

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » сентября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физика, специальные главы
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
(код и наименование направления)

Направленность: Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов необходимого уровня знаний в области математического описания физических процессов, исходя из общих законов и уравнений фундаментальной физики;
формирование у студентов умения и навыков в решении фундаментальных задач теплопроводности, газа и гидродинамики;
формирование у студентов умения и навыков в обосновании возможных путей повышения эффективности существующих и новых технологий производства.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

математическая формализация фундаментальных физических законов в однородных и неоднородных средах, в том числе законов теплопроводности, диффузии, динамики флюидов, фильтрации жидкости и газа;
основные физические методы решения прикладных задач теории твердого тела, газо- и гидродинамики.

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
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает математическую формализацию фундаментальных физических законов в однородных и неоднородных средах, в том числе законов теплопроводности, диффузии, динамики флюидов, фильтрации жидкости и газа.	Знает: порядок выбора фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет формулировать и решать прикладные задачи физики при исследовании физических процессов	Умеет : составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, проводить выбор и обоснование граничных и начальных условий; оценивать адекватность результатов моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.	Собеседование
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет естественнонаучными и общеинженерными знаниями, методами мат. анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем.	Владеет навыками: применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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	
4-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Уравнения математической физики	8	0	13	32
Основные типы уравнений математической физики: параболического, гиперболического и эллиптического типа. Постановка задачи. Нестационарные процессы теплопроводности. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины. Метод разделения переменных – метод Фурье. Упрощение решения. Безразмерная форма. Анализ решения. Количество теплоты, отданное пластиной при охлаждении. Интерполяционные многочлены Лагранжа. Стационарная теплопроводность. Передача теплоты через плоскую стенку. Граничные условия первого рода, третьего рода. Стационарная теплопроводность в шаре с учетом внутренних источников тепла. Вывод уравнения теплопроводности для сферически-симметричного случая. Нахождение поля температур. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Стержень бесконечной и конечной длины. Гиперболические функции. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Теорема о перемножении решений. Волновое уравнение. Поперечные колебания струны, закрепленной в концах. Метод Фурье. Разложение функций в ряд Фурье. Интеграл Фурье. Задачи, приводящие к уравнению Лапласа. Уравнение Лапласа в цилиндрических координатах. Интегральное преобразование Лапласа. Таблица оригиналов и изображений. Решение дифференциальных уравнений с помощью операционного исчисления. Метод неопределенных коэффициентов. Свободные затухающие и незатухающие колебания. Решения с использованием преобразования Лапласа. Вынужденные колебания. Решение с использованием преобразования Лапласа. Колебательный контур (C,L,R). Решение для зависимостей заряда на конденсаторе и силы тока от времени. Приближенное решение дифференциального уравнения с помощью рядов Тейлора и Маклорена.				
Механика и термодинамика жидкости и газа.	8	0	14	31
Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Некоторые точные решения уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости. Установившееся движение жидкости между параллельными плоскостями – течение Куэтта. Профиль скорости и расход жидкости. Движение жидкости в круглой трубе – течение Пуазейля. Параболический профиль скорости. Объемный расход и средняя скорость. Число Рейнольдса.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Участок гидродинамической стабилизации. Гидравлический радиус для труб сложного профиля сечения. Уравнения свободной конвекции в приближении Буссинеска. Конвективное течение в вертикальном слое. Постановка задачи и решение. Гиперболические функции. Изменение энтропии при измерении температуры тела с помощью термометра. Падение тел переменной массы. Равномерно испаряющаяся капля воды. Сила сопротивления Стокса. Движение пули внутри вещества. Шар в жидкости. Определение силы давления на нижнюю половину поверхности шара. Вывод уравнения состояния идеального газа с учетом пропорциональности теплоемкости температуре.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Задача об охлаждении пластины. Распределение температуры и потери теплоты. Интерполяционные многочлены Лагранжа
2	Стационарная теплопроводность в шаре с учетом внутренних источников тепла. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Стержень бесконечной и конечной длины. Гиперболические функции
3	Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Пример для параллелепипеда
4	Свободные затухающие и незатухающие колебания. Решения с использованием преобразования Лапласа
5	Вынужденные колебания. Решение с использованием преобразования Лапласа
6	Пример приближенного решения дифференциального уравнения с помощью рядов Тейлора и Маклорена
7	Падение тел переменной массы. Равномерно испаряющаяся капля воды. Сила сопротивления Стокса. Нахождение зависимости скорости движения от времени
8	Шар в жидкости. Определение силы давления на нижнюю половину поверхности шара.
9	Скольжение бруска по шероховатой поверхности. Время торможения в случае частичного и полного наезда на шероховатый участок. Примеры для разных значений коэффициента трения
10	Вывод уравнения состояния идеального газа с учетом про-порциональности теплоемкости температуре.
11	Расчет изменения внутренней энергии массы азота при квазистатическом адиабатическом расширении от объема V_1 , занимаемого при нормальном давлении p_1 , до объема V_2
12	Изучение метода измерения теплофизических характеристик твердых тел квази-линейным методом.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
13	Изучение явной схемы для расчета температурных полей. Метод последовательной релаксации. Изотермические границы
14	Изучение неявной схемы для расчета температурных полей. Метод продольно-поперечной прогонки. Нестационарные граничные условия

