

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, цифровая подпись)  
« 30 » 2024 г



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине

**«Линейные и нелинейные уравнения в физике»**  
на 2024 / 2025 учебный год

Направление подготовки:  
03.03.02 Физика

Профиль подготовки  
Физическое образование в школе

Квалификация  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

**ГОД НАБОРА 2022**

Тирасполь 2024г.

Рабочая программа дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» 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  
« 30 » 08 2024 г. протокол № 1.

Зав. кафедрой, отвечающей за реализацию дисциплины  
« 30 » 08 2024 г.  Берил С.И.

Зав. выпускающей кафедрой  
« 30 » 08 2024 г.  Берил С.И.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целями** освоения дисциплины являются формирование представлений о теоретических основах методов математической физики; ознакомление с областью применения и современными достижениями математической физики;

**Задачи:** развитие практических навыков по составлению математических моделей простейших физических систем и решению дифференциальных уравнений в частных производных.

### 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   |
|--|--|--|
| <b>Универсальные компетенции и индикаторы их достижения</b>        |  |  |
| Системное и критическое мышление                                   | УК-1<br>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИД-1 <sub>УК-1</sub> :<br>знает:<br>- методики поиска, сбора и обработки информации;<br>- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;<br>- метод системного анализа.<br>ИД-2 <sub>УК-1</sub> :<br>умеет:<br>- применять методики поиска, сбора и обработки информации;<br>- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;<br>- применять системный подход для решения поставленных задач.<br>ИД-3 <sub>УК-1</sub> :<br>владеет:<br>- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации;<br>- методикой системного подхода для решения поставленных задач. |
| <b>Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения</b> |  |  |
| Теоретические и практические основы профессиональной деятельности  | ОПК-1<br>Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей                     | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> :<br>- знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;<br>ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> :<br>- умеет применять физические  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | <p>профессиональной деятельности;</p>  | <p>законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;<br/>ИД-3<sub>ОПК-1</sub>:<br/>- владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p>   |
|   | <p><b>ОПК-2</b><br/>Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;</p> | <p>ИД-1<sub>ОПК-2</sub>:<br/>- знает физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации;<br/>ИД-2<sub>ОПК-2</sub>:<br/>- умеет применять физические законы и математические методы в исследовательских целях физических систем и процессов;<br/>ИД-3<sub>ОПК-2</sub>:<br/>- владеет навыками использования знаний физики и математики при решении исследовательских задач.</p> |
| <b><i>Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i></b> |  |   |
| <p>научно-исследовательская</p>                                       | <p><b>ПК-6</b><br/>Способен проводить научные исследования в области физики и связанных с ней видах деятельности</p>   | <p>ИД-1<sub>ПК-6</sub>:<br/>- обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований;<br/>ИД-2<sub>ПК-6</sub>:<br/>- выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований и разработок;<br/>ИД-3<sub>ПК-6</sub>:<br/>- подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.</p>  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

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

| Семестр       | Трудоемкость, з.е./часы | Количество часов |           |           |    | Форма итог. контроля |            |
|---------------|-------------------------|------------------|-----------|-----------|----|----------------------|------------|
|               |                         | В том числе      |           |           |    |                      |            |
|               |                         | Аудиторных       |           |           | СР |                      |            |
| Всего         | Л                       | ПЗ               | ЛЗ        |           |    |                      |            |
| 5             | 3/108                   | 68               | 32        | 36        |    | 40                   | ЗаО        |
| <b>Итого:</b> | <b>3/108</b>            | <b>68</b>        | <b>32</b> | <b>36</b> |    | <b>40</b>            | <b>ЗаО</b> |

##### 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             | Уравнения гиперболического типа | 52               | 14                | 18        |    | 20             |
| 2             | Уравнения параболического типа  | 46               | 14                | 14        |    | 18             |
| 3             | Уравнения эллиптического типа   | 10               | 4                 | 4         |    | 2              |
| <b>Итого:</b> |                                 | <b>108</b>       | <b>32</b>         | <b>36</b> |    | <b>40</b>      |

