

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

**направление подготовки / специальность**

**44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Физика. Математика**  
(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины Методы математической физики является

1. Дать научные знания по методам математической физики на уровне высшей школы, достаточные для освоения соответствующих разделов теоретической физики, а также для понимания и изучения технических дисциплин таких как, например, физическая электроника и электрорадиотехника;
2. Дать основные знания и умения, которые будут необходимы при работе в средней школе в качестве учителя физики

Задачи:

1. овладение знаниями:
  - 1) теоретических основ науки, терминологии, истории становления,
  - 2) методов экспериментальных и теоретических исследований,
  - 3) предмета и объекта исследований данной науки,
2. овладение навыками:
  - 1) решения расчетных задач,
  - 2) работы с учебной и научной литературой,
  - 3) овладение умением решения творческих и нестандартных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Методы математической физики относится к обязательной части блока «Дисциплины (модули)».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции  |  | Наименование оценочного средства  |
|---|---|--|---|
|   | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине  |   |
| ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний | ОПК-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в своей предметной области;<br>ОПК-8.2. Осуществляет урочную и внеурочную деятельность в соответствии с предметной областью согласно освоенному профилю (профилям) подготовки;<br>ОПК-8.3. Владеет методами научно-педагогического исследования в предметной области и методами анализа | Знает:<br>- предмет и объект астрономии как науки;<br>- теоретические основы и природу основных астрономических явлений;<br>- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной астрономии;<br>- основные достижения астрономии в практической жизни;<br>-возможности специализированного программного обеспечения по астрономии.<br>Умеет:<br>- выделять конкретное | Тестовые вопросы<br>Практические задачи<br>Индивидуальные проектные задания |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <p>педагогической ситуации на основе специальных научных знаний.</p> | <p>физическое содержание в прикладных задачах и использовать основные законы физики в профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять физические законы для решения практических задач;</li> <li>- применять цифровые технологий в работе с астрономическими данными.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с научной литературой разного уровня (научно-популярные издания, периодические журналы, монографии, учебники, справочники);</li> <li>-навыками работы с астрономическим оборудованием, в том числе специализированным ПО;</li> <li>-навыками оценки результатов научного эксперимента или исследования.</li> </ul> |  |
|--|--|--|--|

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

| № п/п               | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины                           | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником |                      |                     | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---------------------|--|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|------------------------|---|
|                     |  |         |                 | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |   |
| 1.                  | Предмет математической физики  | 4       | 1-2             | 2   | 2                    |                     | 4                      |   |
| 2.                  | Криволинейные ортогональные системы координат                            | 4       | 3-4             | 2   | 2                    |                     | 2                      |   |
| 3.                  | Скалярное поле и его характеристики                                      | 4       | 5-6             | 2   | 6                    |                     | 2                      | РК-1  |
| 4.                  | Векторное поле и его основные особенности                                | 4       | 7-8             | 2   | 6                    |                     | 2                      |   |
| 5.                  | Дифференциальные операции второго порядка. Классификация векторных полей | 4       | 9-10            | 2   | 6                    |                     | 2                      |   |
| 6.                  | Тензорное исчисление   | 4       | 11-12           | 2   | 4                    |                     | 2                      | РК-2  |
| 7.                  | Примеры использования тензоров в физике                                  | 4       | 13-14           | 2   | 6                    |                     | 2                      |   |
| 8.                  | Основные дифференциальные уравнения математической физики                | 4       | 15-18           | 4   | 4                    |                     | 2                      | РК-3  |
| Всего за 4 семестр  |  |         |                 | 18  | 36                   |                     | 18                     | Экзамен (36)  |
| Итого по дисциплине |  |         |                 | 18  | 36                   |                     | 18                     | Экзамен (36)  |

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

###### Тема 1. Предмет математической физики

1. Построение физики, как науки.
2. Математические поля.

###### Тема 2. Криволинейные ортогональные системы координат

1. Декартова система координат
2. Цилиндрическая и сферическая системы координат
3. Коэффициенты Ламэ. Координатные линии и поверхности.
4. Вычисление длин, площадей и объемов в ортогональных системах координат.

