

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Физико-технический институт

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики, электроники и систем связи

УТВЕРЖДАЮ
Директор физико-технического института
Д.Н. Калошин
(подпись, электронная подпись)
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине

«Численные методы и математическое моделирование»
на 2023 / 2024 учебный год

Направление подготовки:
03.03.02 Физика

Профиль подготовки
Физическое образование в школе

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная

ГОД НАБОРА 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика и основной профессиональной образовательной программы по профилю подготовки «Физическое образование в школе».

Составитель рабочей программы

к.ф.-м.н., доцент



Ткаченко Д.В.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики, электроники и систем связи

« 31 » 08 2023 г. протокол № 1 .

Зав. кафедрой, отвечающей за реализацию дисциплины

« 31 »

08

2023 г.



Берил С.И.

Зав. выпускающей кафедрой

« 31 »

08

2023 г.



Берил С.И.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины в области обучения, воспитания и развития являются:

- изучение базовых понятий теории численных методов;
- освоение основных приемов и навыков программирования алгоритмов численных методов по темам дисциплины;

Задачами освоения дисциплины в области обучения, воспитания и развития являются

- приобретение опыта работы с математической и связанной с математикой научной и учебной литературой;
- развитие четкого логического мышления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций, приведенных в таблице ниже:

Категория компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
<i>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i>		
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	ИД-1 _{УК-1} : знает: - методики поиска, сбора и обработки информации; - актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; - метод системного анализа. ИД-2 _{УК-1} : умеет: - применять методики поиска, сбора и обработки информации; - осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; - применять системный подход для решения поставленных задач. ИД-3 _{УК-1} : владеет: - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; - методикой системного подхода для решения поставленных задач.
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и	ИД-1 _{УК-2} : знает: - виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных

	выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	задач; - основные методы оценки разных способов решения задач; - действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. ИД-2_{УК-2}: умеет: - проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; - анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; - использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности. ИД-3_{УК-2}: владеет: - методиками разработки цели и задач проекта; - методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; - навыками работы с нормативно-правовой документацией.
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ИД-1_{ОПК-1}: - знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; ИД-2_{ОПК-1}: - умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; ИД-3_{ОПК-1}: - владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ИД-1_{ОПК-2}: - знает физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации; ИД-2_{ОПК-2}: - умеет применять физические законы и математические методы

		в исследовательских целях физических систем и процессов; ИД-3опк-2: - владеет навыками использования знаний физики и математики при решении исследовательских задач.
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-3. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.	ИД-1опк-3: - находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ИД-2опк-3: - разрабатывает решение конкретной задачи, выбирая оптимальный вариант, оценивая его достоинства и недостатки; ИД-3опк-3: - формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение; - определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Семестр	Количество часов						Форма итог. контроля
	Трудоемк ость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				СР	
		Всего	Л	ПЗ	ЛЗ		
3	3/108	66	30		36	42	Зачет с оценкой
Итого:	3/108	66	30		36	42	Зачет с оценкой

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	Численное дифференцирование и интегрирование.	20	6		8	6
2	Методы интерполяции и аппроксимации.	20	4		8	8
3	Методы интегрирования ОДУ.	31	9		10	12
4	Методы интегрирования ДУЧП.	37	11		10	16
Итого:		108	30		36	42

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности:

Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
Численное дифференцирование и интегрирование				
1	1	2	Численное дифференцирование функций и конечные разности. Первая производная: формулы 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядка точности.	П
2	1	2	Численное дифференцирование функций и конечные разности. Вторая производная: формулы 2-го и 4-го порядка точности.	П
3	1	2	Методы вычисления интегралов: метод прямоугольников, метод трапеций и метод Симпсона.	П
Итого по разделу		6		
Методы интерполяции и аппроксимации				
4	2	2	Полиномиальная интерполяция. Рациональная интерполяция.	П
5	2	2	Полиномиальная аппроксимация зашумлённых	П

