

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,
профессор

С.Б. Вениг

20 21 г.



Рабочая программа дисциплины
«Вычислительные методы в физике полупроводников»

Направление подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки
«Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Кабачков В.Ф.		20.09.2021
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		22.09.2021
Заведующий кафедрой	Михайлов А.И.		20.09.2021
Специалист Учебно-управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Вычислительные методы в физике полупроводников» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний, умений и владений в усвоении принципов и методов численного решения задач с использованием компьютерных технологий, навыков использования данных методов для обработки и представления экспериментальных данных в физическом эксперименте.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Вычислительные методы в физике полупроводников» относится к факультативным дисциплинам учебного плана ООП и изучается студентами очной формы обучения института физики СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроники» по профилю «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур» в течение 6 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания, умения и владения, полученные в процессе освоения дисциплин: математический анализ, теория функций комплексного переменного, физика, принципы расширения стандартных прикладных программ, введение в специальность и подготавливает студентов к изучению в последующих семестрах таких дисциплин, как методы исследования материалов и структур электроники и наноэлектроники, физические основы твердотельной электроники, основы математического моделирования в твердотельной электронике.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен проводить математическую обработку результатов измерений с учетом аппаратных характеристик и условий измерений по данным протоколов измерений и вносить информацию в базы данных	1.1_Б. ПК-1. Способен обрабатывать результаты измерений в соответствии с калибровочными параметрами аппаратуры и условиями измерений	<u>Знать</u> принципы обработки результатов измерений и методы численного решения задач с использованием компьютерных технологий <u>Уметь</u> корректно заносить информацию в базы данных, использовать численные методы для обработки и представления данных в физическом эксперименте <u>Владеть</u> методами численного решения задач, относящихся к физике полупроводников и полупроводниковой электронике

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се ме ст р	Не де ля се ме ст ра	5	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				8	Формы промежуточ ной аттестации (по семестрам)
					6		7			
1	2	3	4	Лек	Лаб		Практ		КС Р	
					Общ ая труд оемк ость	Из них – практи ческая подгот овка	Обща я труд оемкос ть	Из них – практи ческа я подго товка		
1.	Введение. Понятие численных методов решения задач. Современные программные средства при использовании численных методов.	6	1				1		4	
2.	Точность вычислений. Классификация погрешностей. Действия над приближенными числами.	6	2				1		4	Проверка выполнения текущей и самостоятельной работы
3.	Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Линейная и квадратичная интерполяция; интерполяция многочленом; интерполяция сплайном.	6	3				2		4	Проверка выполнения текущей и самостоятельной работы
4.	Методы численной аппроксимации функций. Экстраполяция.	6	4-6				2		6	Проверка выполнения текущей и самостоятельной работы
5.	Численное решение нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод Ньютона, метод простых итераций.	6	7-10				2		4	Проверка выполнения текущей и самостоятельной работы
6.	Численное дифференцирование. Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования.	6	11, 12				3		6	Проверка выполнения работы промежуточного контроля

№ п/п	Раздел дисциплины	Се- ме- ст- р	Не- де- ля се- ме- ст- ра		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				8	Формы промежуточ- ной аттестации (по семестрам)
					6		7			
1	2	3	4	5	Лаб		Практ		КС Р	
				Лек	Общ- ая труд- оемк- ость	Из них – практи- ческая подгот- овка	Общ- ая труд- оемк- ость	Из них – практи- ческа- я подго- товка		
7.	Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, сплайнов.	6	13, 14				3		6	Проверка выполнения работ промежуточного контроля
8.	Решение задач по тематике физики полупроводников и полупроводниковой электроники	6	15 - 17				2		6	Проверка выполнения текущей и самостоятельной работы
	Промежуточная аттестация	6								Зачет
	Итого:	6					16		56	
	Общая трудоемкость дисциплины				72					

Содержание дисциплины

1. Введение. Понятие математической модели. Понятие численных методов решения задач. План построения вычислительного эксперимента. Современные программные средства при использовании численных методов.
2. Точность вычислений. Классификация погрешностей. Основные источники погрешности результата. Действия над приближенными числами. Понятие сходимости.
3. Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Линейная и квадратичная интерполяция; интерполяция многочленом; интерполяция сплайном.
4. Методы численной аппроксимации функций. Экстраполяция.
5. Численное решение нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод Ньютона, метод простых итераций.