###### Тема 3. Скалярное поле и его характеристики

1. Скалярное поле. Поверхности уровня в скалярном поле. Производная по направлению.
2. Градиент скалярного поля.
3. Связь градиента потенциала электростатического поля с эквипотенциальными поверхностями.

###### Тема 4. Векторное поле и его основные особенности

1. Векторные поля. Поток векторного поля.

2. Дивергенция векторного поля.
3. Циркуляция векторного поля.
4. Ротор векторного поля.
5. Теорема Остроградского-Гаусса.
6. Формула Стокса.

**Тема 5. Дифференциальные операции второго порядка. Классификация векторных полей**

1. Оператор Гамильтона. Свойства операций первого порядка.
2. Дифференциальные операции второго порядка и их свойства.
3. Классификация векторных полей.

**Тема 6. Тензорное исчисление**

1. Определение тензора. Простейшие типы тензоров.
2. Операции с тензорами.
3. Главные направления тензоров.
4. Инварианты тензоров. Тензорный эллипсоид.

**Тема 7. Примеры использования тензоров в физике**

1. Тензор-производная векторного поля. Скалярный и вектор-ный инварианты тензора-производной векторного поля.
2. Тензор деформации.
3. Тензор механических напряжений.
4. Тензор инерции.

**Тема 8. Основные дифференциальные уравнения математической физики**

1. Колебания струны. Волновое уравнение.
2. Электромагнитные волны.
3. Уравнение теплопроводности.
4. Уравнение Шредингера.

**Содержание практических занятий по дисциплине**

**Тема 2. Криволинейные ортогональные системы координат**

Расчет координатных линий и поверхностей.

Вычисление длин, площадей и объемов в ортогональных системах координат.

**Тема 3. Скалярное поле и его характеристики**

Решение задач по темам

Производная по направлению.

Градиент скалярного поля.

Связь градиента потенциала электростатического поля с эквипотенциальными поверхностями.

**Тема 4. Векторное поле и его основные особенности**

Решение задач по темам

Поток векторного поля.

Дивергенция векторного поля.

Циркуляция векторного поля.

Ротор векторного поля.

Теорема Остроградского-Гаусса.

Формула Стокса.

**Тема 5. Дифференциальные операции второго порядка. Классификация векторных полей**

Решение задач по темам

Оператор Гамильтона. Свойства операций первого порядка.

Дифференциальные операции второго порядка и их свойства.

**Тема 6. Тензорное исчисление**

Операции с тензорами.

**Тема 7. Примеры использования тензоров в физике**

Изучение свойств тензоров в физике. Тензор-производная векторного поля. Скалярный и векторный инварианты тензора-производной векторного поля. Тензор деформации. Тензор механических напряжений. Тензор инерции.

### Тема 8. Основные дифференциальные уравнения математической физики

Колебания струны. Волновое уравнение. Электромагнитные волны. Уравнение теплопроводности. Уравнение Шредингера.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### 4 семестр

#### Вопросы к рейтинг-контролю №1

##### Вариант 1.

1. Записать выражения для элементов координатных линий в сферической системе координат и элементов координатных поверхностей в цилиндрической системе координат.
2. Вычислить объем цилиндра высотой  $h$  и радиусом основания  $a$ .
3. Найти производную функции  $5x^2 - 3x - y^2 - 1$  в точке  $M(2,1)$  в направлении, идущем из этой точки к точке  $N(5,5)$ .
4. Найти градиент скалярного поля  $u = 5x^2y - 3xy^5 + y^4z$  в точке  $M(0,0,0)$ .
5. Выяснить, имеются ли в точке  $M(1,1,-1)$  источники векторного поля  $\vec{a} = (2x^2z + 3)\vec{i} + (2xy - 3)\vec{j} + (6xyz - 13)\vec{k}$ .

#### Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Выразить ротор векторного поля  $\vec{a} = z^3\vec{i} + y^3\vec{j} + x^3\vec{k}$ .
2. Найти лапласиан функции  $u = 5x^2y - 3xy^5 + y^4z$ .
3. Найти градиент скалярного поля  $u = \rho^2 \sin \varphi - z^3 \cos \varphi$  в цилиндрической системе координат.
4. Выразить дивергенцию векторного поля  $\vec{a} = \frac{\sin \theta}{r^2} \vec{e}_r + \sin \theta \cos \varphi \vec{e}_\theta + \frac{r^3}{\cos \varphi} \vec{e}_\varphi$  в сферической системе координат.
5. Выразить ротор векторного поля  $\vec{a} = \rho \vec{e}_\rho + z \sin \varphi \vec{e}_\varphi + z \operatorname{tg} \varphi \vec{e}_z$ , заданного в цилиндрической системе координат.

#### Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Вычислить компоненты тензора  $\hat{\Pi} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 5 \end{pmatrix}$  в системе координат, повернутой на угол  $\varphi = \pi/3$  по сравнению с исходной.
2. Разложить тензор  $\hat{\Pi} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 5 \end{pmatrix}$  на сумму симметричного и антисимметричного тензоров.
3. Найти главные значения и главные векторы симметричного тензора  $\hat{\Pi} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ .

4. Показать, что функция  $u = 2(x + vt)^3 + \ln(x - vt)$  удовлетворяет волновому уравнению

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}.$$

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### Вопросы к экзамену

1. Физические и математические поля.
2. Ортогональные системы координат.
3. Коэффициенты Ламэ. Координатные линии и поверхности.
4. Вычисление длин, площадей и объемов в ортогональных системах координат.
5. Поверхности уровня в скалярном поле. Производная по направлению.
6. Градиент скалярного поля. Векторные линии. Связь градиента потенциала электростатического поля с эквипотенциальными поверхностями.
7. Векторные поля. Поток векторного поля.
8. Дивергенция векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса.
9. Циркуляция векторного поля.
10. Ротор векторного поля. Формула Стокса.
11. Классификация векторных полей.
12. Дифференциальные операции первого и второго порядка, их свойства.
13. Понятие об линейных операторах и их собственных значениях.
14. Понятие тензора. Характеристики тензоров. Простейшие операции с тензорами. Примеры тензорных полей.
15. Колебания струны. Волновое уравнение.
16. Электромагнитные волны.
17. Уравнение теплопроводности.
18. Уравнение Шредингера.

**5.3. Самостоятельная работа обучающегося.** *Приводятся виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.*

*Указываются темы эссе, рефератов, курсовых проектов (работ) и др.*

**Текущая СРС**, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, контрольных работ,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовку к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

**Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)**, ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов включает следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации,
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

**Темы самостоятельной работы:**

1. Физические векторные поля в четырехмерном пространстве-времени.  
Изучить основные характеристики векторных полей, их свойства и практическое применение. Ознакомится с записью основных характеристик векторных полей в четырехмерном пространстве-времени. Записать Уравнения Максвелла электромагнитного поля в четырехмерном пространстве-времени.
2. Тензорные поля в четырехмерном пространстве-времени.  
Изучить основные характеристики векторных полей, их свойства и практическое применение. Ознакомится с записью основных характеристик векторных полей в четырехмерном пространстве-времени. Записать Уравнения Максвелла электромагнитного поля в четырехмерном пространстве-времени.
3. Метод Грина решения краевых задач.  
Ознакомится с методом Грина решения краевых задач, функцией Грина. Применить полученные знания к решению задачи Коши.

**Проектная деятельность**

Создание электронных материалов для изучения элементов теории поля в школьном курсе физики.

**Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей. Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- выполнение домашних работ;
- выполнение самостоятельных и контрольных работ
- вопросы, выносимые на экзамен.
- реферат с элементами проектирования;
- доклады на конференц-неделях.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

| <b>Контролирующие мероприятия</b>   | <b>Результаты обучения по дисциплине</b>   |
|---|--|
| Самостоятельные работы на практических занятиях   | Знание основных формул и определений   |
| Контрольные работы на практических занятиях   | Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи   |
| Участие студентов в научной дискуссии по подготовленным и представленным презентациям, рефератам во время проведения конференц-недели | Овладение опытом анализа информационных источников; выступлений с докладами и участия в дискуссиях; разделения научного и ненаучного знания; |
| Выполнение и защита индивидуальных заданий  | Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи   |
| Тестирование  | Знание основных формул и определений. Умение самостоятельно находить решение поставленной задачи   |



Контроль со стороны преподавателя и самоконтроль осуществляется в соответствии с рейтинг-планом дисциплины, во время практических и лабораторных занятий, коллоквиумов, защиты домашних заданий.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Книгообеспеченность**

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство  | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ   |
|--|-------------|---|
|  |             | Наличие в электронном каталоге ЭБС  |
| <b>Основная литература</b>   |             |   |
| 1. Лекции по численным методам математической физики: Уч.пос./ М.В.Абакумов, А.В.Гулин; МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет вычисл. математике и киберне-тики. - М.:НИЦ ИНФРА-М,2013-158 с. - ISBN 978-5-16-006108-5.              | 2018        | <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=364601">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=364601</a> |
| 2. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Гриняев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.— 148 с. | 2018        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/13862">http://www.iprbookshop.ru/13862</a>                               |
| 3. Уравнения математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павленко А.Н., Пихтилькова О.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет.— 100 с.                              | 2018        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/30134">http://www.iprbookshop.ru/30134</a>                               |
| <b>Дополнительная литература</b>   |             |   |
| 1. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дорохова М.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга.— 127 с.   | 2017        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/8206">http://www.iprbookshop.ru/8206</a>                                 |
| 2. Уравнения математической физики/Ильин А. М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 192 с.: ISBN 978-5-9221-1036-5   | 2017        | <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544745">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544745</a> |
| 3. Методы математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Барашков. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2497-1.  | 2016        | <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=492290">http://znanium.com/bookread2.php?book=492290</a>     |

### **6.2. Периодические издания**

«Земля и вселенная». М.: Наука;  
 «Небосвод». Электронное Интернет-издание  
 «Astronomy» Waukesha, Wi  
 «Новости космонавтики». М.: Изд. РАН

### **6.3. Интернет-ресурсы**

CourseLab 2.7; свободные электронные планетарий Stellarium, WorldWide Telescope  
 Астронет  
<http://www.astronet.ru/>  
 Открытый колледж. Астрономия  
<http://college.ru/astronomy/course/content/content.html>  
 Интернет-ресурс, посвящённый наблюдательной астрономии  
<http://www.realsky.ru/>  
 Карта звёздного неба

<http://www.sky-map.org/>

<http://meteoweb.ru/astro/skaymaps1.php>

3d симулятор космоса <https://celestia.space/ru/>

интерактивным атласом звездного неба Aladin Sky Atlas

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические работы проводятся в Аудит. 121-7, обеспеченной астрономическими наглядными материалами (глобусы планет и луны, модель небесной сферы, карты и атласы звездного неба, астрономические календари, теллурий) и оборудованием (портативный планетарий, телескопы рефракторы и рефлекторы). Аудитория оснащена ПК, мультимедиа проектором и интерактивной доской, доской для письма и маркерами.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Лицензии на Microsoft Windows/Office: Microsoft Open License 49487346.

Рабочую программу составил ММ доцент кафедры ФМОиИТ А.А. Мокрова

Рецензент

(представитель работодателя) заместитель директора

МАОУ «СОШ № 25 г. Владимира»

Шавлинская Т.Ю. ТЮ

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФМОиИТ

Протокол № 11 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой ЮЕ Ю.Ю. Евсева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 44.03.05 – Педагогическое образование

Протокол № 1 от 31.08 2021 года

Председатель комиссии ММ Артамонова М.В., директор ПИ



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

*НАИМЕНОВАНИЕ*

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:  
*наименование (указать уровень подготовки)*

| Номер изменения | Внесены изменения в части/разделы рабочей программы | Исполнитель ФИО | Основание (номер и дата протокола заседания кафедры) |
|-----------------|---|-----------------|--|
| 1               |   |                 |  |
| 2               |   |                 |  |

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*