

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры теоретической физики  
протокол № 9 от 30.05.2019

Зав. кафедрой  Вахитов Р.М..

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

дисциплина «Компьютерные методы в физике»  
(наименование дисциплины)

вариативная дисциплина  
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**


Направление подготовки

03.03.02 – Физика  
(наименование ООП ВПО направления подготовки или специальности с указанием кода)

Профиль подготовки

**Физика конденсированного состояния вещества**

Квалификация  
**бакалавр**

Разработчик (составитель) к.ф.-м.н., доцент Закирьянов Ф.К (должность, ученая степень, ученое звание)	<u></u> / Закирьянов Ф.К (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019

Составитель / составители:

Закирьянов Ф.К

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики протокол № 9 от 29.06.2017

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры теоретической физики: актуализирована обязательная и дополнительная литература, вопросы к экзамену. протокол № 6 от 25.05.2018

Заведующий кафедрой

 / Вахитов Р.М. /

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	5 (11)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	7
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости) (Приложение №2)</i>	9 (13)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	9
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	10

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные численные методы	ОПК-4	
	2. Знать основы программирования в среде Lazarus	ОПК-5	
	3. Знать методы визуализации численных решений математических и физических задач	ПК-5	
Умения	1. Вычислять определенные интегралы с параметром	ОПК-4	
	2. Решать трансцендентные уравнения	ОПК-5	
	3. Решать задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	ПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть методикой численного расчета реальных физических задач	ОПК-4, ОПК-5	
	2. Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы)	ПК-5	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью данного курса является формирование у студента базовой подготовки в области современного использования вычислительной техники, в частности, приобретение студентом практических навыков применения компьютеров для решения задач физики, которые формируются постепенно путем приобретения опыта решения все более сложных задач из разных разделов физики с использованием различных средств. Основу курса составляют лабораторные занятия, проводимые в учебном компьютерном классе.

Программирование дает в руки студентов инструмент, а вычислительная физика - методы, которые необходимы для решения широкого круга физических задач с использованием компьютера.

Учебная дисциплина «Вычислительная физика» является продолжением курса «Программирование», состоит из нескольких разделов и требует для своего изучения привлечения знаний студентов из различных разделов общей физики, теоретической механики, химии и высшей математики, способствуя формированию целостного мировоззрения.

Задача изучения дисциплины заключается не только в том, чтобы сообщить студентам систему научных знаний по предмету, но и в том, чтобы развивать и совершенствовать у них навыки практического использования языков программирования при работе с численными методами.

Для освоения данной дисциплины студенту необходимо освоить предварительно следующие дисциплины: общая физика – механика, молекулярная физика, электричество; теоретическая физика – теоретическая механика; высшая математика – математический анализ, аналитическая геометрия и высшая алгебра, векторный анализ, дифференциальные уравнения.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ОПК-4 – способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать методы вычисления определенных интегралов.	Имеет фрагментарные знания методов вычисления определенных интегралов	Знает методы вычисления определенных интегралов.
Второй этап	Уметь выбирать метод вычисления определенных интегралов, адекватный физической задаче.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть методикой численного расчета реальных физических задач с данными, полученными из эксперимента.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой

		работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач
--	--	---	---

ОПК-5 – способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать методы решения трансцендентных уравнений.	Имеет фрагментарные знания методов решения трансцендентных уравнений	Знает методы решения трансцендентных уравнений.
Второй этап	Уметь выбирать метод решения трансцендентных уравнений, адекватный физической задаче.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы).	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Способен работать с различными источниками информации; испытывает сложности с выбором современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

ПК-5 – способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
Первый этап	Знать основы программирования в среде Lazarus. Знать методы визуализации численных решений математических и физических задач.	Имеет фрагментарные знания о программировании в среде Lazarus. Не знает методов визуализации численных решений математических и физических задач	Знает основы программирования в среде Lazarus. Знает методы визуализации численных решений математических и физических задач.
Второй этап	Уметь выбирать средства программирования в среде Lazarus для решения физических задач.	Умеет фрагментарно проводить информационно-поисковую работу	Уверенно проводит информационно-поисковую работу, умеет адекватно отбирать данные для решения профессиональных задач
Третий этап	Владеть навыками визуализации численных решений математических и физических задач.	Не владеет навыками визуализации численных решений математических и физических задач.	Владеет навыками визуализации численных решений математических и физических задач.

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основные численные методы	ОПК-4	Приём лабораторных работ
	Знать основы программирования в среде Lazarus	ОПК-5	
	Знать методы визуализации численных решений математических и физических задач	ПК-5	
2-й этап Умения	Вычислять определенные интегралы с параметром	ОПК-4	Приём лабораторных работ
	Решать трансцендентные уравнения	ОПК-5	
	Решать задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	ПК-5	
3-й этап Владеть навыками	Владеть методикой численного расчета реальных физических задач	ОПК-4, ОПК-5	Приём лабораторных работ
	Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы)	ПК-5	

**Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу**

1. Метод дихотомии (половинного деления) решения уравнений.
2. Метод хорд (секущих) решения уравнений.
3. Решение систем линейных уравнений. Матричная форма записи систем линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы.
4. Влияние погрешности коэффициентов системы уравнений на погрешность результата. Обусловленность систем линейных уравнений.
5. Точные (прямые) методы решения систем линейных уравнений. Методы Гаусса, Гаусса-Жордана, Крамера.
6. Методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций.
7. Метод Симпсона численного интегрирования.
8. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера.
9. Методы Рунге-Кутты 2-го – 4-го порядков решения дифференциальных уравнений первого порядка.
10. Численное решение систем дифференциальных уравнений первого порядка.
11. Численное решение дифференциальных уравнений высших порядков путем сведения к решению системы дифференциальных уравнений первого порядка.

