

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической физики

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и микроэлектроника**

Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности    | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 24        | 24    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия         | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 58        | 58    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 50        | 50    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 50        | 50    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 108       | 108   | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость           | 108       | 108   | часов   |
|   |                              | 3         | 3     | З.Е     |

Зачет: 3 семестр

Томск 2016

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

профессор каф. ЭП \_\_\_\_\_ Слядников Е. Е.

Заведующий обеспечивающей каф.  
ЭП

\_\_\_\_\_ Шандаров С. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ \_\_\_\_\_ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф.  
ЭП

\_\_\_\_\_ Шандаров С. М.

Эксперты:

председатель методической  
комиссии кафедры ЭП, профессор  
каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Орликов Л. Н.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов представлений об основах математического аппарата изучения физических полей – одного из центральных объектов современной физики и техники, находящего широкое применение при изучении математических моделей в научных и прикладных задачах.

### 1.2. Задачи дисциплины

– в результате изучения данной дисциплины студенты должны получить навыки математического моделирования реальных (в первую очередь физических) процессов на основе краевых задач для уравнений в частных производных.;

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы математической физики» (Б1. Дисциплины (модули)) Б1. Дисциплины (модули) профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники, Физика конденсированного состояния.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные представления об уравнениях с частными производными, законы сохранения как основу модельного описания физической сущности процесса; знать математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники

– **уметь** выявлять естественнонаучную сущность проблем, уметь моделировать реальные физические процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных

– **владеть** методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач на основе построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы и представлена в таблице

4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| № | Виды учебной деятельности    | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 24        | 24    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия         | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 58        | 58    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 50        | 50    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 50        | 50    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 108       | 108   | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость           | 108       | 108   | часов   |

|  |  |   |   |     |
|--|--|---|---|-----|
|  |  | 3 | 3 | 3.Е |
|--|--|---|---|-----|

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| №  | Названия разделов дисциплины  | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов<br>(без экзамена) | Формируемые компетенции |
|----|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1  | Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)                                       | 4      | 2                    | 0                   | 3                      | 9                             | ОПК-2, ПК-1             |
| 2  | Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.                               | 2      | 6                    | 4                   | 12                     | 24                            | ОПК-2, ПК-1             |
| 3  | Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.                       | 2      | 0                    | 4                   | 5                      | 11                            | ОПК-2, ПК-1             |
| 4  | Численные и приближенные методы решения УЧП.  | 2      | 0                    | 0                   | 1                      | 3                             | ОПК-2, ПК-1             |
| 5  | Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. | 2      | 0                    | 0                   | 1                      | 3                             | ОПК-2, ПК-1             |
| 6  | Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.                            | 2      | 0                    | 0                   | 1                      | 3                             | ОПК-2, ПК-1             |
| 7  | Математическое моделирование электрических процессов.   | 2      | 6                    | 4                   | 12                     | 24                            | ОПК-2, ПК-1             |
| 8  | Нелинейные волновые уравнения.  | 4      | 0                    | 4                   | 6                      | 14                            | ОПК-2, ПК-1             |
| 9  | Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).  | 2      | 0                    | 0                   | 1                      | 3                             | ОПК-2, ПК-1             |
| 10 | Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля                                  | 2      | 4                    | 0                   | 8                      | 14                            | ОПК-2, ПК-1             |
|    | Итого   | 24     | 18                   | 16                  | 50                     | 108                           |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|-------------------|---|-----------------|-------------------------|
|                   |   |                 |                         |

