

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования - первый  
проректор



*[Handwritten signature]*  
одеть  
05

Хагуров Т.А.

2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика

Направленность (профиль)/ специализация Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент, дидактика)

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 03.04.02 Физика (Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика))


Программу составил (и):

А.В. Скачедуб, доцент кафедры теор. физики  
и комп. технологий, кандидат физ.- мат. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.06 Программные среды в научных исследованиях утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 8 от «12» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой (выпускающей) Лебедев К.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 от «20» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон»  
кандидат физико-математических наук

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях» ставит своей целью освоение численных методов расчета и методов математического моделирования физических процессов, приобретение практических навыков решения задач физики конденсированного состояния вещества и смежных разделов физики (квантовая электроника, спектроскопия и т. п.) с использованием ЭВМ. В задачу учебной дисциплины входит также ознакомление с основными принципами создания экспериментальных установок, сопряженных с устройствами обработки информации.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, физики конденсированного состояния, информатики и программирования.

### 1.2 Задачи дисциплины.

Состоят в освоении студентами математических методов в физики вещества и достижения компетенции ПК-3.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях» относится к базовой части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей, математической статистики, физики конденсированного состояния, информатики и программирования.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (ПК-3):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования	
Б1.О.07 Программные среды в научных исследованиях	<b>Знание</b> методов численного решения прикладных задач физики конденсированного
	<b>Умение</b> использовать пакеты прикладных программ как общего характера (Mathcad, Matlab, Maple), так и специализированных (Comsol Femlab, FlexPDE), для решения задач численных расчетов и математического моделирования.
	<b>Владение</b> основными приемами математической обработки экспериментальных данных.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9	10		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>60,5</b>	<b>30,2</b>	<b>30,2</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	60	30	30		
Занятия лекционного типа	30	16	14		
Лабораторные занятия	28	14	16		

Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-		
<b>Иная контактная работа:</b>		<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>128,8</b>	<b>77,8</b>	<b>51</b>		
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		92,8	59,8	33		
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		20	10	10		
<i>Подготовка к текущему контролю</i>		16	8	8		
<b>Контроль:</b>		<b>26,7</b>		<b>26,7</b>		
Подготовка к экзамену		-	-	26,7	-	-
Общая трудоемкость	час.	216	108	108		
	в том числе контактная работа	60,5	30,2	30,3		
	зач. ед.	6	3	3		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение.	14	2	-	-	10
2.	Дифференциальные уравнения	17	2	-	-	13
3.	Разностные методы	14	2	-	-	10
4.	Колебательные состояния	18	2	-	3	14
5.	Использование теории групп	16	4	-	3	10
6.	Моделирование молекул и кристаллов	17	2	-	4	13
7.	Прикладные программы общего характера	11,8	2	-	4	7,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	107,8	16	-	14	77,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 10 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	Контроль	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
8.	Специализированные пакеты прикладных программ	19	2	5	2	10
9.	Дифференциальные уравнения в частных производных	19	2	5	2	10
10.	Статистические гипотезы	22	4	5	3	10
11.	Обработка результатов эксперимента	20	2	5	2	11
12.	Учет априорных данных	23,7	4	6,7	3	10
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	14	26,7	12	51
	<i>Всего:</i>	211,5	30	26,7	12	51

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Основные понятия вычислительной физики	К
2.	Дифференциальные уравнения	Основные сведения о численном интегрировании обыкновенных дифференциальных уравнений в физике с начальными условиями	К
3.	Разностные методы	Разностные методы решения краевых задач физики, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями	К
4.	Колебательные состояния	Математические методы исследования колебаний молекул и кристаллов	К
5.	Использование теории групп	Использование теоретико-групповых методов в численных расчетах	К
6.	Моделирование молекул и кристаллов	Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов	К
7.	Прикладные программы общего характера	Изучение пакетов прикладных программ общего характера	К
8.	Специализированные пакеты прикладных программ	Изучение специализированных пакетов прикладных программ	К
9.	Дифференциальные уравнения в частных производных	Основные сведения о методах численного интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процессы конвекции и переноса	К

10.	Статистические гипотезы	Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных	К
11.	Обработка результатов эксперимента	Методы обработки экспериментальных данных	К
12.	Учет априорных данных	Учет априорных данных при обработке результатов эксперимента	К

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Моделирование колебаний кристаллической решетки	Отчет по лабораторной работе
2.	Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов	Отчет по лабораторной работе
3.	Изучение пакетов прикладных программ общего характера	Отчет по лабораторной работе
4.	Изучение специализированных пакетов прикладных программ	Отчет по лабораторной работе
5.	Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных	Отчет по лабораторной работе
6.	Методы обработки экспериментальных данных	Отчет по лабораторной работе

