

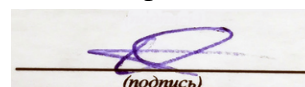
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



И.С.Огнев

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Численные методы»**

Направление подготовки  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)  
«Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 5

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года,

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

- Теоретическая и практическая подготовка к решению задач вычислительной физики в профессиональной деятельности.
- Формирование навыков разработки алгоритмов программной реализации численных решений физических задач.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

- Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 (Дисциплины и модули). Изучается в четвертом семестре.
- Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении модуля «Математика», дисциплины «Информационные технологии и программирование».
- Дисциплина способствует подготовке к решению образовательных задач Блока 2 (Практика).

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП 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>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1</b> Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	<b>ИД-ПК-1.1</b> Умеет строить физические и математические модели процессов, приборов, блоков в области электроники и нанoeлектроники.	<b>Знать:</b> – основные приемы и принципы моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники, способы оценки корректности предлагаемых моделей. <b>Уметь:</b> – разрабатывать и реализовывать численными методами физические и математические модели процессов, приборов, блоков в области электроники и нанoeлектроники.
	<b>ИД-ПК-1.2</b> Обладает навыками компьютерного моделирования.	<b>Владеть навыками:</b> – компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего кон- троля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестацион- ные испыта- тельные	самостоя- тельная работа	
1	Значение цифры и относительная погрешность приближенных чисел, произвольной функции от приближенных чисел.		3	3				6	Контроль самостоятельной работы. Зачетное задание.
2	Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений		4	4		1		8	Контроль самостоятельной работы. Зачетное задание.
3	Интерполяция непрерывных функций многочленами.		5	5		1		10	Контроль самостоятельной работы. Зачетное задание.
4	Численное интегрирование и дифференцирование.		5	5		1		10,7	Контроль самостоятельной работы. Зачетное задание.
	Аттестация						0,3		
	Всего		17	17		3	0,3	34,7	Зачет

#### Содержание разделов дисциплины:

1. Приближенные числа и их абсолютные погрешности. Значение цифры при-  
ближенного числа. Верные значения цифры (верные знаки) приближенного чис-  
ла. Относительная погрешность приближенных чисел. Определение относитель-  
ной погрешности по количеству верных знаков. Определение числа верных зна-  
ков по величине относительной погрешности.
2. Общие сведения об алгебраических уравнениях. Кубическое уравнение. Уравнение  
четвертой степени. Локализация простых действительных корней. алгебраического  
уравнения. Вычисление значения локализованного корня. Корни трансцендентного  
уравнения. Метод итераций.
3. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Кусочная аппроксимация таб-  
лично заданной функции сплайнами второй и третьей степени. Алгоритмы интерполя-  
ции непрерывной функции сплайнами.

4. Численное интегрирование и дифференцирование. Метод Симпсона. Особенности вычисления интегралов в смысле главного значения.

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**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.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний. Практические занятия по механике проходят в форме решения задач с предварительным анализом их условий и последующим анализом результатов.

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для подготовки материалов текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- интерпретатор графики MetaPost;
- Adobe Acrobat Reader.

**7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

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

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Бахвалов, Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.. Численные методы. М.: Наука, 1987. 598 с.
2. Диков А.В. Математическое моделирование и численные методы. [Электронный ресурс] / А.В. Диков; Степанова С. В - Пенза: ПГПУ, 2000. - 162 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (электронный ресурс).
3. Белоножко Д.Ф. Численные методы в задачах: Учебное пособие. Яросл. гос. ун-т. Им. П.Г. Демидова: ЯрГУ 2014. -112 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20140703.pdf> (электронный ресурс).

**б) дополнительная литература**

1. Пирумов У. Г. Численные методы: Учебник и практикум. [Электронный ресурс]/ Пирумов У.Г. - Отв. ред. - 5-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 421. <http://www.biblio-online.ru/book/43F523F2-5AD9-448D-A8FF-212707F6A238> (электронный ресурс).
2. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: Учебник и практикум. [Электронный ресурс] / Зализняк В.Е. - 2-е изд. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 356. <http://www.biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644> (электронный ресурс).

## **9. 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:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Профессор кафедры микроэлектроники  
и общей физики, д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_  
(подпись) С.Б. Московский

**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**

**Контролируемые домашние задания (КСР)**  
*(проверка сформированности ОПК-5, ПК-1,  
идентификаторы: ИД-ОПК-5.1, ИД-ПК-1.1)*

По каждой теме обучающимся даются задания на самостоятельную работу. Осуществляется контроль заданий. Задания состоят из трех-четырёх задач по теме.