| 3 семестр   |  |   |                |
|---|--|---|----------------|
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)                 | Определение УЧП. Порядок уравнения. Особенности решения УЧП. Понятие о полной и неполной системе уравнений в частных производных. Линейные и квазилинейные уравнения. Понятие о краевых задачах математической физики. Основные уравнения математической физики.   | 4 | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 4 |                |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.         | Законы сохранения как основа модельного описания физического процесса. Вывод одномерной математической модели теплопроводности на основе закона сохранения энергии и закона Фурье. Понятие об аксиоматическом методе моделирования. Необходимость граничных условий (ГУ) и начальных условий (НУ). Уравнение теплопроводности при учете различных дополнительных факторов.   | 2 | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |                |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка. | Гиперболические, параболические и эллиптические уравнения и соответствие их типам физических задач. Приведение к каноническому виду уравнений гиперболического типа. Метод характеристик. Приведение к каноническому виду уравнений параболического типа. Приведение эллиптических уравнений к канонической форме. Классификация и канонические формы линейных уравнений 2-го порядка для $n$ независимых переменных.              | 2 | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |                |
| 4 Численные и приближенные методы решения УЧП.                                  | Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного решений. Преимущества численных решений. Преимущества численных решений. Задача и пример параметрической идентификации. Метод конечных разностей. Конечно-разностные аппроксимации. Правая, левая и центральная разностные производные. Решение задачи Дирихле методом конечных разностей. Алгоритм численного решения задачи Дирихле. | 2 | ОПК-2,<br>ПК-1 |

|   |  |   |             |
|---|--|---|-------------|
|   | Матричная форма записи решения задачи Дирихле. Замена производных, входящих в ГУ, разностными аппроксимациями при решении задачи Неймана.  |   |             |
|   | Итого  | 2 |             |
| 5 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. | Вывод уравнений акустики. Волновое уравнение. Формула Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Акустическая интерпретация, Граничные условия для акустических волн. Уравнение Гельмгольца. Постановка задач дифракции акустических волн. Решение уравнения Гельмгольца в сферических координатах. Дифракция плоской акустической волны на шаре. Уравнения теории упругости. Уравнения упругих колебаний.  | 2 | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |             |
| 6 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.                            | Ядро преобразования. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП. Схема алгоритма решения задачи методом интегральных преобразований. Прямое и обратное преобразование. Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. Примеры спектров периодических и непериодических функций. Преобразование Фурье и его применение для решения УЧП. Фурье-образ функции и его свойства (исходная функция-результат обратного преобразования, линейность, замена дифференцирования умножением, свертка). Решение задачи Коши (на примере уравнения теплопроводности) методом преобразования Фурье. Алгоритм решения и его реализация. Анализ решения, функция Грина (функция источника). Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции. Условия применимости преобразования Фурье и преобразования Лапласа для УЧП. | 2 | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |             |
| 7 Математическое моделирование электрических процессов.   | Уравнения Максвелла. Уравнения электростатики. Объемный потенциал, его свойства. Электростатическая  | 2 | ОПК-2, ПК-1 |

|   |   |    |             |
|---|---|----|-------------|
|   | интерпретация объемного потенциала. Физическая интерпретация основных граничных условий в электростатике. Сведение внутренней и внешней задач Дирихле, внутренней и внешней задач Неймана к интегральным уравнениям. Исследование основных краевых задач для уравнения Лапласа с помощью интегральных уравнений. Обобщенные функции и их свойства. Сингулярные обобщенные функции, дельта-функция Дирака. Фундаментальные решения для уравнений математической физики. Метод функции Грина. Построение функций Грина. |    |             |
|   | Итого   | 2  |             |
| 8 Нелинейные волновые уравнения.                                      | Уравнение Кортевега-де Фриза. Солитоны. Волновые уравнения для электромагнитного поля. Плоские решения уравнений Максвелла. Краевые задачи дифракции для электромагнитных волн.   | 4  | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого   | 4  |             |
| 9 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).            | Линейные однородные ГУ. Алгоритм разделения переменных. Учет граничных и начальных условий. Свойство ортогональности для системы функций. Анализ решения УЧП методом разделения переменных. Преобразование задачи с неоднородными ГУ в задачу с однородными ГУ. Задача теплопроводности с производной в ГУ.   | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого   | 2  |             |
| 10 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля. Свойства задачи Штурма-Лиувилля. Типы краевых условий. Некоторые важные задачи Штурма-Лиувилля, к которым сводится решение физических задач. Решение неоднородного уравнения методом разложения по собственным функциям. Алгоритм решения и его реализация. Физическая интерпретация решения.  | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|   | Итого   | 2  |             |
| Итого за семестр  |   | 24 |             |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин   | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                           |  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Предшествующие дисциплины |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1                         | Математика   | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |
| 2                         | Физика   | +   |   | + |   | + |   |   | + | + | +  |
| Последующие дисциплины    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1                         | Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники | +   | + | + |   | + |   | + | + | + | +  |
| 2                         | Физика конденсированного состояния   |   |   |   | + | + |   | + |   |   |    |

