

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 30 » ноября 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Уравнения математической физики
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: приобретение знаний о колебательных и волновых процессах и подходах к их описанию в оптических системах; формирование умений, компетенций и навыков по их анализу, исследованию и применению методов расчета при решении реальных задач в будущей профессиональной деятельности.

Задачи:

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- знать законы электромагнетизма и законы движения колебательных систем различного типа, законы испускания и распространения волн в различных средах, в том числе движущихся;
- уметь применять законы электромагнетизма и физики колебаний и волн для научного анализа ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- уметь применять физические законы, математические методы и вычислительную технику для решения практических задач;
- владеть принципами и методами математического описания физических явлений и процессов, построения их математических моделей;
- владеть основными подходами, позволяющими описывать электромагнитные и колебательно-волновые явления в природе, применять построенные модели для решения современных и перспективных технологических задач.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1пк-1.3	– основные подходы и принципы математического описания колебательных и волновых явлений в различных системах; – базовые методы расчета электромагнитных полей и полей характеристик различных физических систем	Знает методы обработки результатов измерений параметров однородных, композиционных и наноструктурных материалов.	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2пк-1.3	<p>– давать формализованное описание (строить математические модели) колебательных систем и систем, поддерживающих распространение волн;</p> <p>– применять законы электромагнетизма и физики колебаний и волн для научного анализа ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;</p> <p>– применять физические законы, математические методы и вычислительную технику для описания практически важных ситуаций</p>	<p>Умеет применять методы обработки результатов измерений параметров однородных, композиционных и наноструктурных материалов.</p>	Индивидуальное задание
ПК-1.3	ИД-3пк-1.3	<p>– принципами и методами математическо-го описания физических явлений и процессов, построения их математических моделей;</p> <p>– принципами, методами и алгоритмами решения научно-технических задач</p>	<p>Владеет навыками определения степени достоверности результатов экспериментальных исследований и составления реестра параметров наноструктурных материалов.</p>	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	90	90	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	54	54	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Дифференциальные уравнения в частных производных	22	0	36	60
<p>Тема 1. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Краевая задача. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП) и их физические интерпретации. Приведение ДУЧП к каноническому виду на примере уравнений гиперболического типа. Краевая задача; типы граничных условий; начальные условия. Этапы решения общей краевой задачи. Принцип суперпозиции для линейных ДУЧП.</p> <p>Тема 2. Уравнения гиперболического типа Уравнения гиперболического типа как модель волновых процессов. Метод распространяющихся волн. Метод Фурье разделения переменных для получения общего решения ДУЧП гиперболического типа: а) однородное уравнение с однородными граничными условиями; б) учет начальных условий; в) неоднородное уравнение с однородными граничными условиями; г) неоднородное уравнение с неоднородными граничными условиями.</p> <p>Тема 3. Уравнения параболического типа и явления переноса Уравнения параболического типа как модель явлений переноса. Общая характеристика и физическое содержание явлений переноса. Основные понятия и за-коны. Типы краевых задач для уравнений параболического типа. Диффузия (самодиффузия). Уравнение Фика. Вязкость. Закон Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье. Нестационарное уравнение теплопроводности. Случай стационарных граничных условий. Метод сеток для решения нестационарных задач теплопроводности. Уравнение теплопередачи в движущейся среде. Метод Фурье разделения переменных как метод получения общего решения ДУЧП параболического типа: а) однородное уравнение с однородными граничными условиями; б) учет начальных условий; в) неоднородное уравнение с однородными граничными условиями; г) неоднородное уравнение с неоднородными граничными условиями</p>				
Элементы гидродинамики	10	0	18	30
<p>Тема 4. Гидродинамика идеальной жидкости Модель идеальной жидкости (ИЖ). Уравнения неразрывности, Эйлера, изоэнтропичности. Граничные условия на свободной и твердой границах. Нелинейность гидродинамических уравнений. Частные соотношения динамики ИЖ:</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>постоянство расхода по сечениям; теорема Бернулли; уравнение Гельмгольца диффузии вихря; теорема Томсона.</p> <p>Тема 5. Гидродинамика вязкой жидкости</p> <p>Уравнения динамики вязкой несжимаемой жидкости (ВНЖ). Принцип подобия. Безразмерная форма уравнений движения. Безразмерные критерии подобия. Одномерные краевые задачи динамики ВНЖ: течение Куэтта; течение Пуазейля в плоском слое; течение Пуазейля в круглой трубе.</p> <p>Гидродинамические моды. Бифуркации, устойчивость решений. Турбулентность. Двумерная задача динамики ВНЖ: пограничный слой.</p> <p>Уравнения Прандтля. Задача Блаузиуса и метод последовательных приближений Швеца (метод возмущений). Задачи неизотермической гидродинамики.</p>				
ИТОГО по 5-му семестру	32	0	54	90
ИТОГО по дисциплине	32	0	54	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Постановка краевой задачи: граничные и начальные условия
2	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
3	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
4	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
5	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
6	Расчет систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
7	Расчет систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
8	Расчет систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
9	Расчет систем, описываемых уравнениями гиперболического типа
10	Метод распространяющихся волн
11	Метод распространяющихся волн
12	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями параболического типа
13	Постановка задачи для систем, описываемых уравнениями параболического типа
14	Расчет систем, описываемых уравнениями параболического типа
15	Расчет систем, описываемых уравнениями параболического типа