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, ролевые игры, 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 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	Бабаков И. М. Теория колебаний : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Москва : Дрофа, 2004. 592 с.	111
2	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики : учебник для вузов. 7-е изд. Москва : Изд-во МГУ : Наука, 2004. 798 с.	82

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бабенко А. Н., Громыко А. Н. Электромагнитные поля и волны : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Йошкар-Ола : МарГТУ, 2003. 370 с.	22
2	Общая физика. Гидродинамика и теплообмен. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2011. 166 с. 10,5 усл. печ. л.	80
3	Паршаков А. Н. Физика колебаний : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 301 с.	101
4	Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров : пер. с англ. М. : Мир, 1985. 383 с.	5
2.2. Периодические издания		
1	В мире науки : научно-информационный журнал / В мире науки. - Москва: В мире науки, 1983-1993, 2003 - .	
2	Успехи физических наук : журнал / Российская академия наук ; Физический институт им. П. Н. Лебедева. - Москва: РАН, Физ. ин-т, 1918 - .	
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	Колесниченко В.И., Бурдин В.В. Общая физика: учебн. пособие. Ч. IV. Гидродинамика и теплообмен – Пермь, Изд-во ПГТУ, 2011 – 167 с.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks153371	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Колесниченко И. В. Введение в механику несжимаемой жидкости : учебное пособие / И. В. Колесниченко, А. Н. Шарифулин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6734	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
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 или ноутбук с программным обеспечением и проектором	1
Практическое занятие	Компьютер или ноутбук с программным обеспечением и проектором	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Физика, специальные главы»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Квалификация выпускника: « Инженер-строитель »

Выпускающая кафедра: Строительного производства и геотехники

Форма обучения: Очная

Курс: 2

Семестр: 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «**Физика, специальные главы**» 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 (четвертого семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных раздела. В каждом разделе 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 «**Физика, специальные главы**» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при собеседованиях после изучения теоретического материала, сдаче отчетов по индивидуальным заданиям и зачета. 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		ОИЗ		Зачёт	
Усвоенные знания						
3.1 Знает современные требования и программные средства для оформления результатов расчетов.	+					
3.2 Знает математическую формализацию фундаментальных физических законов в однородных и неоднородных средах, в том числе законов теплопроводности, диффузии, динамики флюидов, фильтрации жидкости и газа.	+					
3.3 Знает основные методы решения прикладных задач электродинамики.	+					
Освоенные умения						
У.1 Умеет применять методы математической физики для решения стандартных задач			+			

У.2 Умеет применять информационные технологий для обработки, анализа и представления результатов расчетов			+			
У.3 Умеет формулировать и решать прикладные задачи физики при исследовании физических процессов			+			
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками алгоритмизации решения задач математической физики.					+	
В.2 Владеет физическими методами решения прикладных задач при исследовании физических процессов					+	
В.3 Владеет навыками оценки величины различных параметров решаемой физической задачи.					+	

С – собеседование по теме; ОИЗ – отчет по индивидуальному заданию.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, 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 бланочного 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-х балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

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 зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

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 зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Дисциплина «Физика, специальные главы»
Задания по образовательной программе
08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
Перемещение, скорость, ускорение	Какие вектора являются кинематическими характеристиками поступательного движения? Ответ представить словами.	ОПК-1
Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение	Какие вектора являются кинематическими характеристиками вращательного движения? Ответ представить словами.	ОПК-1
4	Координата тела меняется по закону $x = 2 + 3t + 0,5t^2$. Чему равна скорость (в м/с) в момент времени 1 с. Ответ представить числом.	ОПК-1
20	Тело, падающее без начальной скорости за последнюю секунду своего падения прошло путь 15 м. С какой высоты падало тело? ($g = 10 \text{ м/с}^2$). Ответ представить числом.	ОПК-1
Импульс тела	Какая физическая величина в системе СИ измеряется в кг·м/с. Ответ представить словами.	ОПК-1
действующей на неё силе	Чему равна быстрота изменения импульса материальной точки? Ответ представить словами.	ОПК-1
5	Тело без трения скользит по наклонной плоскости образующей с горизонтом угол 30° . Чему равно ускорение тела? ($g = 10 \text{ м/с}^2$). Ответ представить числом в м/с^2 .	ОПК-1
энергия	Какая физическая величина является единой количественной мерой различных форм движения материи и соответствующих им взаимодействий? Ответ представить словом.	ОПК-1