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                      |                        |
|-------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| ОПК-2       | +            | +                    | +                    | +                      |
| ПК-1        | +            | +                    | +                    | +                      |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы   | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| Работа в команде                                   |                                    | 12                                 |                      | 12    |
| Решение ситуационных задач                         | 18                                 |                                    |                      | 18    |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением |                                    |                                    | 20                   | 20    |



|       |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|
| Итого | 18 | 12 | 20 | 50 |
|-------|----|----|----|----|

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов   | Содержание лабораторных работ  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр   |  |                 |                         |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных.         | Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона) | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка. | Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы                      | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 7 Математическое моделирование электрических процессов.                         | Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа   | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 8 Нелинейные волновые уравнения.  | Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности                                   | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 4               |                         |
| Итого за семестр  |  | 16              |                         |

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов   | Содержание практических занятий  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр   |  |                 |                         |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)         | Вывод уравнений. Постановка краевых задач.   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Итого  | 2               |                         |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных. | Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия).  | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|   | Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия) | 2               |                         |
|   | Уравнение теплопроводности на  | 2               |                         |

|   |  |    |                |
|---|--|----|----------------|
|   | бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой |    |                |
|   | Итого  | 6  |                |
| 7 Математическое моделирование электрических процессов.               | Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде                         | 2  | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе                    | 2  |                |
|   | Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях                                    | 2  |                |
|   | Итого  | 6  |                |
| 10 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед)              | 2  | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо).    | 2  |                |
|   | Итого  | 4  |                |
| Итого за семестр  |  | 18 |                |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов   | Виды самостоятельной работы                   | Трудоемкость | Формируемые компетенции | Формы контроля  |
|---|---|--------------|-------------------------|---|
| 3 семестр   |   |              |                         |   |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)         | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2            | ОПК-2,<br>ПК-1          | Опрос на занятиях,<br>Конспект самоподготовки   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1            |                         |   |
|   | Итого   | 3            |                         |   |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2            | ОПК-2,<br>ПК-1          | Опрос на занятиях,<br>Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2            |                         |   |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2            |                         |   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1            |                         |   |

|   |   |    |                |  |
|---|---|----|----------------|--|
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 3  |                |  |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 2  |                |  |
|   | Итого   | 12 |                |  |
| 3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка.                       | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4  |                |  |
|   | Итого   | 5  |                |  |
| 4 Численные и приближенные методы решения УЧП.  | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки  |
|   | Итого   | 1  |                |  |
| 5 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки  |
|   | Итого   | 1  |                |  |
| 6 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.                            | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки  |
|   | Итого   | 1  |                |  |
| 7 Математическое моделирование электрических процессов.   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Опрос на занятиях, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  |                |  |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2  |                |  |
|   | Проработка лекционного материала              | 1  |                |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4  |                |  |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 1  |                |  |
|   | Итого   | 12 |                |  |
|   |   |    |                |  |
| 8 Нелинейные волновые уравнения.  | Проработка лекционного материала              | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа                    |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4  |                |  |
|   | Подготовка к контрольным работам              | 1  |                |  |
|   | Итого   | 6  |                |  |

|   |   |    |             |   |
|---|---|----|-------------|---|
| 9 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).            | Проработка лекционного материала                                  | 1  | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки                             |
|   | Итого   | 1  |             |   |
| 10 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  | ОПК-2, ПК-1 | Опрос на занятиях, Реферат, Конспект самоподготовки |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  |             |   |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 3  |             |   |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 1  |             |   |
|   | Итого   | 8  |             |   |
| Итого за семестр  |   | 50 |             |   |
| Итого   |   | 50 |             |   |

