

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

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 ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической физики

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 24        | 24    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы       | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 58        | 58    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 50        | 50    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 108       | 108   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 108       | 108   | часов   |
|   |                           | 3.0       | 3.0   | З.Е.    |

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

профессор каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Е. Е. Слядников

Заведующий обеспечивающей каф.  
ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ

\_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.  
ЭП

\_\_\_\_\_ С. М. Шандаров

Эксперты:

председатель методической  
комиссии кафедры ЭП, профессор  
каф. ЭП

\_\_\_\_\_ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных  
приборов (ЭП)

\_\_\_\_\_ А. И. Аксенов

## 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.В.ДВ.14.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика.

Последующими дисциплинами являются: Физика, 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 обучающийся 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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                  | Всего часов | Семестры  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 58          | 58        |
| Лекции                                     | 24          | 24        |
| Практические занятия                       | 18          | 18        |
| Лабораторные работы                        | 16          | 16        |
| Самостоятельная работа (всего)             | 50          | 50        |
| Подготовка к контрольным работам           | 4           | 4         |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 15          | 15        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Проработка лекционного материала                                  | 10  | 10  |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 3   | 3   |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 18  | 18  |
| Всего (без экзамена)  | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость, ч   | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы  | 3.0 | 3.0 |

## 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  | Ле | к, | ч | ра | к, | за | ч | б. | ра | б., | м. | ра | б., | в   | (б | ез | т | уе | м | ые | ко | м           |
|---|----|----|---|----|----|----|---|----|----|-----|----|----|-----|-----|----|----|---|----|---|----|----|-------------|
| 3 семестр   |    |    |   |    |    |    |   |    |    |     |    |    |     |     |    |    |   |    |   |    |    |             |
| 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 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).  | 2  |    |   |    | 0  |    |   | 0  |    |     | 1  |    |     | 3   |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля                                  | 2  |    |   |    | 4  |    |   | 0  |    |     | 8  |    |     | 14  |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП.  | 2  |    |   |    | 0  |    |   | 0  |    |     | 1  |    |     | 3   |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. | 2  |    |   |    | 0  |    |   | 0  |    |     | 1  |    |     | 3   |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.                            | 2  |    |   |    | 0  |    |   | 0  |    |     | 1  |    |     | 3   |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 9 Математическое моделирование электрических процессов.   | 2  |    |   |    | 6  |    |   | 4  |    |     | 12 |    |     | 24  |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| 10 Нелинейные волновые уравнения.   | 4  |    |   |    | 0  |    |   | 4  |    |     | 6  |    |     | 14  |    |    |   |    |   |    |    | ОПК-2, ПК-1 |
| Итого за семестр  | 24 |    |   |    | 18 |    |   | 16 |    |     | 50 |    |     | 108 |    |    |   |    |   |    |    |             |
| 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) | о | е | м | к | о | с | м | б | е | к |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 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 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,<br>ПК-1 |
|   | Итого   | 2 |                |
| 5 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,<br>ПК-1 |
|   | Итого   | 2 |                |
| 6 Численные и приближенные методы   | Сравнение аналитических решений с численными решениями. Понятия аналитического и численного   | 2 | ОПК-2,<br>ПК-1 |

|   |  |   |                |
|---|--|---|----------------|
| решения УЧП.  | 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. Матричная форма записи решения задачи Дирихле. Замена производных, входящих в ГУ, разностными аппроксимациями при решении задачи Неймана.   |   |                |
|   | Итого  | 2 |                |
| 7 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,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |                |
| 8 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,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 2 |                |
| 9 Математическое моделирование электрических процессов.   | Уравнения Максвелла. Уравнения электростатики. Объемный потенциал, его свойства. Электростатическая интерпретация объемного потенциала. Физическая интерпретация основных граничных условий в электростатике. Сведение внутренней и внешней задач Дирихле, внутренней и внешней задач Неймана к интегральным   | 2 | ОПК-2,<br>ПК-1 |

|                                   |  |    |             |
|-----------------------------------|--|----|-------------|
|                                   | 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  |             |
| 10 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  |             |
| 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 представлены 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                         | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |
| Последующие дисциплины               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 1 Физика                             | +   |   | + | + | + |   | + |   |   | +  |
| 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий |             |           |           | Формы контроля  |
|-------------|--------------|-------------|-----------|-----------|---|
|             | Лек.         | Практ. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |   |
| ОПК-2       | +            | +           | +         | +         | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест |

|      |   |   |   |   |   |
|------|---|---|---|---|---|
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа,<br>Конспект самоподготовки,<br>Отчет по лабораторной<br>работе, Опрос на занятиях,<br>Зачет, Тест |
|------|---|---|---|---|---|