**Примерные задачи.**

Задача 2 по теме 1

Частота колебаний мостовой железной балки вычислена с относительной погрешностью 1 % и равна  $f = 5.12...$  колебаний в секунду. Установить число верных знаков в значении  $f$ .

Задача 1 по теме 2

Решить численно уравнение  $2,7 \sin 2x = x$  ( $x \neq 0$ ). Решение округлить до 4 верных знаков.

Задача 4 по теме 3

Аппроксимировать полиномом второго порядка функцию  $y = y(x)$ , по трем узлам на интервале  $x \in [1,3]$  таблично:

$i$	$x_i$	$y_i$
1	1,0	0,5
2	1,3	1,5
3	3,0	5,0

Задача 2 по теме 4

Представить алгоритм численного интегрирования методом Симпсона функции

$$y = \frac{2x^2 + x + 5}{3x^3 + 6}$$

на интервале  $x \in [0,10]$  с шагом  $h = 0,1$ .

Задания оцениваются баллами от 0 до 10 по каждой теме (максимум – 40 баллов).

**Критерии оценки КСР**

«Отлично» - 30-40 баллов;

«Хорошо» - 20-29 баллов;

«Удовлетворительно» - 10-19 баллов;

«Неудовлетворительно» 0-9 баллов.

## **2. Зачетное задание**

*(проверка сформированности ОПК-5, ПК-2,  
идентификаторы: ИД-ОПК-5.1, ИД-ОПК-5.2, ИД-ПК-1.1, ИД-ПК-1.2)*

Каждому обучающемуся выдается индивидуальное задание, предполагающее программную реализацию численного решения. На выполнение задания дается две недели.

### **Типы заданий**

1. Аппроксимировать сплайнами второго порядка таблично заданную функцию (функция задается узлами с непостоянным шагом аргумента). Вычислить на том же интервале аргумента значения аппроксимирующих сплайнов с заданным (постоянным) шагом аргумента.

Таблично задается функция, являющаяся полиномом второго порядка (известным преподавателю, но не известным обучающемуся). При правильном решении результаты должны быть равными значениям полинома в соответствующих точках.

2. Проинтегрировать численно методом Симпсона таблично заданную функцию (функция задается узлами с постоянным шагом аргумента).

Таблично задается функция, являющаяся полиномом второго порядка (известным преподавателю, но не известным обучающемуся). При правильном решении результат должен совпадать с результатом точного аналитического интегрирования.

### **Правила выставления зачетной оценки.**

Оценка «**Зачтено**» ставится при выполнении одного из следующих условий:

1. зачетное задание выполнено полностью без замечаний;
2. зачетное задание выполнено частично при оценке за КСР не ниже «**Удовлетворительно**».

Оценка «**Незачтено**» ставится при невыполнении указанных выше условий.

**Приложение №2**

**к рабочей программе дисциплины «Численные методы»**

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой теоретического изложения учебного материала по дисциплине «Численные методы» является лекционная форма. На практических занятиях анализируется и частично повторяется теоретический материал с элементами опроса студентов и группового обсуждения. Кроме того, на практических занятиях осуществляется самостоятельное и групповое решение задач базового уровня и уровня повышенной сложности. По каждой решенной задаче проводится групповое обсуждение результатов, выяснение их связи с фундаментальными законами физики, на которые опирается решение. В необходимых случаях анализируются предельные переходы.

Основными формами самостоятельной работы студента являются изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов по заданиям для самостоятельной работы, решение задач (домашних заданий).

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы студента – это составление индивидуального расписания, которое должно отражать время занятий, их характер, перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д.

**Рекомендации по самостоятельной работе с источниками информации.**

При работе с литературой и интернет-ресурсами рекомендуется

- читать учебники не подряд (параграф за параграфом), а искать информацию по интересующему вопросу, опираясь на конспект лекций, так как структура и последовательность изложения в лекционном курсе может отличаться от структуры и последовательности материала в учебнике;
- при рассмотрении каждого вопроса по возможности использовать несколько источников, поскольку при сравнении информации из разных источников достигается более глубокое понимание, выявление основных и второстепенных аспектов изучаемого вопроса;
- математические преобразования, изложенные в литературе, проделывать самостоятельно для активного овладения изучаемым вопросом.

**Рекомендации по подготовке к зачету.**

- Основные рекомендации по подготовке к зачету те же, что и по самостоятельной работе в семестре – опираться на конспект лекций, сравнивать изложение вопроса в нескольких источниках информации, самостоятельно проводить математические преобразования.
- Рекомендуется наметить примерный график выполнения зачетного задания, дневную норму с учетом количества дней выполнения задания.
- Желательно соблюдать распорядок дня, вынося основную нагрузку не утренние и дневные часы. Обязательно отводить время на сон, прогулки, регулярное питание.