### 9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

### 9.2. Темы контрольных работ

2. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности
3. Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)
4. Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 3 семестр                     |  |   |   |                  |
| Конспект самоподготовки       | 4  | 5   | 5   | 14               |
| Контрольная работа            | 9  | 10  | 10  | 29               |
| Опрос на занятиях             | 4  | 5   | 20  | 29               |
| Отчет по лабораторной работе  | 8  | 10  |   | 18               |
| Реферат                       |  |   | 10  | 10               |
| Нарастающим итогом            | 25   | 55  | 100   | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 85 - 89  | B (очень хорошо)        |
|                                      | 75 - 84  | C (хорошо)              |
|                                      | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Конспект лекций по высшей математике : в 2 ч. / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - . - ISBN 978-5-8112-1687-1. Ч. 2 : Тридцать пять лекций. - 5-е изд. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - 251, [5] с. : ил., табл. - ISBN 978-5-8112-2315-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)

2. Методы математической физики: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3379>, свободный.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2258>, свободный.

3. Курс математической физики : Учебник для вузов / С. Г. Михлин. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2002. - 376 с. : портр. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 569-575. - ISBN 5-8114-0468-9 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Методы математической физики : Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.)

2. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

<http://edu.tusur.ru/publications/2351>, свободный.

3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2346>, свободный.

4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2347>, свободный.

5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2348>, свободный.

6. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности: Методические указания к лабораторной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2350>, свободный.

7. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2351>, свободный.

#### **12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Образовательный портал университета, библиотека университета
2. <http://ru.wikipedia.org> - Свободная энциклопедия «Википедия».
3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.
4. Интернет-обозреватель Mozilla Firefox (или Internet Explorer, или др.)
5. Microsoft Office, Adobe Acrobat Reader для чтения электронных пособий

#### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерный класс, оборудованный компьютерами класса Pentium II и выше, включенный в сеть Internet.

#### **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

#### **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Методы математической физики**

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Профиль: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

– профессор каф. ЭП Слядников Е. Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2016

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенций   |
|-------|--|--|
| ПК-1  | способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Должен знать основные представления об уравнениях с частными производными, законы сохранения как основу модельного описания физической сущности процесса; знать математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;   |
| ОПК-2 | способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат   | Должен уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, уметь моделировать реальные физические процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных; Должен владеть методами решения уравнений в частных производных для теоретических и практических задач на основе построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования ; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)  | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в |



|                                       |                                   |  |                                |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
|                                       |                                   |  | решении проблем                |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|----------------------------------|---|---|--|
| Содержание этапов                | область применения моделей простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; знает область применения стандартных программных средства компьютерного моделирования                      | строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; умеет использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования   | методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; стандартными программными средствами компьютерного моделирования                           |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>  |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Зачет; | самоподготовки;<br>• Реферат;<br>• Зачет; |  |
|--|---|---|--|

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>области применения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; область применения программных средств компьютерного моделирования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; умеет выбирать программные средства компьютерного моделирования;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники Владеет стандартными программными средствами компьютерного моделирования;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>области применения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники; программные средства компьютерного моделирования;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>строит математические модели отдельных приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники с использованием стандартных программных средств;</li> </ul>                             |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>области применения компьютерного моделирования и общие подходы к решению задач;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>обрабатывать информацию из Интернета;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>работает при прямом наблюдении.;</li> </ul>   |

