МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	48	48	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3

Томск

Согласована на портале № 54429

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.03.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 54429

ПКР-1. Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	ПКР-1.1. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору.	Уметь применять и понимать математический аппарат теории дифференциальных уравнений и математической физики на практике.
	ПКР-1.2. Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.	Умеет анализировать имходные данные для построения математической модели физических процессов и явлений.
	ПКР-1.3. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.	Владеет 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
	ПКР-1.4. Согласует технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.	Умеет моделировать реальные физические процессы как краевые задачи для уравнений в частных производных и выявлять естественнонаучную сущность проблем.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Подготовка к зачету	20	20
Подготовка к тестированию	17	17
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4

Согласована на портале № 54429

Подготовка к контрольной работе	3	3
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	4	2	-	3	9	ПКР-1
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных	2	6	4	6	18	ПКР-1
3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка	2	-	4	6	12	ПКР-1
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье)	2	-	-	4	6	ПКР-1
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	2	4	-	4	10	ПКР-1
6 Численные и приближенные методы решения УЧП	2	-	-	4	6	ПКР-1
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния	2	-	-	4	6	ПКР-1
8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования	4	-	-	4	8	ПКР-1
9 Математическое моделирование электрических процессов	4	6	4	7	21	ПКР-1
10 Нелинейные волновые уравнения	2	-	4	6	12	ПКР-1
Итого за семестр	26	18	16	48	108	
Итого	26	18	16	48	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр			

Согласована на портале № 54429

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	ПКР-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	ПКР-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	ПКР-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	ПКР-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 54429

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	ПКР-1
	Итого	2	
6 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. Матричная форма записи решения задачи Дирихле. Замена производных, входящих в ГУ, разностными аппроксимациями при решении задачи Неймана.	2	ПКР-1
	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	ПКР-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 54429

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.	4	ПКР-1
	Итого	4	
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 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.	4	ПКР-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 54429

10 Нелинейные волновые уравнения	Уравнение Кортевега-де Фриза. Солитоны. Волновые уравнения для электромагнитного поля. Плоские решения уравнений Максвелла. Краевые задачи дифракции для электромагнитных волн.	2	ПКР-1
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	Вывод уравнений. Постановка краевых задач	2	ПКР-1
	Итого	2	
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных	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	6	ПКР-1
	Итого	6	
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Задача Штурма-Лиувилля (отрезок, прямоугольник, параллелепипед). Вычисление квадрата нормы. Задача Штурма-Лиувилля (круг, сектор, кольцо).	4	ПКР-1
	Итого	4	
9 Математическое моделирование электрических процессов	Уравнение Лапласа в прямоугольнике и параллелепипеде. Уравнение Лапласа в круге, вне круга, в кольце, в сектор. Уравнение Лапласа в цилиндре и его частях.	6	ПКР-1
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			

Согласована на портале № 54429

2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных	Численный метод решения уравнения теплопроводности на основе неявной разностной схемы (Кранка-Николсона)	4	ПКР-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	ПКР-1
	Итого	4	
9 Математическое моделирование электрических процессов	Численный метод решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа	4	ПКР-1
	Итого	4	
10 Нелинейные волновые уравнения	Пространственные солитоны в керровской среде с насыщением нелинейности	4	ПКР-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1	Тестирование
	Итого	3		
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-1	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-1	Контрольная работа
	Итого	6		

Согласована на портале № 54429

3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-1	Лабораторная работа
	Итого	6		
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье)	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
6 Численные и приближенные методы решения УЧП	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	4		
9 Математическое моделирование электрических процессов	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-1	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-1	Контрольная работа
	Итого	7		

Согласована на портале № 54429

10 Нелинейные волновые уравнения	Подготовка к зачету	2	ПКР-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПКР-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-1	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-1	Контрольная работа
	Итого	6		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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				
Зачёт	10	0	10	20
Защита отчета по лабораторной работе	0	3	9	12
Контрольная работа	5	0	10	15
Лабораторная работа	0	2	6	8
Тестирование	15	10	20	45
Итого максимум за период	30	15	55	100
Нарастающим итогом	30	45	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Согласована на портале № 54429

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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

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

7.2. 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 / Л. И. Магазинников - 2012. 206 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2258.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. 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: Методические указания к практическим занятиям / П. П. Гейко - 2012. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2351.