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение раздела Введение	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
2	Изучение раздела Дифференциальные уравнения	Контрольные вопросы по разделам учебной программы.
3	Изучение раздела Разностные методы	Контрольные вопросы по разделам учебной программы

4	Изучение раздела Колебательные состояния	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
5	Изучение раздела Использование теории групп	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
6	Моделирование молекул и кристаллов	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
7	Изучение раздела Прикладные программы общего характера	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
8	Изучение раздела Специализированные пакеты прикладных программ	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
9	Изучение раздела Дифференциальные уравнения в частных производных	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
10	Изучение раздела Статистические гипотезы	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
11	Изучение раздела Обработка результатов эксперимента	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
12	Изучение раздела Учет априорных данных	Контрольные вопросы по разделам учебной программы

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

При реализации учебной работы по освоению курса «Математические методы исследований в физике вещества» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

- контрольные вопросы по разделам учебной программы.
- практические задания.

##### **Перечень контрольных вопросов.**

1. Этапы численного решения физических задач на ЭВМ.
2. Дискретное представление непрерывных функций. Понятие о разностных производных
3. Общая постановка, примеры и алгоритмы численного решения задачи Коши.
4. Точность и устойчивость разностного метода. Анализ условий устойчивости.
5. Метод Эйлера, улучшенный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Эйлера с итерациями,
6. Метод Рунге-Кутты. Количественная оценка погрешности численного решения по способу Рунге
7. Методы трехточечной прогонки для решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
8. Решение нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка с использованием итераций.
9. Основные принципы математического моделирования. Моделирование колебаний молекул.
10. Дифференциальные уравнения колебаний. Вековое уравнение.
11. Методы Монте-Карло, молекулярной и броуновской динамики.
12. Применение теории групп для качественного моделирования. Симметрия колебаний. Классификация молекул и кристаллов по типам симметрии.
13. Теоретико-групповой анализ расщепления уровней энергии примесных ионов.
14. Компьютерные программы для моделирования молекул и кристаллов.
15. Пакеты прикладных программ Mathcad, Matlab, Maple: основы работы с пакетами.
16. Пакет программ Comsol Femlab для моделирования процессов тепломассопереноса.
17. Пакет программ FlexPDE и его применение.
18. Модельные уравнения гидродинамики, диффузии и теплопроводности и краевые задачи для них.
19. Разностные схемы численного решения одномерных нестационарных уравнений теплопроводности и диффузии.
20. Численные методы решения уравнений Лапласа и Пуассона. Способы численного решения волнового уравнения.
21. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели.



22. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе.
23. Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины.
24. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента.
25. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
26. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

– итоговое задание.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

#### **5.1 Основная литература:**

1. Фомин, Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

2. Полянин, А.Д. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Д. Полянин, В.Ф. Зайцев, А.И. Журов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59377>.

3. Каныгина, О.Н. Физические методы исследования веществ / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра общей физики. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 141 с. : схем., табл., ил. -

Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539>.

4. Кудряшов, С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учебное пособие / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 308 с. - ISBN 978-5-9275-0879-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103>.

5. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 195 с. : табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1715-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Пакулин, В.Н. Программирование в AutoCAD / В.Н. Пакулин. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 472 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429829>.

2. Максименко, Л.А. Выполнение планов зданий в среде AutoCAD : учебное пособие / Л.А. Максименко, Г.М. Утина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 115 с. : схем., табл., ил. - Библиогр.: с. 77. - ISBN 978-5-7782-2674-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438412>.

3. Шандриков, А.С. Информационные технологии : учебное пособие / А.С. Шандриков. - Минск : РИПО, 2015. - 444 с. : ил. - Библиогр.: с. 426-430. - ISBN 978-985-503-530-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463339>.

4. Губина, Т.Н. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование» : учебное пособие / Т.Н. Губина, И.Н. Тарова ; Министерство образования Российской Федерации, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. - Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. - 155 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142>.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Квантовая электроника.
2. Физика твердого тела.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
4. Журнал физической химии.

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94/>

2. Сайт содержащий справочные данные различных кристаллов: <http://refractiveindex.info/>.

3. <http://www.lebedev.ru>.

4. <http://www.gpi.ru>.

5. <http://www.polyus.msk.ru>.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к устной их защите;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средством изучения рекомендуемой литературы;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Информационные технологии - не предусмотрены.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Программы статистической обработки данных.
2. MathCad.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов используемых для лазеров: <http://refractiveindex.info/>.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория номер 320С, оснащенная презентационной техникой.
2.	Лабораторные занятия	Аудитория номер 320С с компьютерами для математического моделирования.
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.