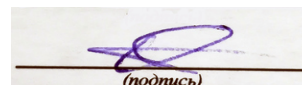


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



И.С. Огнев

23 мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Компьютерные технологии прикладной физики»

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль)
«Интегральная электроника и наноэлектроника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
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 «Компьютерные технологии прикладной физики».

Продemonстрировать возможности универсальной интегрированной системы MathCAD. Познакомить с богатым арсеналом численных и аналитических алгоритмов, графическими средствами MathCAD. Обучить постановке задач в среде MathCAD и технологии их решения. Привить общекультурные навыки пользователя современных программных средств.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Компьютерные технологии прикладной физики» входит в блок курсов по выбору. Она вооружает учащихся знанием мощного программного пакета для оперативного решения на персональном компьютере различных физических задач, развивает воображение и логическое мышление, способствует формированию психологии физика-исследователя.

Данная дисциплина в своей физической составляющей опирается на курсы общей физики «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм». Для её освоения требуется также математическая подготовка по предметам: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Знания и умения, приобретённые при прохождении дисциплины «Компьютерные технологии прикладной физики», могут с успехом использоваться в прикладной физике, электронике и микроэлектронике, а также эффективно применяться при прохождении общего и специальных физических практикумов, подготовке курсовых и выпускных работ.

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

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:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов Обучения
Общепрофессиональные компетенции		

ОПК-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы классической механики, молекулярной физики, термодинамики и электромагнетизма, – основы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – описывать физический объект (или явление) алгебраическими или дифференциальными уравнениями, условиями однозначности, – поставить соответствующую задачу и оценить её решение в простейших (предельных) случаях. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с персональным компьютером и его программным обеспечением, – средствами информационного поиска, – английским языком на достаточном для чтения технических текстов уровне.
Профессиональные компетенции		
ПК-1	Способность 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные операторы и функции MathCAD, – технические средства системы MathCAD. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поставить задачу в среде MathCAD, – выполнять тестовые и серийные вычисления, аналитические преобразования, – подготовить отчёт в текстовом редакторе. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы в системе MathCAD, – численными алгоритмами решения математических задач, – графическими средствами анализа результатов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часов, 2 зачетных единицы.

№ 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	контроль самост. работы	самостоятельная работа	
1	Введение в систему MathCAD	4	1						
2	Техника операций и программирование	4	2	2				3	
3	Графические возможности пакета	4	2	2				3	
4	Решение алгебраических задач	4	2	3			1	4	Учебное задание 1
5	Математический анализ и дифференциальные уравнения	4	2	4			1	4	Учебное задание 2
6	Аппроксимация расчетных и опытных данных	4	3	3			1	4	Учебное задание 3
7	Спектральный анализ числового ряда	4	2	3				4	
8	Статистический анализ случайных данных	4	2	3			1	4	Учебное задание 4
								6	Зачёт
	Всего		18	18			4	32	72

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение в систему MathCAD. Основные компоненты пакета: вычислительный и символьный процессоры, текстовый редактор, интерактивные средства. Интерфейс пользователя. Редактирование формул и текста. Работа с документами.

2. Техника операций и программирование. Переменные и функции. Операторы. Режимы вычислений. Типы данных. Форматирование результатов. Символьные преобразования. Собственный язык программирования. Примеры программирования.

3. Графические возможности пакета. Плоские и квазитрехмерные графики. Карты линий уровня. Форматирование изображений. Средства связи с внешними файлами. Навигация по Центру ресурсов. Оформление документов.

4. Решение алгебраических задач. Встроенные функции для одного уравнения *root* (2 и 4 аргумента) и *polyroots*. Системы уравнений – блок решения (*Given, Find*). Средства локализации корней. Задачи на поиск экстремума (функции *Minimize, Maximize, Minerr*). Символьное решение уравнений (оператор *Find* →).

5. Математический анализ и дифференциальные уравнения. Дифференцирование и интегрирование: численное и символьное. Задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Вычислительный блок (*Given, Odesolve*). Встроенные функции *rkfixed, Rkadapt*. Решение систем уравнений первого порядка.