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

Согласована на портале № 54429

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

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

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

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Согласована на портале № 54429

Компьютерная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 511 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 3COM OFFICE CONNECT;
- Доска 3-х элементная;
- Шкаф - 2 шт.;
- Шкаф для одежды;
- Тумба выкатная - 2 шт.;
- Тумба;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. 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.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.5. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Согласована на портале № 54429

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные сведения об уравнениях с частными производными (УЧП)	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Моделирование физических процессов уравнениями в частных производных	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Классификация и приведение к каноническому виду линейных УЧП второго порядка	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Решение УЧП методом разделения переменных (метод Фурье)	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Собственные значения и собственные функции. Задача Штурма-Лиувилля	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Численные и приближенные методы решения УЧП	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Уравнения гидродинамики: уравнение движения жидкости, уравнение неразрывности, уравнение состояния	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 54429

8 Метод интегральных преобразований. Понятие интегрального преобразования	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Математическое моделирование электрических процессов	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Нелинейные волновые уравнения	ПКР-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 54429

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какие физические процессы описывает параболическое уравнение?
   а) колебания;
   б) движущиеся волны;
   в) стационарные процессы;
   г) диффузию.
2. Какие физические процессы описывает гиперболическое уравнение?
   а) колебания;
   б) волны;
   в) стационарные процессы;
   г) диффузию.
3. Какие физические процессы описывает эллиптическое уравнение?
   а) колебания;
   б) движущиеся волны;
   в) стационарные процессы;
   г) диффузию.

Согласована на портале № 54429

4. Что описывают граничные условия?
   а) взаимосвязь физических переменных;
   б) физическую переменную в начальный момент времени;
   в) физическую переменную на границе;
   г) производную физической переменной в начальный момент времени.
5. Что описывают начальные условия?
   а) взаимосвязь физических переменных;
   б) физическую переменную в начальный момент времени;
   в) физическую переменную на границе;
   г) производную физической переменной в начальный момент времени.
6. Что описывает уравнение?
   а) взаимосвязь физических переменных;
   б) физическую переменную в начальный момент времени;
   в) физическую переменную на границе;
   г) производную физической переменной в начальный момент времени.
7. Функция $f_\xi(x,t)=\frac{1}{2a\sqrt{\pi t}}e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4a^2t}}$ при всех значениях ξ является решением уравнения теплопроводности $U_t=a^2U_{xx}$ в области $\{(x,t): x\in(-\infty,\infty), t\in(0,\infty)\}$. Данная функция называется ... решением уравнения теплопроводности.
   а) элементарным;
   б) стационарным;
   в) неоднородным;
   г) фундаментальным.
8. Решение задачи имеет вид $y''+\frac{1}{4}y=0,\quad y(0)=y(4p)=0$
   а) y = sin x/2;
   б) y = sin px/2;
   в) y = cos x/2;
   г) y = sin 4x/2.
9. Функция U является решением уравнения $U_{xx}+U_{yy}=\cos x\cdot\cos y$. Тогда решением соответствующего однородного уравнения будет функция
   а) $U-\frac{1}{2}\cos x\cdot\cos y$;
   б) $U+x^2+y^2$;
   в) $U+\frac{1}{2}\cos x\cdot\cos y$;
   г) U + 2xy.
10. Решение задачи $y''+p^2y=0,\ y(0)=y'\left(\frac{1}{2}\right)=0$ имеет вид
    а) y = sinx;
    б) y = cosx;
    в) y = cospx;
    г) y = sinpx.
11. Укажите тип дифференциального уравнения $3\frac{\partial^2u}{\partial x^2}-2\frac{\partial^2u}{\partial y^2}-5\sin 4x=0$
    а) эллиптический;
    б) гиперболический;
    в) круговой;
    г) параболический;
12. Укажите собственные функции краевой задачи $\frac{\partial^2u}{\partial x^2}-9\frac{\partial^2u}{\partial y^2}=0,\quad u(0;y)=u(l;y)=0$.

Согласована на портале № 54429

а) $\sin\left(\frac{n\pi x}{3}\right)$;

б) $\sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right)$;

в) $\sin(3nx)$;

г) $\cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right)$.