##### 4.3. Тематический план по видам учебной деятельности:

###### Лекции

| №                                      | раздел | Объем     | Наименование тем лекционных занятий  | Учебно-наглядные пособия |
|--|--------|-----------|--|--------------------------|
| <b>Уравнения гиперболического типа</b> |        |           |  |                          |
| 1                                      | 1      | 3         | Постановка задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Энергия колебаний струны. Уравнение малых продольных колебаний стержня. Уравнение электрических колебаний в проводах. |                          |
| 2                                      | 1      | 2         | Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Физическая интерпретация.  | П+ДП                     |
| 3                                      | 1      | 2         | Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны. Задача Штурма-Лиувилля.  | П+ДП                     |
|  |        | 2         | Свободные колебания струны с затуханием.   | П+ДП                     |
| 4                                      | 1      | 4         | Метод разделения переменных для вынужденных колебаний струны. Неоднородное уравнение.  | П                        |
| 5                                      | 1      | 2         | Колебания под действием сосредоточенной силы. Краевая задача со стационарными неоднородностями. Вынужденные колебания под действием периодического возмущения. Резонанс.             | ДП                       |
| <b>Итого по разделу:</b>               |        | <b>14</b> |  |                          |

| <b>Уравнения параболического типа</b> |   |           |   |             |
|---------------------------------------|---|-----------|---|-------------|
| 6                                     | 2 | 2         | Постановка задачи о распространении тепла, диффузии.  |             |
| 7                                     | 2 | 4         | Свободное распространение тепла в бесконечно длинном стержне.   | <b>П+ДП</b> |
| 8                                     | 2 | 2         | Задача без начальных условий. Распространение тепла в ограниченном стержне при нулевых граничных условиях.  | <b>П</b>    |
| 9                                     | 2 | 2         | Распространение тепла в ограниченном стержне, концы которого поддерживаются при температурах, зависящих от времени. Распространение тепла в ограниченном стержне, на концах которого происходит свободный теплообмен с окружающей средой. | <b>П</b>    |
| 10                                    | 2 | 3         | Вынужденный теплообмен в бесконечно длинном стержне. Неоднородное уравнение теплопроводности.   | <b>П</b>    |
| 11                                    | 2 | 1         | Распространение тепла в однородном шаре.  |             |
| <b>Итого по разделу</b>               |   | <b>14</b> |   |             |
| <b>Уравнения эллиптического типа</b>  |   |           |   |             |
| 11                                    | 3 | 4         | Метод разделения переменных для уравнения Лапласа. Двумерный случай.  |             |
| <b>Итого по разделу:</b>              |   | <b>4</b>  |   |             |
| <b>Итого:</b>                         |   | <b>32</b> |   |             |

### Практические (семинарские) занятия

| №                                      | раздел | Объем     | <i>Наименование тем занятий</i>   | Учебно-наглядные пособия |
|--|--------|-----------|---|--------------------------|
| <b>Уравнения гиперболического типа</b> |        |           |   |                          |
| 1                                      | 1      | 4         | Постановка задач для уравнения колебаний.   |                          |
| 2                                      | 1      | 4         | Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Физическая интерпретация.                     |                          |
| 3                                      | 1      | 4         | Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны. Задача Штурма-Лиувилля.   |                          |
|  |        | 4         | Метод разделения переменных для вынужденных колебаний струны. Неоднородное уравнение колебаний. |                          |
| 4                                      | 1      | 2         | Свободные поперечные колебания прямоугольной мембраны.  |                          |
| <b>Итого по разделу:</b>               |        | <b>18</b> |   |                          |
| <b>Уравнения параболического типа</b>  |        |           |   |                          |
| 5                                      | 2      | 4         | Свободное распространение тепла в бесконечно длинном и полубесконечном стержне.                 |                          |
| 6                                      | 2      | 4         | Неоднородное уравнение теплопроводности для ограниченного стержня.                              |                          |
| 7                                      | 2      | 4         | Неоднородное уравнение теплопроводности для бесконечно длинного стержня.                        |                          |
| 8                                      | 2      | 2         | Распространение тепла в однородных двумерных и трехмерных объектах.                             |                          |