6. Численное дифференцирование. Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования.
7. Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, сплайнов.
8. Решение задач из физики полупроводников и полупроводниковой электроники.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы (практические занятия (семинары), самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение.

При проведении практических занятий используется ПК и мультимедийный проектор.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Введение. Понятие математической модели. Понятие численных методов решения задач. План построения вычислительного эксперимента.
2. Точность вычислений. Классификация погрешностей. Основные источники погрешности результата. Действия над приближенными числами.
3. Численное решение нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод Ньютона, метод простых итераций.
4. Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Интерполяция полиномом. Интерполяция сплайном. Экстраполяция. Решение задач численной аппроксимации функций.
5. Численное дифференцирование. Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования. Решение задач численного дифференцирования в системе Mathcad.
6. Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона, сплайнов. Особенности поведения погрешности при численном интегрировании. Решение задач численного интегрирования в системе Mathcad.
7. Решение задач по тематике физики полупроводников и полупроводниковой электроники

В ходе изучения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют **контрольную работу**:

Методы численного интегрирования.

Результаты выполнения контрольной работы учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов на зачете.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, практическим занятиям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, к контрольной работе, в выполнении индивидуальных заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- при подготовке к практическим занятиям (семинарам) пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую литературу по теме занятия;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться рекомендованной литературой.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Понятие математической модели.
2. Понятие численных методов решения задач.
3. План построения вычислительного эксперимента.
4. Точность вычислений. Классификация погрешностей.
5. Точность вычислений. Основные источники погрешности результата.
6. Точность вычислений. Действия над приближенными числами.
7. Современные программные средства при использовании численных методов.
8. Численное дифференцирование. Аппроксимация производных.
9. Численное дифференцирование. Погрешность численного дифференцирования.
10. Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций.
11. Численное интегрирование. Методы Симпсона, сплайнов.

12. Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Интерполяция полиномом.
13. Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Интерполяция сплайном.
14. Методы численной аппроксимации функций. Интерполяция. Линейная и квадратичная интерполяция.
15. Методы численной аппроксимации функций. Экстраполяция.
16. Численное решение нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам, метод хорд.
17. Численное решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона, метод простых итераций.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	0	0	40	20	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

6 семестр

Лекции

Не предусмотрены

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Практические занятия

Посещаемость, активность работы в аудитории, правильность ответов при опросах и выполнении заданий, уровень подготовки к занятиям и др. – от 0 до 40 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрены

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация оценивается от 0 до 40 баллов и проводится в форме зачета.

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета:
 ответ на «зачтено» оценивается от 24 до 40 баллов;
 ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 23 баллов;

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Вычислительные методы в физике полупроводников» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта составляет 100 баллов.

Таблица 2. 1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Вычислительные методы в физике полупроводников» в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Вычислительные методы [Электронный ресурс] / А. А. Амосов, Н. В. Копченова, Ю. А. Дубинский. - Москва : Лань", 2014. - 672 с. ЭБС «Лань».
2. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Е. А. Волков. - Москва : Лань, 2008. - 256 с. ЭБС «Лань».
3. Шалимова, Клавдия Васильевна. Физика полупроводников : учебник . 4-е изд., стер. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2010, 390 с. Экземпляры: всего : 42.
4. Численные методы [Текст] : учеб.пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 4-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. Экземпляры: всего: 56
5. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] / В. И. Киреев. - Москва : Лань", 2015. ЭБС «Лань».
6. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] / В. А. Срочко. - Москва : Лань, 2010. - 202 с ЭБС «Лань».
7. Самарский, Александр Андреевич, Вабищевич, Пётр Николаевич, Самарская, Елена Александровна
Задачи и упражнения по численным методам : учеб.пособие . -3-е изд., стер.- Москва: КомКнига, 2007, 207 с. Экземпляры: всего 9.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. MathCad 14.0
5. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа:
<http://window.edu.ru/>
6. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа:
<http://library.sgu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Вычислительные методы в физике полупроводников» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» с учётом профиля «Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур».

Автор: доцент Кабанов В.Ф.

Программа одобрена на заседании кафедры физики полупроводников от 31.08.2021 года, протокол № 1.