

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ПИ  
Д.В. Артамонов

10 2014г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

**Направление подготовки**  
**01.06.01 Математика и механика**

**Направленность (профиль):**  
**Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление**

**Квалификация (степень) – Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

**Форма обучения: очная**

Пенза – 2014 г.

### 1. Цели и задачи изучения дисциплины

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о роли математических моделей электродинамики в изучении физических проблем и проблем естествознания; ознакомить с современным состоянием теории математического моделирования в электродинамике и его применением к решению задач естествознания.

**Задачи дисциплины:** подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения задач естествознания; подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения практических исследовательских задач.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспиранта

Дисциплина «Математические модели электродинамики» относится к факультативным дисциплинам учебного плана ООП по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, профилю «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений; уравнений с частными производными; функционального анализа; теории функций комплексного переменного.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, могут быть применены при подготовке и написании диссертации по специальности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

### 3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения программы дисциплины.

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

| Коды компетенции | Наименование компетенции  | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)   |
|------------------|---|--|
| 1                | 2   | 3  |
| ПК-4             | способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач | <i>Знать:</i> основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, основные уравнения электродинамики и классические задачи для них; основные классы методов решения краевых задач электродинамики. |
|                  |   | <i>Уметь:</i> разрабатывать численные методы решения краевых задач электродинамики; реализовывать численные методы на языках программирования высокого уровня.   |
|                  |   | <i>Владеть:</i> методами постановки и численного решения задач электродинамики.  |
| ПК-5             | способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики        | <i>Знать:</i> о роли краевых задач в электродинамике; о различных постановках краевых задач и различных типах краевых условий; о сведении краевой задачи к изучению интегрального или псевдодифференциального уравнения. |
|                  |   | <i>Уметь:</i> доказывать основные теоремы о свойствах решений краевых задач электродинамики.   |
|                  |   | <i>Владеть:</i> методами постановки и решения краевых задач электродинамики.   |

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Математические модели электродинамики».

##### 4.1. Структура дисциплины «Математические модели электродинамики»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, лекции 18 часов, практические занятия 18 часов, самостоятельная работа 36 часов.

| №<br>п/п | Наименование<br>разделов и тем<br>дисциплины  | Семестр  | Недели семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах) |          |                      |                        |                                  |                       | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |         |
|----------|---|----------|-----------------|---|----------|----------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|--|---------|
|          |   |          |                 | Аудиторная работа   |          |                      | Самостоятельная работа |                                  |                       | Оценка работы на практических занятиях                     | Семинар |
|          |   |          |                 | Всего   | Лекция   | Практические занятия | Всего                  | Подготовка к лекционным занятиям | Подготовка к семинару |  |         |
| 1        | 2   | 3        | 4               | 5   | 6        |                      | 8                      | 10                               | 11                    | 13   |         |
|          | <b>Раздел 1. Скалярные задачи дифракции.</b>  | <b>3</b> | <b>1-6</b>      | <b>6</b>  | <b>6</b> |                      | <b>18</b>              | <b>12</b>                        | <b>6</b>              | <b>1-6</b>   |         |
|          | <b>Тема 1.1.</b> Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнения Гельмгольца. Теоремы единственности. | 3        | 1-2             | 2   | 2        |                      | 6                      | 4                                | 2                     | 1-2  |         |
|          | <b>Тема 1.2.</b> Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегральным уравнениям.                           | 3        | 3-4             | 2   | 2        |                      | 6                      | 4                                | 2                     | 3-4  |         |
|          | <b>Тема 1.3.</b> Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегральных уравнений.             | 3        | 5-6             | 2   | 2        |                      | 6                      | 4                                | 2                     | 5-6  | 6       |
|          | <b>Раздел 2. Векторные задачи дифракции.</b>  | <b>3</b> | <b>7-12</b>     | <b>6</b>  | <b>6</b> |                      | <b>18</b>              | <b>12</b>                        | <b>6</b>              | <b>7-12</b>  |         |
|          | <b>Тема 2.1.</b> Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнений Максвелла. Теоремы единственности.   | 3        | 7-8             | 2   | 2        |                      | 6                      | 4                                | 2                     | 7-8  |         |