			данных на основе минимизации среднеквадратичного отклонения.	
Итого по разделу		4		
Методы интегрирования ОДУ				
6	3	3	Явные методы интегрирования ОДУ для гладких функций: методы Адамса-Башфорта.	П
7	3	3	Неявные методы интегрирования ОДУ для гладких функций: методы Адамса-Мультона.	П
8	3	3	Явные методы интегрирования ОДУ: методы Рунге-Кутты.	П
Итого по разделу		9		
Методы интегрирования ДУЧП				
9	4	4	Решение тридиагональных систем алгебраических уравнений. Применение к решению ДУЧП. Решение одномерного уравнения Лапласа/Пуассона. Решение двумерного уравнения Лапласа/Пуассона со специальными граничными условиями.	П
10	4	4	Методы интегрирования ДУЧП - решение уравнения диффузии/теплопроводности. "Наивная" численная схема. Численная схема Крэнка-Николсона. Анализ устойчивости (фон Неймана) численных схем для уравнения переноса.	П
11	4	3	Методы интегрирования ДУЧП - решение уравнения переноса. "Наивная" численная схема для уравнения переноса. Численная схема Лакса. Численная схема Крэнка- Николсона. Численная схема с разностями против потока. Анализ устойчивости численных схем для уравнения переноса.	П
Итого по разделу		11		
Итого:		30		

Практические (семинарские) занятия не предусмотрены

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Наименование лаборатории	Учебно-наглядные пособия
Численное дифференцирование и интегрирование					
1	1	4	Разработка программы, реализующей алгоритмы вычислений производных функций первого и второго порядка различного порядка точности.	Лаборатория вычислительного практикума	ДП
2	1	4	Разработка программы, реализующей алгоритмы интегрирования функций первого	Лаборатория вычислительного практикума	ДП

			и второго порядка порядка точности.		
Итого по разделу:		8			
Методы интерполяции и аппроксимации					
3		1	Интеграция программ C++ и Gnuplot.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
4	2	2	Разработка программы реализующей алгоритм полиномиальной интерполяции.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
5	2	2	Разработка программы реализующей алгоритм рациональной интерполяции.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
6	2	3	Разработка программы реализующую полиномиальную аппроксимацию данных на основе минимизации среднеквадратичного отклонения.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
Итого по разделу:		8			
Методы интегрирования ОДУ					
7	3	5	Разработка программы, реализующей алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений для гладких функций различных порядков точности на основе методов Адамса-Башфорта.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
8	3	5	Разработка программы, реализующей алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений различных порядков точности на основе методов Рунге-Кутты.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
Итого по разделу:		10			
Методы интегрирования ДУЧП					
9	4	2	Разработка программы, реализующей алгоритм решения тридиагональной системы линейных алгебраических уравнений (метод прогонки).	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
10	4	2	Разработка программы, реализующей алгоритм решения дифференциального уравнения в частных производных - одномерного уравнения Пуассона с использованием метода прогонки.	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП
11	4	2	Разработка программы, реализующей алгоритм решения дифференциального уравнения в частных производных - двумерного уравнения Пуассона с использованием метода	Лаборатория вычислительно го практикума	ДП

			прогонки и использование преобразования Фурье.		
12	4	2	Разработка программы, реализующей алгоритмы решения дифференциального уравнения в частных производных - одномерного уравнения диффузии/теплопроводности на основе различных численных схем.	Лаборатория вычислительного практикума	ДП
13	4	2	Разработка программы, реализующей алгоритмы решения дифференциального уравнения в частных производных - одномерного уравнения переноса на основе различных численных схем.	Лаборатория вычислительного практикума	ДП
Итого по разделу:		10			
Итого:		36			

Самостоятельная работа студента

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тема и вид СРС	Трудоемкос ть (в часах)
Численное дифференцирование и интегрирование			
1	1	Численное дифференцирование функций и конечные разности. Первая производная: формулы 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядка точности. <i>ИДЛ</i>	2
2		Численное дифференцирование функций и конечные разности. Вторая производная: формулы 2-го и 4-го порядка точности. <i>ИДЛ</i>	2
3		Методы вычисления интегралов: метод прямоугольников, метод трапеций и метод Симпсона. <i>ИДЛ</i>	2
Итого по разделу:			6
Методы интерполяции и аппроксимации			
4	2	Полиномиальная интерполяция. Рациональная интерполяция. <i>ИДЛ</i>	4
5		Полиномиальная аппроксимация зашумлённых данных на основе минимизации среднеквадратичного отклонения. <i>ИДЛ</i>	4
Итого по разделу:			8
Методы интегрирования ОДУ			
6	3	Явные методы интегрирования ОДУ для гладких функций: методы Адамса-Башфорта. <i>ИДЛ</i>	4
7		Неявные методы интегрирования ОДУ для гладких функций: методы Адамса-Мульттона. <i>ИДЛ</i>	4
8		Явные методы интегрирования ОДУ: методы Рунге-Кутты. <i>ИДЛ</i>	4
Итого по разделу:			12
Методы интегрирования ДУЧП			