6. Аппроксимация расчетных и опытных данных. Линейная интерполяция (*interp*). Кубический сплайн (*cspline, interp*). Интерполяция функций нескольких переменных. Линейная (*line, intercept, slope*) и полиномиальная (*regress, loess, interp*) регрессия, в том числе двумерная. Специальные функции *expfit, logfit, pwf* и др. Регрессия общего вида: линейная (*linfit*) и обобщенная (*genfit*). Встроенные функции сглаживания: *medsmooth, ksmooth, supsmooth*. Скользящее усреднение, устранение дрейфа, полосовая фильтрация.

7. Спектральный анализ числового ряда. Дискретное преобразование Фурье: для действительных данных (*fft*, *FFT*, *ifft*, *IFFT*) и комплексных данных (*cfft*, *CFFT*, *icfft*, *ICFFT*). Определение частот, амплитуд и сдвигов по фазе выявленных гармоник.

8. Статистический анализ случайных данных. Генерация случайных величин с заданным распределением вероятности: равномерным (*rnd*, *runif*), гауссовым (*rnorm*), биномиальным (*rbinom*) и др. Построение гистограмм (*hist*, *histogram*) и расчет статистических характеристик (*mean*, *median*, *var*, *stdev*) для случайной выборки. Сравнение выборочного распределения с заданным.

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

Учебный процесс сочетает лекционные и практические занятия, которые выполняются в компьютерном классе с применением интегрированной системы *MathCad*. На занятиях отслеживается ведение конспектов лекций. Ведётся контроль посещаемости и учёт выполненных заданий. Зачёт проставляется по совокупности выполненных практических работ по предмету.

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

В процессе преподавания используются:

программное обеспечение: *MathCad 2001*. Авторские алгоритмы. Интернет-ресурсы.

Для поиска учебной литературы в библиотеке ЯрГУ применяется Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кирьяков Д.В. Самоучитель *MathCAD 2001*. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978.
3. Рябенский В.С. Введение в вычислительную математику. – М.: Наука, 1994.
4. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1978.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1968.

б) дополнительная:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. I. Механика – М.: Наука, 1974.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика – М.: Наука, 1975.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. III. Электричество. – М.: Наука, 1977.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. I. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. – М.: КНОРУС, 2009.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2. Электричество. – М.: Наука, 1973.

в) электронные ресурсы:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (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).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудиторный фонд факультета. Компьютерный класс с достаточным количеством рабочих мест.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки _____.

Автор _____

В.А. Митрофанов

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины «Компьютерные технологии прикладной физики»

**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,**

Список практических работ по курсу
" Компьютерные технологии прикладной физики "

1. Решение алгебраических уравнений (численное и символьное). Задача на поиск экстремума.
2. Дифференцирование и интегрирование (символьное и численное).
3. Интерполяция сплайном. Регрессия (специальная и обобщенная).
4. Аппроксимация данных физических таблиц о термических свойствах веществ.
5. Аппроксимация зависимости коэффициента сопротивления движущегося шара в сплошной среде от числа Re .
6. Задача о затяжном прыжке в стратосфере Земли.
7. Автоколебания в электрической цепи с ламповым триодом.
8. Спектральный анализ числового ряда. Определение частот, амплитуд и сдвигов по фазе выявленных гармоник.
9. Статистический анализ случайных данных. Генерация случайных величин. Построение гистограмм и расчет статистических характеристик случайной выборки.
10. Моделирование броуновского движения и расчет его статистических характеристик. Проверка центральной предельной теоремы.

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

Содержатся в учебных пособиях по предмету: пункты 1 – 4 списка основной литературы из раздела 7а рабочей программы дисциплины.