## 4.2. Содержание дисциплины «Математические модели электродинамики».

### РАЗДЕЛ 1. Скалярные задачи дифракции.

**Тема 1.1.** Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнения Гельмгольца. Теоремы единственности.

**Тема 1.2.** Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегральным уравнениям.

**Тема 1.3.** Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегральных уравнений.

### РАЗДЕЛ 2. Векторные задачи дифракции.

**Тема 2.1.** Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнений Максвелла. Теоремы единственности.

**Тема 2.2.** Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегродифференциальным (псевдодифференциальным) уравнениям.

**Тема 2.3.** Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегродифференциальных (псевдодифференциальных) уравнений.

### РАЗДЕЛ 3. Задачи о распространении волн в волноведущих структурах.

**Тема 3.1.** Задачи о распространении волн в экранированных волноведущих структурах.

**Тема 3.2.** Задачи о распространении волн в открытых волноведущих структурах.

**Тема 3.3.** Задачи о распространении волн в волноведущих структурах, частично заполненных нелинейной средой.

## 4.3. Особенности организации изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с

1. ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн).

## 5. Образовательные технологии.

В ходе освоения дисциплины «Математические модели электродинамики» при проведении **аудиторных** занятий используются следующие образовательные технологии:

1. **Технология традиционного обучения** реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы: *лекции, практические занятия.*

2. **Медиатехнология** реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

2.1. *Семинары традиционные*, в ходе которых аспиранты делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В виде традиционных семинаров с использованием медиатехнологий реализуются все темы.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий, составляют 40 % от общего количества аудиторных занятий.

При организации **самостоятельной работы** используются следующие технологии:

1. **Технология систематизации имеющейся информации** (работа с конспектом лекции;

все темы);

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам; все темы);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах-круглых столах, все темы ).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,  
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**6.1. План самостоятельной работы аспирантов**

| № нед. | Тема | Вид самостоятельной работы                     | Задание                    | Рекомендуемая литература (номера источников из разд. 7 программы) | Количество часов |
|--------|------|--|----------------------------|---|------------------|
| 1      | 1.1  | Подготовка к лекционным занятиям и семинарам   | Изучить литературу по теме | основная – 1,2; дополнительная – 2.                               | 6                |
| 2      | 1.2  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 1,2; дополнительная – 2.                               | 6                |
| 3      | 1.3  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 1,2; дополнительная – 2.                               | 6                |
| 4      | 2.1  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 1,2,3; дополнительная – 2                              | 6                |
| 5      | 2.2  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 1,2,3; дополнительная – 2                              | 6                |
| 6      | 2.3  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 1,2,3; дополнительная – 2                              | 6                |
| 7      | 3.1  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 2; дополнительная – 1                                  | 6                |
| 8      | 3.2  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 2; дополнительная – 1                                  | 6                |
| 9      | 3.3  | Подготовка к практическим занятиям и семинарам | Изучить литературу по теме | основная – 2; дополнительная – 1                                  | 6                |

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов

Аспиранты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам лекционного курса. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает задания на практическую работу.

Для углубленного изучения теоретического материала, решения выданных задач, подготовки к практическим занятиям и семинарам рекомендуется пользоваться рекомендуемой литературой из раздела 7 программы, а также иной литературой из электронных библиотечных систем.