|                                      |           |   |  |
|--------------------------------------|-----------|---|--|
| <b>Итого по разделу:</b>             | <b>14</b> |   |  |
| <b>Уравнения эллиптического типа</b> |           |   |  |
| 9                                    | 3         | 4 | Метод разделения переменных для уравнения Лапласа. Двумерный случай. |
| <b>Итого по разделу:</b>             | <b>4</b>  |   |  |
| <b>Итого:</b>                        | <b>36</b> |   |  |

Лабораторные работы не предусмотрены

### Самостоятельная работа студента

| Раздел                                 | № п/п | Тема и вид СРС   | Трудоемкость (в часах) |
|--|-------|--|------------------------|
| <b>Уравнения гиперболического типа</b> |       |  |                        |
| 1                                      | 1     | Постановка задач. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Энергия колебаний струны. Уравнение малых продольных колебаний стержня. Уравнение электрических колебаний в проводах. Уравнения гидродинамики и акустики. Волновые уравнения для электромагнитного поля. <i>(ИДЛ, ДЗ)</i> | 6                      |
|  | 2     | Метод распространяющихся волн. Формула Даламбера. Физическая интерпретация. <i>(ИДЛ)</i>   | 3                      |
|  | 3     | Метод разделения переменных для уравнения свободных колебаний струны. Задача Штурма-Лиувилля. Свободные колебания струны с затуханием. <i>(ИДЛ, ДЗ)</i>  | 3                      |
|  | 4     | Метод разделения переменных для вынужденных колебаний струны. Неоднородное уравнение. <i>(ИДЛ, ДЗ)</i>   | 2                      |
|  | 5     | Краевая задача со стационарными неоднородностями. Колебания под действием сосредоточенной силы. Вынужденные колебания под действием периодического возмущения. Резонанс. <i>(ИДЛ, ДЗ)</i>  | 2                      |
|  | 6     | Свободные поперечные колебания круглой мембраны. <i>(ИДЛ)</i>  | 4                      |
| <b>Итого по разделу:</b>               |       |  | <b>20</b>              |
| <b>Уравнения параболического типа</b>  |       |  |                        |
| 2                                      | 7     | Постановка задачи о распространении тепла, диффузии. <i>(ИДЛ)</i>  | 4                      |
|  | 8     | Распространение тепла в бесконечно длинном стержне. Распространение тепла в полубесконечном стержне. <i>(ИДЛ, ДЗ)</i>  | 3                      |
|  | 9     | Задача без начальных условий. Распространение тепла в ограниченном стержне при нулевых граничных условиях. <i>(ИДЛ)</i>  | 2                      |
|  | 10    | Распространение тепла в ограниченном стержне, концы которого поддерживаются при температурах, зависящих от времени. Распространение тепла в ограниченном стержне, на концах которого происходит свободный  | 3                      |

|                                      |    |  |           |
|--------------------------------------|----|--|-----------|
|                                      |    | теплообмен с окружающей средой. (ИДЛ, ДЗ)                                      |           |
|                                      | 11 | Неоднородное уравнение теплопроводности. (ИДЛ, ДЗ)                             | 4         |
|                                      | 13 | Распространение тепла в однородном шаре. (ИДЛ)                                 | 2         |
| <b>Итого по разделу:</b>             |    |  | <b>18</b> |
| <b>Уравнения эллиптического типа</b> |    |  |           |
| 3                                    | 10 | Метод разделения переменных для уравнения Лапласа. Двумерный случай. (ИДЛ, ДЗ) | 2         |
| <b>Итого по разделу:</b>             |    |  | <b>2</b>  |
| <b>Итого:</b>                        |    |  | <b>40</b> |