9	4	Решение тридиагональных систем алгебраических уравнений. Применение к решению ДУЧП. Решение одномерного уравнения Лапласа/Пуассона. Решение двумерного уравнения Лапласа/Пуассона со специальными граничными условиями.	5
10		Методы интегрирования ДУЧП - решение уравнения диффузии/теплопроводности. "Наивная" численная схема. Численная схема Крэнка-Николсона. Анализ устойчивости (фон Неймана) численных схем для уравнения переноса. <i>ИДЛ</i>	6
11		Методы интегрирования ДУЧП - решение уравнения переноса. "Наивная" численная схема для уравнения переноса. Численная схема Лакса. Численная схема Крэнка-Николсона. Численная схема с разностями против потока. Анализ устойчивости численных схем для уравнения переноса. <i>ИДЛ</i>	5
Итого по разделу:			16
<i>Итого:</i>			42

Примечание: СИТ – самостоятельное изучение темы, ИДЛ – изучение дополнительной литературы, ДП – демонстрационная программа.

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ): Курсовые работы по данной дисциплине не запланированы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Обеспеченность учащихся учебниками, учебными пособиями

№	Наименование учебника, учебного пособия	Автор	Год издания	Кол-во экземпляров	Электронная версия	Место размещения электронной версии
Основная литература						
1	Computational Physics: Simulation of Classical and Quantum Systems.	Philipp O.J. Scherer.	2010		есть	https://disk.yandex.ru/d/f0N8PNUCKEjyEQ
2	Computational Physics.	Steven E. Koonin	1985		есть	https://disk.yandex.ru/d/f0N8PNUCKEjyEQ
3	Компьютерное моделирование в физике (в 2 частях)	Х.Гулд, Я.Тобочник.	1990		есть	https://disk.yandex.ru/d/f0N8PNUCKEjyEQ
Дополнительная литература						
	Численные методы для физиков-теоретиков (в 2 частях).	В.А.Ильина, П.К.Силаев.	2004		есть	https://disk.yandex.ru/d/f0N8PNUCKEjyEQ
	Введение в вычислительную физику.	Р.Федоренко.	1994		есть	https://disk.yandex.ru/d/f0N8PNUCKEjyEQ
Итого по дисциплине: 0% печатных изданий; 100% электронных						

Примечание: Электронная библиотека - на моем персональном яндекс-диске

6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://cppstudio.com>
2. <http://en.cppreference.com/>
3. <http://natalia.appmat.ru/c&c++/>

Чтение лекций по данной дисциплине проводится традиционно.

Рекомендуется: использование мультимедийных презентаций по ряду тем во время лекций. В течение лекции преподаватель постоянно ведет диалог со студентами, задавая и отвечая на вопросы.

7. Материальное обеспечение дисциплины

Аудиторный фонд физико-математического факультета и стандартный компьютерный класс.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Приступая к изучению дисциплины «Численные методы и математическое моделирование», студент должен знать физику и математический анализ, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, линейные и нелинейные уравнения математической физики. Рекомендуется для лучшего усвоения понятий изучать рекомендуемую литературу, делать своевременно лабораторные задания.

При самостоятельном изучении предлагаемых тем рекомендуется подготовить мультимедийную презентацию или конспект темы (с последующей защитой).

9. Технологическая карта дисциплины
по дисциплине «Численные методы и математическое моделирование»
Курс II группа ФМ22ДР62ФИ (207), семестр 3
2023-2024 учебный год

Преподаватель – лектор *доцент Ткаченко Д.В.*

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия – *доцент Ткаченко Д.В.*

Кафедра **фундаментальной физики, электроники и систем связи**

Семестр	Количество часов						Форма итог. контроля
	Трудоемк ость, з.е./часы	В том числе					
		Аудиторных				СР	
		Всего	Л	ПЗ	ЛЗ		
3	3/108	66	30		36	42	ЗаО
Итого:	3/108	66	30		36	42	ЗаО

Форма текущей аттестации	Расшифровка	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Посещение лекций и практических занятий	<i>Рассчитывается согласно приложению 4 положения БРС</i>	0	10
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №1</i>	3	4
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №2</i>	4	5
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №3</i>	4	5
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №4</i>	4	5
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №5</i>	4	5
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №6</i>	5	6
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №7</i>	0	7
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №8</i>	5	8
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №9</i>	4	7
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №10</i>	4	7
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>лабораторная работа №11</i>	3	6
Итого количество баллов по текущей аттестации		40	75
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	10	30
Итого по дисциплине		55	100