1.2. Список вопросов и (или) заданий для проведения аттестаций

Вопросы к зачету по курсу
" Компьютерные технологии прикладной физики "

1. Основные компоненты пакета MathCAD: вычислительный и символьный процессоры, интерактивные средства. Редакторы формул и текста.
2. Переменные и функции. Операторы. Режимы вычислений. Типы данных. Символьные преобразования. Собственный язык программирования.
3. Плоские и квазитрехмерные графики. Карты линий уровня. Форматирование изображений.
4. Встроенные функции решения алгебраических уравнений. Блок решения. Задачи оптимизации. Символьное решение уравнений.
5. Дифференцирование и интегрирование. Символьное и численное решение дифференциальных уравнений.
6. Линейная интерполяция. Кубический сплайн. Интерполяция функций двух и трех переменных.
7. Линейная и полиномиальная регрессия, в том числе двумерная. Специальные функции. Регрессия общего вида: линейная и обобщенная.
8. Преобразование Фурье для действительных и комплексных рядов данных. Определение частот, амплитуд и сдвигов по фазе выявленных гармоник.
9. Генерация случайных величин с заданным распределением вероятности: равномерным, гауссовым, биномиальным. Построение гистограмм и расчет статистических характеристик для случайной выборки.

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

Оценка уровня знаний и умений (навыков) студентов в данной предметной области относится к компетенции преподавателя и осуществляется недифференцированно на практических занятиях (при сдаче заданий) и во время устного зачёта.

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

Код компетенции	Формы контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования
Общепрофессиональные компетенции				
ОПК-1	Зачёт на знание основных технических средств системы	1 – 3	Знать: – основные законы классической механики, молекулярной физики, термодинамики и электромагнетизма, – основы	– Умение поставить физическую задачу и оценить её решение в простейших (предельных) случаях.

	MathCAD	4 – 6	<p>математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры.</p> <p>Уметь: – описывать физический объект (или явление) алгебраическими или дифференциальными уравнениями, условиями однозначности,</p> <p>Владеть: – навыками работы с персональным компьютером.</p>	<p>– Умение предварительного (аналитического) решения задач при его возможности.</p> <p>– Навык оценки ожидаемого результата решения задачи по порядку величины.</p> <p>– Владение техникой вычислений, аналитических преобразований и графического анализа.</p> <p>– Владение численными алгоритмами.</p> <p>– Навыки программирования на языках высокого уровня.</p> <p>– Навык информационного поиска в сети Интернет и рекомендованной литературе.</p> <p>– английским языком на достаточном для чтения технических текстов уровне.</p>
Профессиональные компетенции				
ПК-1	Промежуточная аттестация по итогам выполнения учебных заданий.	1 – 3	<p>Знать: – основные операторы и функции MathCAD, – технические средства системы MathCAD.</p> <p>Уметь: – поставить задачу в среде MathCAD, – выполнять тестовые и серийные вычисления, аналитические преобразования,</p> <p>Владеть: – навыками работы в системе MathCAD, – численными алгоритмами решения математических задач, – графическими средствами анализа результатов.</p>	<p>– Знание общего инструментария системы MathCAD и её технических возможностей.</p> <p>– Знание типов переменных, классов функций, операторов панелей инструментов системы MathCAD.</p> <p>– Владение техникой вычислений, аналитических преобразований и графического анализа в среде MathCAD.</p> <p>– Навык применения средств программирования в среде MathCAD.</p> <p>– Умение подготовить отчёт в текстовом редакторе MathCAD.</p>
		4 – 6		
		7, 8		

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

Цель оценивания – определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания 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;
- знакомство с основной литературой рабочей программы дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

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 «Компьютерные технологии прикладной физики»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Лекции без уважительных причин не пропускать. Вести их конспект, сверяя лекционный материал с содержанием соответствующих глав учебников. Решения выданных на дом задач оформлять для проверки на отдельных листах. Обработку данных измерений и отчёты по лабораторным заданиям выполнять дома. Общие требования к оформлению отчётов сформулированы на информационном стенде лаборатории.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Вся рекомендованная литература имеется в библиотеке университета, областной библиотеке им. Н.А. Некрасова или доступна в широком спектре интернет-ресурсов:

- 1. Международный научно-образовательный сайт EqWorld.**
- 2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»** (www.biblioclub.ru)
- 3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** (<http://window.edu.ru/library>).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать следующие ресурсы:

- 1. Личный кабинет** (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php). Он 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.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php), которая содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/пароллю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php). Она 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.