Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«_31_» _мая_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.05.03 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность Фундаментальная физика

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Программу составил:
Ю.Г. Никитин, доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
кандидат физ.-мат. наук _____
подпись

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 9 «21» мая 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) В.А. Исаев _____
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 20 «21» мая 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Н.М. Богатов _____
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 11 «21» мая 2019 г..
Председатель УМК факультета Н.М. Богатов _____
подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Половодов Ю.А., к. пед. н., генеральный директор ООО «КПК»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Данная дисциплина ставит своей целью дать представление о методах, применяемых для решения математических и физических задач с помощью компьютера, показать принципы построения численных методов, дать практические навыки применения численных методов.

1.2 Задачи дисциплины.

Основные задачи дисциплины – приобретение практических навыков решения математических задач на компьютере, практических навыков применения численных методов. Задачи дисциплины соответствуют следующим формируемым компетенциям: ОПК-6, ПК-4, ПК-5.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Данная дисциплина относится к базовой части цикла Б1. Для изучения дисциплины необходимо знание обязательного минимума содержания среднего образования, знания, полученные при изучении дисциплин «Математический анализ» и «Программирование». Знания, получаемые при изучении дисциплины, используются при изучении всех дисциплин профессионального цикла.

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 компетенций (ОПК-6, ПК-4, ПК-5)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	основные численные методы для решения задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий	применять численные методы для решения задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий	методами математического моделирования для решения задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий
2.	ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	основные численные методы	использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов	навыками использования информационных технологий для решения физических задач
3.	ПК-5	способностью поль-	основные ме-	применять ма-	современными

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		зоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	тоды математического моделирования физических процессов	тематические методы для решения задач обработки, анализа и синтеза физической информации	методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			3			
Контактная работа, в том числе:		**76,2**	**76,2**			
Аудиторные занятия (всего):		**72**	**72**			
Занятия лекционного типа		36	36			
Лабораторные занятия		36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:		**4,2**	**4,2**			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		**31,8**	**31,8**			
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20			
Выполнение индивидуальных заданий		10,8	10,8			
Контроль:		**-**	**-**			
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**			
	в том числе контактная работа	**76,2**	**76,2**			
	зач. ед	**3**	**3**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре *(для студентов ОФО)*

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Приближенные вычисления и погрешности	5	3	-	-	2
2.	Интерполяция и приближение функции	18	5	-	8	5
3.	Численное дифференцирование	6	4	-	-	2
4.	Численное интегрирование	28,8	8	-	12	8,8

5.	Методы линейной алгебры	7	5	-	-	2
6.	Решение нелинейных уравнений и систем	20	6	-	8	6
7.	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений	19	5	-	8	6
	Итого по дисциплине:		36	-	36	31,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Приближенные вычисления и погрешности	Приближенные числа, погрешности, виды погрешностей, погрешность формулы. Вычисление значений простейших функций.	Коллоквиум
2.	Интерполяция и приближение функций	Интерполяция, интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Погрешность интерполяции. Оптимальная расстановка узлов интерполяции, многочлены Чебышева. Среднеквадратичное приближение, равномерное приближение. Тригонометрическая интерполяция, быстрое преобразование Фурье. Сплайн интерполяция.	Коллоквиум
3.	Численное дифференцирование	Численное дифференцирование, погрешность численного дифференцирования.	Коллоквиум
4.	Численное интегрирование	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Ортогональные многочлены. Квадратурные формулы Гаусса. Численное интегрирование быстро осциллирующих функций. Многомерные интегралы, методы Монте-Карло.	Коллоквиум
5.	Методы линейной алгебры	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Итерационные методы. Метод простой итерации, метод Зейделя. Обусловленность. Решение некорректно поставленных задач. Задачи на собственные значения. Вычисление псевдообратных матриц и псевдорешений. Сингулярное разложение.	Коллоквиум
6.	Решение нелинейных уравнений и систем	Методы простой итерации, секущих, Ньютона. Отделение корней. Комплексные корни. Поиск экстремумов, одномерная и многомерная оптимизация. Методы математического программирования. Методы покоординатного и наискорейшего спуска.	Коллоквиум
7.	Решение обыкновенных дифференциальных уравне-	Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Интегрирование уравнений второго и высшего порядков.	Коллоквиум

	ний	Численные методы решения краевой задачи и задач на собственные значения для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения интегральных уравнений.	