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
16	Расчет систем, описываемых уравнениями параболического типа
17	Нестационарное уравнение теплопроводности. Учет движения среды, конвекция
18	Метод сеток для решения нестационарных задач теплопроводности
19	Метод сеток для решения нестационарных задач теплопроводности
20	Решение задач динамики идеальной жидкости
21	Решение задач динамики идеальной жидкости
22	Течение Куэтта
23	Течение Пуазейля в плоском слое
24	Течение Пуазейля в круглой трубе
25	Течение между коаксиальными цилиндрами
26	Расчет пограничного слоя
27	Метод последовательных приближений

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Владимиров В. С. Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - М.: Физматлит, 2003.	53
2	Годунов С. К. Уравнения математической физики : учебное пособие для университетов / С. К. Годунов. - Москва: Наука, 1979.	2
3	Сабитов К. Б. Уравнения математической физики : учебное пособие для вузов / К. Б. Сабитов. - Москва: Высш. шк., 2003.	31
4	Тихонов А.Н. Уравнения математической физики : учебное пособие для вузов / А.Н.Тихонов,А.А.Самарский А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. - М.: Изд-во МГУ, 1999.	34
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Будак Б.М. Сборник задач по математической физике : учебное пособие для вузов / Б.М. Будак, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. - Москва: Физматлит, 2004.	3
2	Емельянов В. М. Уравнения математической физики : практикум по решению задач : учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - Санкт-Петербург: Лань, 2008.	3
3	Захаров Е. В. Уравнения математической физики : учебник для вузов / Е. В. Захаров, И. В. Дмитриева, С. И. Орлик. - Москва: Академия, 2010.	5
4	Мартинсон Л. К. Дифференциальные уравнения математической физики : учебник для вузов / Л. К. Мартинсон, Ю. И. Малов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	2
2.2. Периодические издания		
1	Оптический журнал : научно-технический журнал / Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики; Оптическое общество им. Д.С. Рождественского. - Санкт-Петербург: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1931 - .	
2	Фотоника : научно-технический журнал / Техносфера; Лазерная ассоциация; журнал Photonik и AT-Fachverlag GmbH. - Москва: Техносфера, 2007 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Мартинсон Л. К. Дифференциальные уравнения математической физики : учебник для втузов / Л. К. Мартинсон, Ю. И. Малов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks121317	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Емельянов В. М. Уравнения математической физики : практикум по решению задач : учебное пособие для вузов / В. М. Емельянов, Е. А. Рыбакина. - Санкт-Петербург: Лань, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks137219	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Тихонов А.Н. Уравнения математической физики : учебник для вузов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. - Москва: Изд-во МГУ, Наука, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks74961	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	компьютер, мультимедийный проектор	1
Практическое занятие	компьютер, мультимедийный проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Уравнения математической физики»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Волоконная оптика

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Общая физика

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, решении задач и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Итоговый
	С, ТО	КР	Экзамен
Усвоенные знания			
3.1 - законы электромагнетизма и законы движения колебательных систем различного типа, законы испускания и распространения волн в различных средах, в том числе движущихся;	С, ТО	КР1-4	ТВ
3.2 - основные подходы и принципы математического описания колебательных и волновых явлений в различных системах;	С, ТО	КР2-4	ТВ
3.3 - базовые методы расчета электромагнитных полей и полей характеристик различных физических систем	С, ТО	КР3	ТВ
Освоенные умения			
У.1 - давать формализованное описание (строить математические модели) колебательных систем и систем, поддерживающих распространение волн;		КР2-4	ПЗ
У.2 - определять характеристики колебательных систем, решать задачи, связанные с колебаниями и распространением волн;		КР2-4	ПЗ
У.3 - применять законы электромагнетизма и физики колебаний и волн для научного анализа ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;		КР2-4	ПЗ
У.4 - применять физические законы, математические методы и вычислительную технику для описания практически важных ситуаций;		КР1-6	ПЗ
У.5 - применять на практике принципы решения задач		КР1-6	ПЗ

Приобретенные владения			
В.1 - принципами и методами математического описания физических явлений и процессов, построения их математических моделей;			КЗ
В.2 - основными подходами, позволяющими описывать электромагнитные и колебательно-волновые явления в природе, применять построенные модели для решения современных и перспективных технологических задач;			КЗ
В.3 - принципами, методами и алгоритмами решения научно-технических задач			КЗ

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа); *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание; *КЗ* – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена (5-ый семестр), проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и

учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Согласно РПД запланировано 3 контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Модуль 1. Расчет систем, описываемых уравнениями гиперболического типа.

Модуль 1. Расчет систем, описываемых уравнениями параболического типа.

Модуль 2. Гидродинамика.