## 2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|-------------------|--|--|---|
| Содержание этапов | естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной | выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе | способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем; использует физико- |

|                                  |   |   |  |
|----------------------------------|---|---|--|
|                                  | деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; знать простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники  | профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; уметь строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники  | математический аппарат для решения возникающих проблем; владеть методами построения математических моделей приборов, схем, устройств с использованием средств компьютерного моделирования                  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, знает соответствующий физико-математический аппарат; знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• выявлять естественнонаучную сущность проблем; привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат; умеет строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применяет физические законы для выявления естественнонаучной сущности проблем; владеет методами построения математических моделей приборов, схем, устройств с использованием средств компьютерного моделирования;</li> </ul> |

|                                       |   |  |   |
|---------------------------------------|---|--|---|
|                                       | электроники и наноэлектроники;  | наноэлектроники;   |   |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• выявлять естественнонаучную сущность проблем; привлекает соответствующий физико-математический аппарат, строит математические модели объектов;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• использует физические законы для выявления естественнонаучной сущности проблем; строит математические модели отдельных приборов с применением компьютерного моделирования.;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники, знает общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• строить простейшие физические и математические модели приборов;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• работает при прямом наблюдении; владеет общими понятиями в пределах изучаемой области;</li> </ul>  |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

– Акустическая интерпретация. Граничные условия для акустических волн 2. Дифракция плоской акустической волны на шаре. 3. Объемный потенциал, его свойства 4. Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. 5. Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

#### 3.2 Темы рефератов

– Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции

#### 3.3 Темы опросов на занятиях

– Вывод уравнений. Постановка краевых задач. Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (однородные граничные условия). Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия) Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед) Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо). Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях

#### 3.4 Темы контрольных работ

– Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности  
– Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)  
– Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа

### 3.5 Темы лабораторных работ

- Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности
- Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа
- Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы
- Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

### 3.6 Зачёт

– 1. Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП) 2. Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных. 3. Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка. 4. Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье). 5. Собственные значения и собственные функции. 6. Задача Штурма- Лиувилля 7. Метод интегральных преобразований. 8. Понятие интегрального преобразования. 9. Численные и приближенные методы решения УЧП. 10. Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. 11. Математическое моделирование электрических процессов. 12. Нелинейные волновые уравнения. 13. Линейные однородные ГУ. 14. Самосопряженное уравнение Штурма-Лиувилля. 15. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент. 16. Интегральное преобразование – путь к уменьшению числа независимых переменных в УЧП. 17. Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного решений. 18. Вывод уравнений акустики. 19. Принцип Гюйгенса. 20. Дифракция плоской акустической волны на шаре.

### 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### 4.1. Основная литература

1. Конспект лекций по высшей математике : в 2 ч. / Д. Т. Письменный. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - . - ISBN 978-5-8112-1687-1. Ч. 2 : Тридцать пять лекций. - 5-е изд. - М. : Айрис-Пресс, 2007. - 251, [5] с. : ил., табл. - ISBN 978-5-8112-2315-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Методы математической физики: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3379>, свободный.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2258>, свободный.
3. Курс математической физики : Учебник для вузов / С. Г. Михлин. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2002. - 376 с. : портр. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 569-575. - ISBN 5-8114-0468-9 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

#### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Методы математической физики : Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / Ю. В. Гриняев, Л. Л. Миньков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 116 с. : (наличие в библиотеке ТУСУР - 94 экз.)
2. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям /

Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2351>, свободный.

3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2346>, свободный.

4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2347>, свободный.

5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2348>, свободный.

6. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности: Методические указания к лабораторной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2350>, свободный.

7. Методы математической физики: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2351>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. 1. Образовательный портал университета, библиотека университета
2. 2. <http://ru.wikipedia.org> - Свободная энциклопедия «Википедия».
3. 3. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler и др.
4. 4. Интернет-обозреватель Mozilla Firefox (или Internet Explorer, или др.)
5. 5. Microsoft Office, Adobe Acrobat Reader для чтения электронных пособий