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

| № п\п | Вид контроля                                    | Контролируемые темы (разделы)  | Компетенции, компоненты которых контролируются |
|-------|---|--|--|
| 1     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнения Гельмгольца. Теоремы единственности.                         | ПК – 4,5                                       |
| 2     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегральным уравнениям.   | ПК – 4,5                                       |
| 3     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегральных уравнений.                                     | ПК – 5   |
| 4     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнений Максвелла. Теоремы единственности.                           | ПК – 4,5                                       |
| 5     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегродифференциальным (псевдодифференциальным) уравнениям.               | ПК – 4,5                                       |
| 6     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегродифференциальных (псевдодифференциальных) уравнений. | ПК - 5   |
| 7     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Задачи о распространении волн в экранированных волноведущих структурах.  | ПК – 4,5                                       |
| 8     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Задачи о распространении волн в открытых волноведущих структурах.  | ПК - 4,5                                       |
| 9     | оценка работы на практических занятиях, семинар | Задачи о распространении волн в волноведущих структурах, частично заполненных нелинейной средой.                             | ПК - 4,5                                       |

## Вопросы к семинарам

Согласно содержанию дисциплины (см. п.4.2. программы)

### Примерный перечень вопросов и заданий к зачету.

1. Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнения Гельмгольца.
2. Теоремы единственности решений скалярных задач дифракции на экранах и/или телах.
3. Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегральным уравнениям.
4. Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегральных уравнений.
5. Постановка задач дифракции на экранах и/или телах для уравнений Максвелла.
6. Теоремы единственности решений векторных задач дифракции на экранах и/или телах.
7. Сведение задач дифракции на экранах и/или телах к интегро-дифференциальным (псевдодифференциальным) уравнениям.
8. Теоремы о существовании и единственности решений краевых задач и интегро-дифференциальных (псевдодифференциальных) уравнений.
9. Задачи о распространении волн в экранированных волноведущих структурах.
10. Задачи о распространении волн в открытых волноведущих структурах.
11. Задачи о распространении волн в волноведущих структурах, частично заполненных нелинейной средой.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математические модели электродинамики»

#### 7.1. Основная литература:

1. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика: Издательство "Лань", 2003 (<https://e.lanbook.com/book/606#authors>).
2. Ильинский А.С. Смирнов Ю.Г. Дифракция электромагнитных волн на проводящих тонких экранах. – М.: Радиотехника, 1996.
3. Смирнов Ю.Г. Математические методы исследования задач электродинамики. Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2009.

#### 7.2. Дополнительная литература:

1. Валовик Д.В., Смирнов Ю.Г. Распространение электромагнитных волн в нелинейных слоистых средах. Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2010.
2. Смирнов Ю.Г., Цупак А.А. Математическая теория дифракции акустических и электромагнитных волн на системе экранов и неоднородных тел. М.: Русайнс, 2016. (<https://www.book.ru/book/926022>).

#### 7.3. Интернет-ресурсы:

1. Общероссийский математический портал Math-Net: <http://www.mathnet.ru/>
2. Научная электронная библиотека Elibrary: <http://www.elibrary.ru/>
3. ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com>

#### 7.4. Программное обеспечение:

См. п.8 программы.



## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Математические модели электродинамики»**

Для освоения данной дисциплины необходимы:

- компьютерный класс с доступом в Интернет. Отдельный ПК для преподавателя и подключенный к компьютеру проектор для демонстрации презентаций. Интерактивный компьютерный вариант – рабочее место аспиранта, компьютер (допускается одно место на два человека в течение учебного процесса). Индивидуальное рабочее место аспиранта.
- электронные презентации по теме курса в формате программных приложений Adobe Acrobat reader. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических занятий, необходим браузер Opera, Yandex или иные.
- для подготовки материала к занятиям требуется пакет LaTeX.

*Примечание: все вышеуказанное программное обеспечение является бесплатным и свободно распространяемым.*

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 01.06.01 «Математика и механика» подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программу составили:

Смирнов Ю.Г., д.ф.-м.н., профессор,

зав. кафедрой «Математика и суперкомпьютерное моделирование»

Программа обсуждена на заседании кафедры МСМ

Протокол № 1 от «01» 09 2014 года

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Смирнов Ю.Г.  
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с деканом факультета ВТ

Декан факультета ВТ

\_\_\_\_\_ Фионова Л.Р. 19.09.14  
(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 1 от «13» 09 2014 года

Председатель методической комиссии факультета ВТ \_\_\_\_\_ Коннов Н.Н.  
(подпись, Ф.И.О.)

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