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов   | Наименование лабораторных работ  | ОЕ | МК | ОС | М | БС | КО             |
|---|--|----|----|----|---|----|----------------|
| 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,<br>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,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 4  |    |    |   |    |                |
| 9 Математическое моделирование электрических процессов.                         | Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа   | 4  |    |    |   |    | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 4  |    |    |   |    |                |
| 10 Нелинейные волновые уравнения.   | Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности                                   | 4  |    |    |   |    | ОПК-2,<br>ПК-1 |
|   | Итого  | 4  |    |    |   |    |                |
| Итого за семестр  |  | 16 |    |    |   |    |                |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов   | Наименование практических занятий (семинаров)  | ОЕ | МК | ОС | М | БС | КО             |
|---|--|----|----|----|---|----|----------------|
| 3 семестр   |  |    |    |    |   |    |                |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)         | Вывод уравнений. Постановка краевых задач.   | 2  |    |    |   |    | ОПК-2,<br>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,<br>ПК-1 |
|   | Уравнения теплопроводности и колебаний в ограниченной области (неоднородные граничные условия)             | 2  |    |    |   |    |                |
|   | Уравнение теплопроводности на бесконечной прямой, в неограниченном пространстве, на полубесконечной прямой | 2  |    |    |   |    |                |



|  |   |    |             |
|--|---|----|-------------|
|  | Итого   | 6  |             |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля | Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед)           | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|  | Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо). | 2  |             |
|  | Итого   | 4  |             |
| 9 Математическое моделирование электрических процессов.              | Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде                      | 2  | ОПК-2, ПК-1 |
|  | Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в секторе                 | 2  |             |
|  | Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях                                 | 2  |             |
|  | Итого   | 6  |             |
| 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, часы | формируемые компетенции | Формы контроля   |
|---|---|--------------------|-------------------------|--|
| 3 семестр   |   |                    |                         |  |
| 1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)         | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2                  | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест   |
|   | Проработка лекционного материала              | 1                  |                         |  |
|   | Итого   | 3                  |                         |  |
| 2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2                  | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | 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                       | Проработка лекционного материала              | 1                  | ОПК-2, ПК-1             | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе,   |
|   | Оформление отчетов по                         | 4                  |                         |  |

|   |   |   |             |  |
|---|---|---|-------------|--|
| линейных УЧП второго порядка.   | лабораторным работам  |   |             | Тест   |
|   | Итого   | 5 |             |  |
| 4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье).  | Проработка лекционного материала                                  | 1 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Тест  |
|   | Итого   | 1 |             |  |
| 5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля                                  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест   |
|   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2 |             |  |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 3 |             |  |
|   | Проработка лекционного материала                                  | 1 |             |  |
|   | Итого   | 8 |             |  |
| 6 Численные и приближенные методы решения УЧП.  | Проработка лекционного материала                                  | 1 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Тест  |
|   | Итого   | 1 |             |  |
| 7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния. | Проработка лекционного материала                                  | 1 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Тест  |
|   | Итого   | 1 |             |  |
| 8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования.                            | Проработка лекционного материала                                  | 1 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Тест  |
|   | Итого   | 1 |             |  |
| 9 Математическое моделирование электрических процессов.   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2 | ОПК-2, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|   | 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 |                |   |
| 10 Нелинейные волновые уравнения. | Проработка лекционного материала           | 1  | ОПК-2,<br>ПК-1 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
|                                   | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4  |                |   |
|                                   | Подготовка к контрольным работам           | 1  |                |   |
|                                   | Итого                                      | 6  |                |   |
| Итого за семестр                  |  | 50 |                |   |
| Итого                             |  | 50 |                |   |