**Типовые задачи, предлагаемые на лабораторных работах**

Составить программу численного интегрирования, одновременно использующую квадратурные формулы трапеций и Симпсона и вычисляя подынтегральную функцию в каждом узле только один раз. Найти указанные ниже интегралы, используя разбиение интервала на различное число подынтервалов. Учесть, что это число должно быть четным, так как фактически интервал формулы Симпсона соответствует двум интервалам формулы трапеций. Вначале взять простейшую функцию, значение интеграла от которой вы знаете, и проверить правильность работы вашей программы. Применить программу для ни-

жеследующих подынтегральных функций:

А) Известно, что  $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-t^2} dt = 1$ . Найти значения интеграла

ошибок  $erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$  в точках  $x= 1; 2; \dots 10$ . Какое значение

верхнего предела практически можно считать бесконечным? Проверить, как меняется это значение при увеличении числа интервалов.

Б) Найти  $\pi - \int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx$  - т.е. приближенное значение числа  $\pi$

и сравнить поведение разности между приближенным, вычисленным вами, и точным значением при изменении шага. Посмотреть, как меняется ошибка при замене переменных типа *extended* на тип *single*.

Критерии оценки (в баллах) за лабораторные работы № 3, 6

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	25 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	15 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

Критерии оценки (в баллах) за лабораторные работы № 2, 4

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	15 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	10 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

Критерии оценки (в баллах) за лабораторные работы № 1, 5

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	10 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	5 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

**Поощрительные баллы** выставляются за выполнение дополнительной лабораторной работы № 7: численное решение краевой задачи для одномерного стационарного уравнения теплопроводности. Критерии оценки (в баллах):



Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	10 баллов
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	5 баллов
Нет правильного ответа	0 баллов

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная литература:

1. А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. Вычислительные методы. СПб.: Лань, 2014, 672 с. [В библ. БашГУ имеется 10 экз.] [Электронный ресурс: <https://e.lanbook.com/book/42190>]

#### б) дополнительная литература:

2. В. В. Фаронов. Delphi. Программирование на языке высокого уровня. СПб.: Лидер, 2008, 2009, 2010, 640 с. [В библ. БашГУ имеется 40+12+8 = 60 экз.]

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС издательства Лань <https://e.lanbook.com/>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <https://openedu.ru/>

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>Компьютерный класс</i> № 412 или № 425 (физмат корпус)	Лабораторные работы	Компьютеры с выходом в сеть Интернет. Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. 3. Среда программирования Lazarus – свободно распространяемое программное обеспечение.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

по дисциплине Вычислительная физика на 6 семестр

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице 2  
 Табл. 2

<b>Вид работы</b>	Семестр № <u>6</u> . Количество часов
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32,2
лекций	0
практических/ семинарских	0
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	0

Форма(ы) контроля:  
 зачет 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1: Численное интегрирование</b>			16	18			
1.	Работа 1. Численное интегрирование. Квадратурная формула трапеций.			6	6	[1]: §13.1	[2]: главы 1, 2	Приём лабораторных работ.
2.	Работа 2. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона.			6	6	[1]: §13.1	[2]: главы 3, 4	Приём лабораторных работ.
3.	Работа 3. Поиск корня функции одной переменной. Метод половинного деления.			4	6	[1]: §4.3	[2]: главы 5, 6	Приём лабораторных работ.
	<b>Модуль 2: Интерполяция</b>			16	21,8			
4.	Работа 4. Интерполяция табличной функции с помощью кубического сплайна. Метод прогонки.			6	6	[1]: §11.11, 5.9	[2]: главы 7, 13	Приём лабораторных работ.
5.	Работа 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.			6	6	[1]: §5.5	[2]: главы 14, 15	Приём лабораторных работ.
6.	Работа 6. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.			4	9,8	[1]: §14.6 §34-36, [2]:	[2]: главы 16, 21, 22	Приём лабораторных работ.
	<b>Всего часов:</b>			32	39,8			

**Примечание 1.** В таблицу не включены запланированные 0.2 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем).

## Рейтинг-план дисциплины

### Компьютерные методы в физике

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Численное интегрирование (50 баллов).</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 1. Численное интегрирование. Квадратурная формула трапеций.	10	1	0	10
2. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 2. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона.	15	1	0	15
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 3. Поиск корня функции одной переменной. Метод половинного деления.	25	1	0	25
<b>Модуль 2. Интерполяция (50 баллов).</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 4. Интерполяция табличной функции с помощью кубического сплайна. Метод прогонки.	15	1	0	15
2. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента.	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторной работе 6. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.	25	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				<b>10</b>
<b>Посещаемость</b>				
1. Посещение лабораторных занятий			-10	0
<b>Итого</b>				<b>110</b>