7.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Интерполяция и приближение функций	Интерполяционный многочлен Лагранжа	Защита ЛР
2.	Численное интегрирование	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса	Защита ЛР
3.	Численное интегрирование	Метод Гаусса. Итерационные методы	Защита ЛР
4.	Решение нелинейных уравнений и систем	Метод деления отрезка пополам. Методы секущих и Ньютона	Защита ЛР
5.	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений	Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

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	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Кольцова Э. М. Численные методы решения уравнений математической физики и химии [Электронный ресурс]: учебное пособие для академического бакалавриата / Э.М. Кольцова, А.С. Скичко, А.В. Женса. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 220 с. - https://biblio-online.ru/book/8B442FFE-343C-4C9B-B7A4-91F29E7B4663.
2	Выполнение индивидуальных заданий	2. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Зализняк В. Е. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2018. - 356 с. - https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644. 3. Пименов В. Г. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 1 / В. Г. Пименов. - М.: Юрайт, 2017. - 111 с. - https://biblio-online.ru/book/E2DB1B52-

		AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88. 4. Пименов В. Г. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. - М.: Юрайт, 2017. - 107 с. - https://biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14.

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.

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.

3. Образовательные технологии.

В качестве образовательных технологий по дисциплине «Численные методы и математическое моделирование» используются такие формы работы, как лекции, выполнение лабораторных работ.

Большая часть лекций и лабораторных работ проводятся с использованием современных информационных технологий.

Одной из форм текущего контроля является коллоквиум. Коллоквиум проводится с целью контроля остаточных знаний студентов; проверки уровня готовности студента к аттестационным испытаниям.

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.

Текущая аттестация проводится по результатам выполнения лабораторных работ.

Пример заданий в лабораторной работе

Задание к лабораторной работе

Функция y = f (x) задана таблично в узлах:

x_0, x_1, x_2, x_3, x_4,

y_0, y_1, y_2, y_3, y_4.

1. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа. Вычислить $L_4(x_1+x_2)$. Построить график многочлена Лагранжа.

2. Построить таблицы конечных и разделенных разностей.

3. Построить полином Ньютона и вычислить значение $N_4(x_1+x_2)$. Построить график многочлена Ньютона.

4. Построить интерполяционные сплайны линейный и квадратичный. Построить графики сплайнов.

5. На одном чертеже с графиком полиномов построить графики сплайнов.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Погрешности приближенных вычислений.
2. Интерполяция. Метод неопределенных коэффициентов.
3. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Численное дифференцирование, его погрешность.
6. Получение квадратурных формул Ньютона-Котеса. Формулы прямоугольников.
7. Получение квадратурных формул Ньютона-Котеса. Формула трапеций.
8. Получение квадратурных формул Ньютона-Котеса. Формула Симпсона.
9. Получение квадратурных формул Ньютона-Котеса. Формула Симпсона 3/8.
10. Метод Монте-Карло вычисления интегралов.
11. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений.
12. Метод простой итерации решения систем линейных алгебраических уравнений.
13. Метод Зейделя решения систем линейных алгебраических уравнений.
14. Взаимосвязь между задачей решения нелинейных уравнений и задачей поиска экстремумов. Метод деления отрезка пополам.
15. Метод секущих решения нелинейных уравнений.
16. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений.
17. Нахождение минимума функции одной переменной.
18. Метод покоординатного спуска.
19. Метод наискорейшего спуска.
20. Метод Эйлера решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.
21. Методы Рунге-Кутта решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.
22. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений высших порядков.

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

5.1 Основная литература:

1. Кольцова Э. М. Численные методы решения уравнений математической физики и химии [Электронный ресурс]: учебное пособие для академического бакалавриата / Э.М. Кольцова, А.С. Скичко, А.В. Женса. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 220 с. - https://biblio-online.ru/book/8B442FFE-343C-4C9B-B7A4-91F29E7B4663.

2. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / Зализняк В. Е. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2018. - 356 с. - https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644.

5.2 Дополнительная литература:

1. Пименов В. Г. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 1 / В. Г. Пименов. - М.: Юрайт, 2017. - 111 с. - https://biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88.

2. Пименов В. Г. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 2 / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. - М.: Юрайт, 2017. - 107 с. - https://biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14.

5.3. Периодические издания:

Не предусмотрено.

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

1. Электронная библиотечная система издательства "Лань": https://e.lanbook.com
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE": www.biblioclub.ru
3. Электронная библиотечная система "Юрайт": http://www.biblio-online.ru

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и выполнение лабораторных работ.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине, заключающаяся в продолжении и завершении выполнения лабораторной работы, начатой на занятии.

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.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

Не предусмотрено.

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 327, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – ауд. 213/212, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 205, корп. С (ул. Ставропольская, 149)