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 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                     |  |   |   |                  |
| Зачет                         |  |   | 14  | 14               |
| Конспект самоподготовки       | 4  | 5   | 5   | 14               |
| Контрольная работа            | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Опрос на занятиях             | 4  | 5   | 5   | 14               |
| Отчет по лабораторной работе  | 8  | 5   | 5   | 18               |
| Тест                          | 8  | 8   | 9   | 25               |
| Итого максимум за период      | 29   | 28  | 43  | 100              |
| Нарастающим итогом            | 29   | 57  | 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)       |
|                                 | 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 [Электронный ресурс]: Учебное пособие предназначено для студентов факультета дистанционного обучения ТУСУРа / Гриняев Ю. В., Ушаков В. М., Миньков Л. Л., Тимченко С. В. - 2012. 148 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3379> (дата обращения: 10.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Математические методы физики. Избранные вопросы : Учебник для вузов / Е. А. Краснопецев. - Новосибирск : НГТУ, 2003. - 242 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2258> (дата обращения: 10.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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 [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям / Гейко П. П. - 2012. 31 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2351> (дата обращения: 10.07.2018).
3. Решение уравнений в частных производных гиперболического типа [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 15 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2346> (дата обращения: 10.07.2018).
4. Моделирование параболических уравнений в частных производных по схеме Кранка–Николсона [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 14 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2347> (дата обращения: 10.07.2018).
5. Решение дифференциальных уравнений эллиптического типа [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Гейко П. П. - 2012. 12 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2348> (дата обращения: 10.07.2018).
6. Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 21 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2350> (дата обращения: 10.07.2018).

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 304 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

#### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;

- Оптическая скамья ОСК-4;
  - Помещение для хранения учебного оборудования;
  - Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение не требуется.

#### **13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

### 14.1.1. Тестовые задания

- Какие физические процессы описывает параболическое уравнение?
  - колебания
  - движущиеся волны
  - стационарные процессы
  - диффузию
- Какие физические процессы описывает гиперболическое уравнение?
  - колебания
  - волны
  - стационарные процессы
  - диффузию
- Какие физические процессы описывает эллиптическое уравнение?
  - колебания
  - движущиеся волны
  - стационарные процессы
  - диффузию
- Что описывают граничные условия?
  - взаимосвязь физических переменных
  - физическую переменную в начальный момент времени
  - физическую переменную на границе
  - производную физической переменной в начальный момент времени
- Что описывают начальные условия?
  - взаимосвязь физических переменных
  - физическую переменную в начальный момент времени
  - физическую переменную на границе
  - производную физической переменной в начальный момент времени
- Что описывает уравнение?
  - взаимосвязь физических переменных
  - физическую переменную в начальный момент времени
  - физическую переменную на границе
  - производную физической переменной в начальный момент времени

$$f_{\frac{1}{2}}(x, t) = \frac{1}{2a\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2 t}}$$

7. Функция  $f_{\frac{1}{2}}(x, t)$  при всех значениях  $x$  является решением уравнения теплопроводности  $U_t = a^2 U_{xx}$  в области  $\{(x, t) : x \in (-\infty, \infty), t \in (0, \infty)\}$ .

Данная функция называется ..... решением уравнения теплопроводности

- элементарным
- стационарным
- неоднородным
- фундаментальным

8. Решение задачи  $y'' + 4y = 0, y(0) = y(4\pi) = 0$  имеет вид

а)  $y = \sin \frac{1}{2} x$ ; б)  $y = \sin \frac{\pi}{2} x$ ; в)  $y = \cos \frac{1}{2} x$ ; г)  $y = \sin \frac{1}{4} x$

9. Функция  $U$  является решением уравнения  $U_{xx} + U_{yy} = \cos x \times \cos y$ . Тогда решением соответствующего однородного уравнения будет функция

а)  $U - \frac{1}{2} \cos x \times \cos y$ ; б)  $U + x^2 + y^2$ ; в)  $U + \frac{1}{2} \cos x \times \cos y$ ; г)  $U + 2xy$

10. Решение задачи  $y'' + p^2 y = 0$ ,  $y(0) = y'(\frac{1}{2}) = 0$  имеет вид  
 а)  $y = \sin x$ ; б)  $y = \cos x$ ; в)  $y = \cos px$ ; г)  $y = \sin px$

11. Укажите тип дифференциального уравнения

$$3 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 5 \sin 4x = 0$$

Варианты ответа:

- 1) эллиптический;
- 2) гиперболический;
- 4) круговой;
- 3) параболический;