13. Функция y = cos (2x/3) является собственной функцией задачи Штурма-Лиувилля $y''+ly=0,\quad y'(0)=y'(3p)=0$ с собственным значением

а) l = -4/9;
б) l = -2/3;
в) l = 4/9;
г) l = 2/3.

14. Какому начальному условию удовлетворяет функция $u(x,t)=6x^2+4tx-8t\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2+4}\sin\frac{2nx}{5}e^{-3nt}$?

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

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

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-25\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=0$;

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

в) $\frac{\partial u}{\partial t}-30\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=4xe^{-3t}$;

г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+2\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=8e^{-3t}\sin 5x$.

16. Укажите, какое из данных уравнений является уравнением Пуассона?

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=0$;

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

в) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=2$;

г) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=7x^2(t+4)$.

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

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

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

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

Согласована на портале № 54429

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

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

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

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

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

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

19. Решением какого уравнения является функция $u(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2}\sin\frac{2nx}{5}\cos\frac{8n\pi t}{5}$?

а) $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=0$;

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

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

г) $\frac{\partial u}{\partial t}-16\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=5$.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

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.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

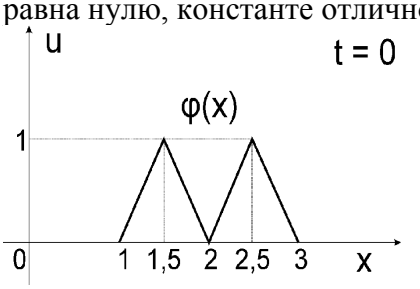
1. Напишите математическую модель теплопроводности.

Согласована на портале № 54429

2. В чем заключается метод разностной схемы?
3. В чем заключается разница между неявной и явной разностной схемой?
4. Какие физические явления опичывает уравнение Лапласа?
5. Каким уравнением описывается пространственный солитон в керровской среде?

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Решите уравнение теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=0,\quad u(x,0)=\sin x,\quad u(0,t)=u(\pi,t)=0,\quad 0<x<1,\quad t>0$.
2. Покажите, что функция $u(x,t)=e^{-\lambda^2 a^2 t}\left[A\sin(\lambda x)+B\cos(\lambda x)\right]$ удовлетворяет уравнению $u_t=a^2u_{xx}$ при произвольных A, B и λ .
3. Решите смешанную задачу
$$u_{tt}-25u_{xx}=-7x\sin t,\ 0<x<1,\ t>0,$$
$$\begin{cases}u(x,0)=2\cos(\pi x),\\ u_t(x,0)=7x,\end{cases}$$
$$u_x(0,t)=u_x(1,t)=7\sin(t)$$
4. Поперечные колебания полуограниченной струны описываются начально-краевой задачей
$$\begin{cases}u_{tt}=\frac{1}{4}u_{xx},\quad 0\le x<+\infty,\\ u\big|_{t=0}=\varphi(x),\\ u_t\big|_{t=0}=0,\\ u_x\big|_{x=0}=0,\end{cases}$$
где $\varphi(x)$ – начальный профиль струны – изображен на рисунке. Построить профили струны в моменты времени t=n/2, n=4, ..., 10. Найти закон изменения ординаты u(0,t) с течением времени. Указать на характеристической плоскости области, где функция u(x,t) равна нулю, константе отличной от нуля, не равна константе.



5. Однородная струна длиной l жестко закреплена на концах x=0 и x=l. Струну отклонили от положения равновесия и в момент времени t=0 отпустили без начальной скорости. Требуется определить отклонения u(x,t) струны в любой момент времени, если ее начальное отклонение задается функцией a(x)=Ax(l-x), A>0.

9.1.5. Темы лабораторных работ

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

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление

Согласована на портале № 54429

студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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;

Согласована на портале № 54429

– 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.

Согласована на портале № 54429

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 81 от «12» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	С.М. Шандаров	Согласовано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ЭП	В. Дю	Разработано, 73f269b2-fd48-4478-85e8-00d695cea241
Профессор, каф. ЭП	Е.Е. Слядников	Разработано, 428e61dd-26cd-4d18-850b-74157ffde9f6

Согласована на портале № 54429