

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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Образовательный центр г. Когалым

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

 А.Б. Петроченков

"29" июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физика, специальные главы
Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Бакалавр
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	108 (3)
Направление подготовки	21.03.01 Нефтегазовое дело

Пермь 2023

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	Знать способы решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и	Собеседование

		жидкости и газа.	общеинженерные знания	
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет формулировать и решать прикладные задачи физики при исследовании физических процессов горного производства.	Уметь решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Индивидуальное задание
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет физическими методами решения прикладных задач при исследовании физических процессов горного производства.	Владеть навыками решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Зачет
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает способы обработки и представления результатов решения прикладных физических задач.	Знать способы проведения измерений и наблюдений, обработки и представления экспериментальных данных	Собеседование
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет анализировать и представлять результаты решения прикладных физических задач.	Уметь проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Индивидуальное задание
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет физическими методами решения прикладных задач при исследовании физических процессов горного	Владеть навыками проведения измерений и наблюдений, обработки и	Зачет

		производства.	представления экспериментальных данных	
ОПК-7	ИД-1ОПК-7	Знать основные методы решения прикладных задач при добыче, переработке полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений.	Знать способы анализа, составления и применения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	Собеседование
ОПК-7	ИД-2ОПК-7	Умеет анализировать и формализовать условие задачи.	Уметь анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	Индивидуальное задание
ОПК-7	ИД-3ОПК-7	Владеть навыками анализа условия физической задачи и представления её решения в соответствии с нормами оформления технической документации.	Владеть навыками анализа, составления и применения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами	Зачет

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:	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	СРС
5й семестр				
Уравнения математической физики				
Основные типы уравнений математической физики: параболического, гиперболического и эллиптического типа. Постановка задачи. Нестационарные процессы теплопроводности. Охлаждение (нагревание) неограниченной	8	0	13	32

<p>пластины. Метод разделения переменных. Упрощение решения. Безразмерная форма. Анализ решения. Количество теплоты, отданное пластиной при охлаждении. Стационарная теплопроводность. Передача теплоты через плоскую стенку. Граничные условия первого рода, третьего рода. Стационарная теплопроводность в шаре с учетом внутренних источников тепла. Уравнение теплопроводности для сферически-симметричного случая. Нахождение поля температур. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Стержень бесконечной и конечной длины. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. 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. 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</p>				
<p>Механика и термодинамика жидкости и газа.</p>				
<p>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</p>	8	0	14	31

<p>средняя скорость. Число Рейнольдса. Участок гидродинамической стабилизации.</p> <p>Гидравлический радиус для труб сложного профиля сечения. Уравнения свободной конвекции в приближении Буссинеска.</p> <p>Конвективное течение в вертикальном слое.</p> <p>Постановка задачи и решение.</p> <p>Гиперболические функции. Падение тел переменной массы. Равномерно испаряющаяся капля воды. Сила сопротивления Стокса. Движение пули внутри вещества. Шар в жидкости.</p> <p>Определение силы давления на нижнюю половину поверхности шара. Вывод уравнения состояния идеального газа с учетом пропорциональности теплоемкости температуре</p>				
Итого за 7й семестр	16	0	27	63
Итого по дисциплине	16	0	27	63

Примерная тематика 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 пропорциональности 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 квазилинейным методом.
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, 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

Не используется

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / авторизованный доступ)
Основная литература	Общая физика. Электричество и магнетизм : учебно-методический комплекс для обучающихся по образовательной программе бакалавриата по направлению подготовки 03.03.02 «физика», профиль «физика конденсированного состояния вещества» / Анисимова Н. И., Гороховатский Ю. А., Гулякова А. А., Карулина Е. А., Темнов Д. Э., Гороховатского Ю. А. Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. 336 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULAN-RU-LAN-BOOK-252674	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Филиппов В. В. Квантовая физика : учебное пособие. Липецк : Липецкий ГПУ, 2020. 90 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RULAN-RU-LAN-BOOK-169328	сеть Интернет; 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/RUPNRP-Uelib6734	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)
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 Лань	https://e.lanbook.com/
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
Лекция	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс
Практическое занятие	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Образовательный центр г.Когалым

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
"Физика, специальные главы"**

Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	108 (3)
Направление подготовки	21.03.01 Нефтегазовое дело
Курс: 3	Семестр: 5
Зачет: 5 семестр	

Пермь 2023

Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Физика, специальные главы" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС 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. ФОС 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 "Физика, специальные главы" запланировано в течение одного семестра (5 семестра учебного плана).