**Примечание:** СИТ – самостоятельное изучение темы, ИДЛ – изучение дополнительной литературы, ДЗ – домашнее задание.

**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

| № п/п                            | Наименование учебника, учебного пособия                | Автор  | Год издания | Количество экземпляров | Электронная версия | Место размещения электронной версии   |
|----------------------------------|--|--|-------------|------------------------|--------------------|---|
| <b>Основная литература</b>       |  |  |             |                        |                    |   |
| 1                                | Уравнения математической физики.                       | Тихонов А.Н., Самарский А.А.                 | 1977        |                        | есть               | <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/TihonovSamarskij1977ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/TihonovSamarskij1977ru.djvu</a>           |
| 2                                | Уравнения в частных производных математической физики. | Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М.     | 2001        |                        | есть               | <a href="https://alexandr4784.narod.ru/kgs.html">https://alexandr4784.narod.ru/kgs.html</a>   |
| 3                                | Сборник задач по математической физике.                | Владимиров В.С., Вашорин А.А., Наргемова Х.Х | 2003        |                        | есть               | <a href="https://www.klex.ru/jq4">https://www.klex.ru/jq4</a>   |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |  |             |                        |                    |   |
| 1                                | Сборник задач по математической физике.                | Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н.     | 1972        |                        | есть               | <a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BudakSamarskijTixonov1979ru.djvu">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BudakSamarskijTixonov1979ru.djvu</a> |
| 2                                | Задачи по математической физике.                       | Боголюбов А.Н., Кравцов В.В.                 | 1998        |                        | есть               | <a href="https://ega-math.narod.ru/Books/BoKra.htm">https://ega-math.narod.ru/Books/BoKra.htm</a>   |
| <b>Итого по дисциплине:</b>      |  | 0 % печатных изданий;                        |             | 100 % электронных      |                    |   |

## 6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<https://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> — EqWorld Мир математических уравнений;

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартная аудитория.

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Изучение дисциплины осуществляется посредством освоения теоретического блока, выполнения заданий на практических занятиях и выполнения самостоятельной работы.

Приступая к изучению дисциплины *«Линейные и нелинейные уравнения в физике»*, студент должен знать общую физику в пределах программы университета, свободно владеть аппаратом математического анализа, иметь представление о теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Организация изучения дисциплины** предусматривает демонстрацию компьютерных визуализаций результатов решений некоторых задач по теплопереносу и распространению волн в ограниченных и неограниченных средах.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения в физике» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 03.03.02 «Физика» и учебного плана по профилю подготовки *«Физическое образование в школе»*.

**9. Технологическая карта дисциплины  
по дисциплине «Линейные и нелинейные уравнения физики»  
Курс III группа ФМ22ДР62ФИ (307), семестр 5  
2024-2025 учебный год**

Преподаватель – лектор *доцент Ткаченко Д.В.*

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

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

| Семестр       | Количество часов        |             |           |           |    | Форма итог. контроля |            |
|---------------|-------------------------|-------------|-----------|-----------|----|----------------------|------------|
|               | Трудоемкость, з.е./часы | В том числе |           |           |    |                      |            |
|               |                         | Аудиторных  |           |           | СР |                      |            |
|               | Всего                   | Л           | ПЗ        | ЛЗ        |    |                      |            |
| 5             | 3/108                   | 68          | 32        | 36        |    | 40                   | ЗаО        |
| <b>Итого:</b> | <b>3/108</b>            | <b>68</b>   | <b>32</b> | <b>36</b> |    | <b>40</b>            | <b>ЗаО</b> |

| 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                             |
| Контрольная работа по разделу 1: Уравнения гиперболического типа |   | 0                             | 30                             |
| Контрольная работа по разделу 2: Уравнения параболического типа  |   | 0                             | 20                             |
| Контрольная работа по разделу 3: Уравнения эллиптического типа   |   | 0                             | 10                             |
| <b>Итого количество баллов по текущей аттестации</b>             |   | <b>45</b>                     | <b>70</b>                      |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                  | <b>Зачет с оценкой</b>                                    | <b>10</b>                     | <b>30</b>                      |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                       |   | <b>55</b>                     | <b>100</b>                     |