного значения определенного интеграла.
8. Формула Симпсона нахождения численного значения определенного интеграла.
9. Квадратурные формулы Гаусса.
10. Постановка задачи нахождения приближенного значения корня одного нелинейного уравнения. Локализация корней.
11. Оценка абсолютной погрешности приближенного корня. Метод дихотомии.
12. Метод хорд.
13. Метод Ньютона.
14. Метод итераций. Геометрическая интерпретация метода итераций..
15. Постановка задачи численного решения системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Оценка трудоемкости метода Гаусса.

16. Условие применимости метода Гаусса с выбором главного элемента.
17. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.

### **Список вопросов к экзамену:**

1. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный полином Лагранжа.
2. Интерполяционный полином Ньютона.
3. Остаточный член интерполяционной формулы.
4. Интерполирование функций нескольких переменных, интерполирование сплайнами.
5. Разностные операторы. Формулы приближенного дифференцирования.
6. Постановка задачи численного интегрирования. Формула прямоугольников.
7. Формула трапеций нахождения численного значения определенного интеграла.
8. Формула Симпсона нахождения численного значения определенного интеграла.
9. Квадратурные формулы Гаусса.
10. Постановка задачи о наилучшем приближении в гильбертовом пространстве. Среднеквадратическое приближение.
11. Существование, единственность и свойства элемента наилучшего приближения.
12. Процедура нахождения элемента наилучшего приближения. Ортогональные полиномы.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Постановка задачи нахождения приближенного значения корня одного нелинейного уравнения. Локализация корней.
15. Оценка абсолютной погрешности приближенного корня. Метод дихотомии.
16. Метод хорд.
17. Метод Ньютона.
18. Метод итераций. Геометрическая интерпретация метода итераций..
19. Постановка задачи численного решения системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Оценка трудоемкости метода Гаусса.
20. Условие применимости метода Гаусса с выбором главного элемента.
21. Обусловленность системы линейных алгебраических уравнений.
22. Метод итераций решения системы линейных алгебраических уравнений.
23. Постановка задачи численного решения системы нелинейных уравнений. Общая форма итерационного процесса.
24. Итерационные методы решения системы нелинейных уравнений.
25. Постановка задачи численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
26. Симметричная схема численного решения задачи Коши.
27. Методы Рунге-Кутты.
28. Разностные уравнения первого и второго порядков.
29. Многошаговые разностные методы.
30. Постановка задачи численного решения задач математической физики. Простейшие методы построения разностных схем.
31. Явная и неявная разностная схемы для уравнения теплопроводности.
32. Исследование устойчивости сеточных уравнений.
33. Устойчивость явной и неявной разностных схем для уравнения теплопроводности.
34. Трехслойные разностные схемы.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Общекультурные компетенции</b>						
ОК-7	Контрольные работы №1, №2, №3 Задания для самостоятельной работы Экзамен Зачет	1 – 17	<u>Знать</u> -об основных трендах развития цифровых технологий в науке, производстве и обществе <u>Уметь</u> -применять численные методы в новых областях науки, производства и общества  <u>Владеть навыками:</u> -самоорганизации и самообразования при освоении новых областей цифровых технологий	1. Освоение в основном поисковых навыков по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в процессе выполнения лабораторных работ.  2. Освоение в основном навыков работы с библиотечными системами по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в	1. Освоение в целом поисковых навыков по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в процессе выполнения лабораторных работ.  2. Освоение в целом навыков работы с библиотечными системами по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в процессе выполнения лабораторных работ.	1. Полное освоение поисковых навыков по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в процессе выполнения лабораторных работ, а также при выполнении индивидуальных заданий.  2. Полное освоение навыков работы с библиотечными системами по темам цифровых методов для усвоения дополнительных вопросов формулируемых на лекциях и возникающих в процессе выполнения лабораторных работ, а также при выполнении индивидуальных заданий.

				процессе выполнения лабораторных работ.		
--	--	--	--	---	--	--

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень

**Профессиональные компетенции**

ПК-2	Контрольные работы №1, №2, №3 Задания для самостоятельной работы Экзамен Зачет	1 – 17	<p><u>Иметь представление</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о возможностях применения численных методов при анализе математических моделей;</li> <li>- о подходах к оценке качества этих методов, в частности, оценках погрешности, сходимости и устойчивости методов.</li> </ul> <p><u>Знать</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы интерполирования, численного дифференцирования и интегрирования, численного решения линейных систем и одного нелинейного уравнения, приближенного решения дифференциальных уравнений;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Освоение в основном знаний методов интерполирования.</li> <li>2. Освоение в основном знаний методов численного дифференцирования.</li> <li>3. Освоение в основном знаний методов численного интегрирования.</li> <li>4. Освоение основ знаний численного решения линейных систем и одного нелинейного уравнения.</li> <li>5. Освоение основных знаний приближенного решения дифференциальных уравнений.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Освоение в целом знаний методов интерполирования.</li> <li>2. Освоение в целом знаний методов численного дифференцирования</li> <li>3. Освоение в целом знаний методов численного интегрирования.</li> <li>4. Освоение в целом основ знаний численного решения линейных систем и одного нелинейного уравнения.</li> <li>5. Освоение в целом основных основ знаний приближенного решения дифференциальных уравнений.</li> <li>6. Освоение в целом основ знаний численного решения разностных уравнений.</li> <li>4. Уметь программно реализовывать на компьютере основные численные методы решения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полное освоение знаний методов интерполирования.</li> <li>2. Полное освоение знаний методов численного дифференцирования</li> <li>3. Полное освоение знаний методов численного интегрирования.</li> <li>4. Полное освоение знаний численного решения линейных систем и одного нелинейного уравнения.</li> <li>5. Полное освоение знаний приближенного решения дифференциальных уравнений.</li> <li>6. Полное освоение знаний численного решения разностных уравнений.</li> <li>7. Уметь программно реализовывать на компьютере основные численные методы решения задач.</li> <li>8. Уметь выяснять условия устойчивости классических</li> </ol>
------	---	--------	--	--	--	---

			<p>- подходы к оценке трудоемкости численных методов.</p> <p><u>Уметь</u></p> <p>- программно реализовывать на компьютере основные численные методы решения задач;</p> <p>- выяснять условия устойчивости классических разностных схем.</p>	задач.	разностных схем.
--	--	--	---	--------	------------------

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

##### **Пороговый уровень (общие характеристики):**

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

##### **Продвинутый уровень (общие характеристики):**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

##### **Высокий уровень (общие характеристики):**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;



- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

### **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Численные методы»**

#### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Численные методы» являются лекции, так как изучение численных алгоритмов требует знания определенного количества теоретического материала, причем в достаточно большом объеме.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. В основном такими задачами являются лабораторные работы, а так же задачи тестового

характера по материалу лекций. Примеры решения задач разбираются на лекциях и предлагаются на коллоквиумах. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Для усвоения материала необходимо в течение всего курса выполнять задания для самостоятельной работы. Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде письменных контрольных работ в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий, которые вызвали затруднения.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается в письменном виде и включает в себя, как теоретические вопросы, так и практические, связанные с написанием программ для лабораторных работ. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Численные методы» самостоятельно студенту довольно сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет и экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»** ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных

и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный [каталог образовательных интернет-ресурсов](#)** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **[Библиотеки вузов.](#)** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «[Книгообеспеченность](#)»** ([http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniylar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «[Книгообеспеченность](#)» доступна в сети университета и через Личный кабинет.