Предусмотрены аудиторные 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.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе практических занятий, а также на зачете (табл. 1.1)

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Итоговы й
	С	ОПР	Зачет
Усвоенные знания			
3.1. Знает математическую формализацию фундаментальных физических законов в однородных и	С	ОПР	ТВ ПЗ

неоднородных средах, в том числе законов теплопроводности, диффузии, динамики флюидов, фильтрации жидкости и газа.			
3.2. Знает способы обработки и представления результатов решения прикладных физических задач.	С	ОПР	ТВ ПЗ
3.3. Знать основные методы решения прикладных задач при добыче, переработке полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений.	С	ОПР	ТВ ПЗ
Освоенные умения			
У.1. Умеет формулировать и решать прикладные задачи физики при исследовании физических процессов горного производства.		ОПР	ТВ ПЗ
У.2. Умеет анализировать и представлять результаты решения прикладных физических задач.		ОПР	ТВ ПЗ
У.3. Умеет анализировать и формализовать условие задачи.		ОПР	ТВ ПЗ
Приобретенные владения			
В.1. Владеет физическими методами решения прикладных задач при исследовании физических процессов горного производства.		ОПР	ТВ ПЗ
В.2. Владеет физическими методами решения прикладных задач при исследовании физических процессов горного производства.		ОПР	ТВ ПЗ
В.3. Владеть навыками анализа условия физической задачи и представления её решения в соответствии с нормами оформления технической документации.		ОПР	ТВ ПЗ

С - собеседование по теме; ОПР - отчет по практической работе; ТВ - теоретический вопрос; ПЗ - практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учетом 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 обучающихся, 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 с целью контроля исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента "знать" заданных компетенций) на каждом аудиторном занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов "знать" и "уметь" заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), рефератов, эссе и т.д.
- рубежный контроль по дисциплине, проводимый на следующей неделе после прохождения каждого теоретического раздела дисциплины, и промежуточный, осуществляемый во время каждого контрольного мероприятия внутри тематического раздела дисциплины;
- межсессионная аттестация с целью единовременного подведения 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме проверки отчетов по практическим работам (ОПР) после изучения каждого тематического раздела (модуля) учебной дисциплины. После освоения тематического раздела (модуля) студенту выдается индивидуальная практическая работа, по которой он должен составить отчет.

Согласно РПД запланировано 2 блока индивидуальных практических работ после освоения студентами соответствующих разделов дисциплины:

Типовые шкалы и критерии оценки результатов отчета по рубежной практической работе приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль по дисциплине)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине проводится по билетам. Билет содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практическое комплексное задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений и уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

2.3.1. Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине

Типовые теоретические вопросы для проверки знаний на зачете в 7 семестре:

1. Стационарная теплопроводность. Передача теплоты через плоскую стенку. Граничные условия первого рода, третьего рода.
2. Стационарная теплопроводность в шаре с учетом внутренних источников тепла. Вывод уравнения теплопроводности для сферически-симметричного случая. Нахождение поля температур.
3. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Стержень бесконечной и конечной длины. Гиперболические функции.
4. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Теорема о перемножении решений. Пример для параллелепипеда.
5. Волновое уравнение. Поперечные колебания струны, закрепленной в концах. Метод Фурье.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме оценки уровня сформированности компонентов "знать", "уметь" и "владеть" заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения в процессе промежуточной аттестации 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 путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации считается, что полученная оценка за компонент проверяемой 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. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале.

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

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

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
14 ⁰ С	Найти температуру на расстоянии 10 см от менее нагретой поверхности твердой однородной бесконечной стенки толщиной 1 м, если температуры её границ постоянны и равны, соответственно, 30 ⁰ С и 10 ⁰ С. Ответ дать в градусах Цельсия.	ОПК-1
0,71 (м ² ·К)/Вт	Твердая бесконечная однородная пластина толщиной 10 см разделяет две жидкости. Первая жидкость нагрета до температуры 100 ⁰ С, а вторая до температуры 0 ⁰ С. Коэффициенты теплоотдачи между первой жидкостью и пластиной 5 Вт/(м ² ·К), второй жидкостью и пластиной 3 Вт/(м ² ·К), коэффициент теплопроводности пластины 10 Вт/(м·К). Термическое сопротивление системы равно ... (ответ округлить до сотых)	ОПК-4
Уравнением Навье-Стокса	Уравнение вязкой несжимаемой жидкости называется ...	ОПК-4
Эйлера	Идеальная или не вязкая жидкость описывается уравнением ...	ОПК-7
если на концах стержня осуществляется свободный теплообмен с окружающей средой, температура которой задана.	В задаче распространения тепла вдоль стержня граничные условия третьего рода возникают, ...	ОПК-7