Типовые задания контрольной работы по модулю 1:

1. Общая характеристика явлений переноса. Диффузия: смысл, характеристики, закон.
2. Нестационарное уравнение теплопроводности. Учет движения среды.
3. Решение уравнений параболического типа методом Фурье: этап 1 – общее решение однородного уравнения с однородными граничными и заданными начальными условиями.
4. Общая характеристика явлений переноса. Вязкость: смысл, характеристики, закон.
5. Начальные и граничные условия для уравнений параболического типа. Пример расчета: стационарное распределение температуры в стержне.
6. Решение уравнений параболического типа методом Фурье: этап 2 – неоднородное уравнение с однородными граничными условиями (вариация постоянной).
7. Общая характеристика явлений переноса. Теплопроводность: смысл, характеристики, закон.
8. Скин-эффект.
9. Решение уравнений параболического типа методом Фурье: этап 3 – общая постановка неоднородной задачи, учет неоднородных граничных условий.

Типовые задания контрольной работы по гидродинамике:

1. Динамика идеальной жидкости: уравнение непрерывности.
2. Динамика идеальной жидкости: уравнение Эйлера.
3. Динамика идеальной жидкости: уравнение переноса для энтропии.
4. Условие постоянства расхода в трубе. Теорема Бернулли.
5. Частные задачи динамики идеальной жидкости.
6. Динамика вязкой жидкости: уравнение Навье-Стокса. Течение Куэтта в плоском слое.
7. Динамика вязкой жидкости: уравнение Навье-Стокса. Течение Пуазейля в плоском слое.
8. Динамика вязкой жидкости: уравнение Навье-Стокса. Течение Пуазейля в круглой трубе.
9. Пограничный слой. Уравнения Прандтля.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение индивидуальных домашних заданий (вид самостоятельной работы студента)

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) студенту. ИДЗ представляет собой уникальный набор задач по основным темам модуля. Задачи решаются и сдаются

студентом в форме собеседования с преподавателем по ходу изучения соответствующего материала на занятиях.

Типовые задачи из состава ИКЗ:

1. Тяжелый стержень подвешен вертикально и заземлен так, что смещение во всех точках равно нулю. В начальный момент времени он освобождается. Поставить начально-краевую задачу о продольных колебаниях стержня.
2. Кабель, один конец которого изолирован, имеет постоянный потенциал U_0 и в момент времени $t=0$ заземляется через параллельные сосредоточенные емкость и активную проводимость. Поставить задачу об определении электрического тока в кабеле.
3. Поставить задачу о нагревании тонкого стержня, по которому с постоянной скоростью v_0 скользит электрическая печь постоянной мощности и пренебрежимо малой теплоемкости. Теплообменом печи и стержня с окружающей средой пренебречь / считать, что теплообмен происходит по закону Био / Стефана-Больцмана.
4. Трубка Пито установлена по оси газопровода, площадь внутреннего сечения которого равна S . Пренебрегая вязкостью, найти объемный расход газа, если разность уровней в жидкостном манометре равна Δh , а плотности жидкости и газа заданы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине в устной форме по билетам. Билет включает теоретический вопрос для проверки усвоенных знаний, практическое задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексное задание (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Основные характеристики теплового движения. Явления переноса: классификация, характеристики, законы переноса, коэффициенты переноса.
2. Гидродинамическая неустойчивость. Моды движения в базовых задачах динамики вязкой жидкости.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Рассчитать задачу динамики идеальной и реальной жидкости (парение платформы на вертикальных струях, стекание жидкости по наклонной плоскости, сброс через плотину, истекание жидкости из сосуда).
2. Рассчитать характеристики переноса простых систем.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Использовать метод распространяющихся волн для неограниченных и ограниченных областей.
2. Исследовать зависимость объемного расхода при течении в канале от параметров системы.
3. Использовать конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных (явная и неявная схемы для решения задач распространения тепла).

2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений

Задание № __.

Внимательно прочитайте текст предложенного задания и ответьте на вопросы.

Критерии оценки ситуационных заданий

Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.

Ситуация 1. Используя дисперсионное соотношение и определив плазменную частоту для ионосферы, определите диапазоны частот, в которых ионосфера является дисперсивной либо реактивной средой. Объясните с этой точки зрения изменение современного диапазона частот вещания радиостанций по сравнению с серединой XX века.

Ситуация 2. Определите параметры полного отражения видимого света от посеребренного зеркала, считая, что дисперсионное соотношение совпадает с соответствующей зависимостью для ионосферы. Используя справочные таблицы по физике и химии, вычислите критическую частоту для твердого серебра и среднюю глубину проникновения в него для красного света. Для каких частот слой серебра становится прозрачным?

Ситуация 3. Рассчитайте моды колебаний струны с двумя закрепленными концами, с одним закрепленным и другим свободным концом. Объясните закономерности изменения длины волны и частоты. Объясните, как влияет на процесс способ возбуждения волн – например, для музыкальных инструментов – скрипки и рояля.

Ситуация 4. Рассчитайте затухание колебаний вязкой жидкости в U -образной трубке, приняв пригодной для ее описания модель течения Пуазейля. Опишите возможность применения подобной системы в качестве демпфирующего механизма.