12. Укажите собственные функции краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 ; u(0;y) = u(l;y) = 0.$$

Варианты ответа:

- а)  $\sin \frac{n\pi x}{3}$  ; б)  $\sin \frac{n\pi x}{l}$  ; в)  $\sin 3n\pi x$  ; г)  $\cos \frac{n\pi x}{l}$

13. Укажите собственные числа краевой задачи

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 ; u(0;y) = u(7;y) = 0.$$

Варианты ответа:

- а)  $5$  ; б)  $25$  ; в)  $7$  ; г)  $49$

14. Функция  $y = \cos \frac{2}{3} x$  является собственной функцией задачи Штурма-Лиувилля  $y'' + ly = 0$ ,  $y'(0) = y'(3\pi) = 0$  с собственным значением

- а)  $l = -\frac{4}{9}$  ; б)  $l = -\frac{2}{3}$  ; в)  $l = \frac{4}{9}$  ; г)  $l = \frac{2}{3}$ .

15. Какому начальному условию удовлетворяет функция

$$u(x;t) = 6x^2 + 4tx - 8t \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + 4} \sin \frac{2n\pi x}{5} e^{-8nt}$$

Варианты ответа:

- а)  $u(x;0) = 0$  ; б)  $u(x;0) = 6x^2$  ; в)  $u(x;0) = 8t$  ; г)  $u(x;0) = 4$  ;

16. Какое из уравнений является уравнением теплопроводности стержня с источниками тепла внутри

Варианты ответа:

- а)  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$  ; б)  $\frac{\partial u}{\partial t} + 5 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3x}$  ;



$$\text{в) } \frac{\partial u}{\partial t} - 30 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 4xe^{-3x}; \quad \text{г) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3x} \sin 5x;$$

17. Укажите, какое из данных уравнений является уравнением Пуассона

Варианты ответа:

$$\text{а) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad \text{б) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 8e^{-3x} \sin 5x;$$

$$\text{в) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 2; \quad \text{г) } \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4);$$

18. Какая из краевых задач является задачей о теплопроводности стержня конечной длины без источников тепла внутри и с нулевой температурой на концах

Варианты ответа:

$$\text{а) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad ; u(0;t) = u(7;t) = 0; u(x;0) = x.$$

$$\text{б) } \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4); \quad u(0;t) = t; u(7;t) = 0; u(x;0) = 0.$$

$$\text{в) } \frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad u(0;t) = u(4;t) = 0; u(x;0) = x(4-x).$$

$$\text{г) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad ; u(0;t) = u(5;t) = 3; u(x;0) = 0.$$

19. Какая из краевых задач является задачей о вынужденных колебаниях конечной струны, закрепленной только на левом конце

Варианты ответа:

$$\text{а) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 25 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad ; u(0;t) = u(7;t) = 0; u(x;0) = x.$$

$$\text{б) } \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 7x^2(t+4); \quad u(0;t) = t; u(7;t) = 0; u(x;0) = 0.$$

$$\text{в) } \frac{\partial u}{\partial t} - 9 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad u(0;t) = u(4;t) = 0; u(x;0) = x(4-x).$$

$$\text{г) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 4 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad ; u(0;t) = u(5;t) = 3; u(x;0) = 0.$$

20. Решением какого уравнения является функция

$$u(x;t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin \frac{2nx}{5} \cos \frac{8n\pi t}{5}$$

Варианты ответа:

$$\text{а) } \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad \text{б) } \pi \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5x \sin 4t;$$

$$в) \frac{1}{16} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \pi^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0; \quad г) \frac{\partial u}{\partial t} - 16 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 5;$$

#### 14.1.2. 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

#### 14.1.3. 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.

#### 14.1.4. Вопросы на самоподготовку

Акустическая интерпретация. Граничные условия для акустических волн.

Дифракция плоской акустической волны на шаре.

Объемный потенциал, его свойства.

Виды интегральных преобразований. Интегральное преобразование как разложение функции в некоторый спектр компонент.

Физическая интерпретация решения. Проявление принципа суперпозиции.

#### 14.1.5. Темы контрольных работ

Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.

Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)

Численный метод решения гиперболического уравнения на основе явной разностной схемы

Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа

Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения  |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка   |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)                                       |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами   |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.