работе этой силы	Чему равно изменение кинетической энергии тела, если оно происходит под действием силы \vec{F} ? Ответ представить словами.	ОПК-1
Работа, энергия, теплота	Какие физические величины измеряются в Джоулях? Ответ представить словами.	ОПК-1
9	Мячик массой 0,5 кг падающий с высоты 5 м у земли имел скорость 8 м/с. Чему равен модуль работы силы сопротивления воздуха? ($g = 10 \text{ м/с}^2$). Ответ представить числом в Дж.	ОПК-1
Периодические колебания	Как называются процессы (движения или изменения состояния), повторяющиеся через равные промежутки времени? Ответ представить словами.	ОПК-1
Гармонические колебания	Как называется процесс, при котором координата материальной точки изменяется по закону синуса или косинуса? Ответ представить словами.	ОПК-1
Затухающие колебания	Какое движение материальной точки описывается уравнением $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$? Ответ представить словами.	ОПК-1
Вынужденные колебания	Какое движение материальной точки описывается уравнением $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0 x = \frac{1}{m} F_0 \cos \Omega t$? Ответ представить словами.	ОПК-1
Длина волны	Как называется расстояние, проходимое волной за 1 колебание? Ответ представить словами.	ОПК-1
Увеличился в два раза	В изобарном процессе с постоянной массой газа температура увеличилась в 2 раза. Как изменился объем газа? Ответ представить словами.	ОПК-1
Увеличилось в два раза	В изохорном процессе с постоянной массой газа температура увеличилась в 2 раза. Как изменилось давление газа? Ответ представить словами.	ОПК-1

Увеличилась в шесть раз	В процессе с постоянной массой газа объем увеличился в 2 раза, а давление увеличилось в 3 раза. Как изменилась температура газа? Ответ представить словами.	ОПК-1
100	При уменьшении объема газа в 2 раза давление увеличилось на 120 кПа, а абсолютная температура возросла на 10%. Каким было первоначальное давление. Ответ представить числом в кПа.	ОПК-1
Закон Фурье	Как называется закон, который описывается формулой $q = -\lambda \nabla T$. Ответ представить словами.	ОПК-1
Уравнением теплопроводности	Дифференциальное уравнение вида $\frac{\partial T}{\partial t} = a \Delta T + \frac{q_v}{\rho c}$, называется ... Ответ дать словами.	ОПК-1
Температура	Какая функция задается для граничных условий первого рода на поверхности тела для каждого момента времени при постановке задачи теплопроводности? Ответ дать словом.	ОПК-1
Тепловой поток	Какая функция задается для граничных условий второго рода на поверхности тела для каждого момента времени при постановке задачи теплопроводности? Ответ дать словами.	ОПК-1
Третьего	Какого рода граничное условие на поверхности тела для каждого момента времени при постановке задачи теплопроводности определяется температурой окружающей среды и законом конвективного теплообмена? Ответ дать одним словом.	ОПК-1
Четвертого	Какого рода граничное условие для каждого момента времени при постановке задачи теплопроводности описывает теплообмен на границе контакта двух тел? Ответ дать одним словом.	ОПК-1

Уравнением неразрывности	Каким дифференциальным уравнением описывается закон сохранения массы текущей среды? Ответ дать словами.	ОПК-1
Уравнением Навье-Стокса	Каким векторным уравнением описывается движение вязкой жидкости? Ответ дать словами.	ОПК-1
Линейное	Какое распределение температуры получается при решении стационарной задачи теплопроводности для плоского слоя? Ответ дать одним словом.	ОПК-1
Течение Куэтта	Как называется ламинарное установившееся течение жидкости между параллельными плоскостями, имеющее линейный профиль? Ответ дать словами.	ОПК-1
Течение Пуазейля	Как называется ламинарное установившееся течение в круглой трубе? Ответ дать словами.	ОПК-1
Турбулентное	Как называется течение жидкости, при котором наблюдается её интенсивное перемешивание. Ответ дать одним словом.	ОПК-1