

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено на заседании кафедры  
протокол от «4» март 2020 г. № 5  
Зав. кафедрой теоретической физики

Вахитов Р.М.



Согласовано  
Председатель УМК  
Физико-технического института

Балапанов М.Х.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Вычислительная физика

*(наименование дисциплины)*

Вариативная часть

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

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

Медицинская физика

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

бакалавр

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое  
звание)



Харисов А.Т.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: к.ф.-м.н., доц. Харисов А.Т.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики протокол № 5 от 04.03.2020 г.

Заведующий кафедрой

 / Р.М. Вахитов

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
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	
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	
<i>4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Табл. 1

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные численные методы	ОПК-3- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	2. Знать основы программирования в среде Lazarus	ОПК-4- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества,	
	3. Знать методы визуализации численных решений математических и физических задач	ПК-9- способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	
Умения	1. Вычислять определенные интегралы с параметром	ОПК-3- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	2. Решать трансцендентные уравнения	ОПК-4- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества,	
	3. Решать задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	ПК-9- способностью проектировать, организовывать и анализировать педаго-	

		гическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть методикой численного расчета реальных физических задач	ОПК-3- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
		ОПК-4- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества	
	2. Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы)	ПК-9- способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	

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

Дисциплина «Вычислительная физика» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе бакалавриата в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины: соответствует физическим естественнонаучным направлениям бакалавриата. В сочетании с другими дисциплинами общего естественнонаучного цикла (курсы физики и математики, общефизический практикум) данный курс должен формировать у студента базовую подготовку в области современного использования вычислительной техники как применительно к потребностям физика, так и специалиста более широкого профиля. Одновременно физика, как предмет, на базе которого проходит обучение, служит дополнительным фактором, обеспечивающим мотивацию студента в изучении компьютерных технологий

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

алгебра, информатика, математический анализ и 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 – способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности

ОПК – 5- 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 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 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

ОПК-4 – способностью 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 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	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
--	--	---	---

ПК-2 – способностью 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
Знания	1-й этап Знать основные численные методы	ОПК-3	Приём лабораторных работ
	Знать основы программирования в среде Lazarus	ОПК-4	Приём лабораторных работ
	Знать методы визуализации численных решений математических и физических задач	ПК-9	Контрольная работа
Умения	2-й этап Вычислять определенные интегралы с параметром	ОПК-3	Приём лабораторных работ
	Решать трансцендентные уравнения	ОПК-4	Приём лабораторных работ
	Решать задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений	ПК-9	Контрольная работа
3-й этап	Владеть методикой численного расчета реальных физических задач	ОПК-3	Приём лабораторных работ

Владеть навыками		ОПК-4	Приём лабораторных работ
	Владеть навыками отбора и обработки информации из различных источников (учебники, справочники, в том числе электронные, интернет-ресурсы)	ПК-9	Контрольная работа

## Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу

### 2 семестр

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 нижеследующих 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	15 баллов



недостатков  
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 82 экз.]

#### б) дополнительная литература:

2. В. В. Фаронов. Delphi. Программирование на языке высокого уровня. СПб.: Лидер, 2010, 640 с. [В библ. БашГУ имеется 42 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/>

Используемое программное обеспечение: Iazarus

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
		Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Практические занятия, 412		Доска, мел, сборники задач, калькулятор

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Вычислительная физика на 6 семестре  
 (наименование дисциплины)

очная  
 форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33,2
Лекций	
практических/ семинарских	
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)	

Форма(ы) контроля:

Зачет 6 семестр

## 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	19,9			
1.	Работа 1. Численное интегрирование. Квадратурная формула трапеций.			4	6	[1]: §13.1	[2]: главы 1, 2	Приём лабораторных работ.
2.	Работа 2. Численное интегрирование. Квадратурная формула Симпсона.			6	7	[1]: §13.1	[2]: главы 3, 4	Приём лабораторных работ.
3.	Работа 3. Поиск корня функции одной переменной. Метод половинного деления.			6	6,9	[1]: §4.3	[2]: главы 5, 6	Приём лабораторных работ.
	<b>Модуль 2: Интерполяция</b>			16	19,9			
4.	Работа 4. Интерполяция табличной функции с помощью кубического сплайна. Метод прогонки.			4	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	7	[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.			6	6,9	[1]: §14.6 §34-36, [2]:	[2]: главы 16, 21, 22	Приём лабораторных работ.
	<b>Всего часов:</b>			32	39,8			



## Рейтинг-план дисциплины

### Вычислительная физика

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Медицинская физика»

курс 3, семестр 6 2020/2021 уч. г.

Количество часов по учебному плану 72, в т.ч. лабораторная работа 32, самостоятельная работа 39,8.

Преподаватель: к.ф.-м.н., доц. Харисов А.Т.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Кафедра: Теоретической физики

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>50</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>0</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>50</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>0</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>

Зав. кафедрой Вахитов Р.М. / Вахитов /

Преподаватель Харисов Харисов А.Т.