

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Скачков Андрей Павлович**

Рабочая программа дисциплины
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА
Код УМК 99311

Утверждено
Протокол №6
от «26» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Геофизическая гидродинамика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.03** Механика и математическое моделирование
направленность Фундаментальная и прикладная механика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Геофизическая гидродинамика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Фундаментальная и прикладная механика)

ОПК.1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикаторы

ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области

ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Фундаментальная и прикладная механика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	3
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (3 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Геофизическая гидродинамика

Введение в геофизическую гидродинамику

Различные масштабы характерных движений в океане и атмосфере. Плотностная стратификация. Уравнения движения в невращающейся системе координат. Тепловая конвекция. Основные управляющие пара-метры. Даются базовые представления о геофизических течениях. Описывается влияние плотностной стратификации и вращения. Дается понятие о тепловой конвекции в геофизических системах. Приводятся основные управляющие параметры и их физический смысл.

Описание движений во вращающейся системе координат

Переход во вращающуюся система координат. Уравнения движения во вращающейся системе координат. Ускорение Кориолиса и число Россби.

Описывается изменение уравнений при переходе во вращающуюся систему координат. Обсуждается по-явление сил связанных с вращением (сила Кориолиса, центробежная сила). Обсуждается физический смысл управляющих параметров, связанных с вращением.

Понятие вихря

Понятие вихря. Вихревая трубка. Теорема Стокса. Теорема Кельвина. Уравнение вихря. Потенциальный вихрь.

Выводится уравнение вихря. Описываются основные механизмы генерации и диссипации завихренности. Вводится понятие потенциального вихря.

Крупномасштабные атмосферные течения

Термический ветер. Теорема Тейлора-Праудмена. Геострофическое движение. Геострофическое приближение. Обзор крупномасштабных вихревых течений.

Описываются особенности крупномасштабных атмосферных течений. Рассматривается теорема Тейлора-Праудмена и ее приложения. Описывается геострофическое приближение и геострофические течения. Дается обзор крупномасштабных вихревых течений.

Волновые движения во вращающихся слоях

Инерционные и внутренние волны. Волна Россби. Анализ масштабов для квазигеострофического приближения в теории мелкой воды. Механизм поддержания волны Россби. Бета-плоскость.

Турбулентные напряжения Рейнольдса. Пограничные слои. Описываются механизмы формирования волновых движений в стратифицированных и вращающихся слоях жидкости. Рассматривается формирование и поддержание длинных волн Россби. Вводится понятие бета-плоскости. Описываются турбулентные напряжения Рейнольдса и коэффициенты турбулентной диффузии. Дается описание пограничных слоев.

Понятие о климате и климатических процессах

Понятие о погоде и климате. Основные процессы, влияющие на климат. Климатические циклы. Проблема глобального потепления.

Даются базовые представления о погоде и климате. Описываются основные процессы, влияющие на климат. Описываются основные климатические циклы. Обсуждается проблема глобального потепления.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Александров, Д. В. Прикладная гидродинамика : учебное пособие для вузов / Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 109 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07621-9 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-0785-2 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/442034>

2. Ханефт, А.В. Механика сплошных сред : учебное пособие : в 2 частях / А.В. Ханефт. — Кемерово : КемГУ, [б. г.]. — Часть 1 : Гидродинамика — 2018. — 123 с. — ISBN 978-5-8353-2283-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/619862>

Дополнительная:

1. Козлов, В. В. Общая теория вихрей / В. В. Козлов. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 324 с. — ISBN 978-5-4344-0669-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92054>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Геофизическая гидродинамика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;

- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;

Специализированное программное обеспечение не требуется

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Геофизическая гидродинамика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат	В результате обучения студент должен уметь выбирать метод решения задачи формирования течений во вращающемся слое жидкости, с учетом конвекции.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> Не способен выбрать метод решения задачи, задать граничные условия; не знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; не может получить решение задачи; не умеет анализировать вклады различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса. <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> Способен выбрать метод решения задачи, задать граничные условия; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; может получить решение задачи; не умеет анализировать вклады различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса. <p style="text-align: center;">Хорошо</p> Способен выбрать метод решения задачи, задать граничные условия; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; может получить решение задачи; умеет анализировать вклады различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса. <p style="text-align: center;">Отлично</p> Способен выбрать метод решения задачи, задать граничные условия; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; может получить решение задачи; умеет анализировать вклады различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса.

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Умеет применять различные методы анализа результатов.</p>
<p>ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области</p>	<p>В результате обучения студент должен быть способен поставить задачу формирования течений во вращающемся слое жидкости, с учетом конвекции.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не способен сформулировать задачу, произвести выбор граничных условий; не знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы от-счета; не умеет анализировать роль различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Способен сформулировать задачу; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; не может произвести выбор граничных условий; не умеет анализировать роль различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Способен сформулировать задачу; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; Может произвести выбор граничных условий; Умеет анализировать роль различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Способен сформулировать задачу; знает систему уравнений Навье-Стокса для вращающейся системы отсчета; Может произвести выбор граничных условий; Умеет анализировать роль различных членов, входящих в уравнения Навье-Стокса. Способен сделать оценки и упростить систему решаемых уравнений.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Понятие вихря Письменное контрольное мероприятие	Уравнения движений жидкости и вихря во вращающейся системе координат.
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Крупномасштабные атмосферные течения Письменное контрольное мероприятие	Крупномасштабные атмосферные течения.
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Понятие о климате и климатических процессах Защищаемое контрольное мероприятие	Волновые течения. Основные процессы, влияющие на климат.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Понятие вихря

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Решение конкретной задачи.	13
Способность поставить задачу, связанную с формированием течений, грамотно поставить граничные условия и выбрать метод решения.	10
Знание уравнений описывающих движение жидкости. Понимание роли и физического смысла членов уравнений.	7

Крупномасштабные атмосферные течения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Особенности крупномасштабных атмосферных течений. Теорема Тейлора-Праудмена.	13
Геострофическое приближение и геострофические течения.	10
Основные типы крупномасштабных атмосферных вихревых течений.	7

Понятие о климате и климатических процессах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Природа инерционных и внутренних волн. Особенности волн Россби. Анализ масштабов для квазигеострофического приближения в теории мелкой воды.	13
Особенности волн Россби. Анализ масштабов для квазигеострофического приближения в теории мелкой воды.	10
Механизм поддержания волны Россби.	10
Основные процессы, влияющие на климат.	7