

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра гидрологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

С.Ж. Вологжина

«18» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины

Б1.В.19.02 Динамика жидкости и газа

Направление подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки

Экологическая безопасность и управление природопользованием

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения - очная

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.

Председатель С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и природопользования:

Протокол № 12 От «05» июня 2021 г.

Зав. кафедрой А.В. Аргучинцева

Иркутск 2021г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
4.3 Содержание учебного материала	6
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	7
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
а) перечень литературы	8
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	8
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	9
6.2. Программное обеспечение	9
6.3. Технические и электронные средства обучения:	9
VII. Образовательные технологии	9
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	10

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цель: Получение общих и специальных знаний о динамике жидкостей и газов.

Цели освоения данной дисциплины определяют её основные *задачи*:

Задачи дисциплины:

- получению базовых знаний по динамике жидкости и газа
- формировать умение решать задачи динамики жидкости и газа.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.В.19.02 Динамика жидкости и газа** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Совокупность разделов, включенных в программу данного курса, представляет собой важный этап единой системы подготовки бакалавров в области *экологии и природопользования*.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.В.03 Математический анализ

Б1.О.15 Физика

Б1.В.19.01 Кинематика жидкости и газа

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б1.В.26 Математические методы и модели в задачах окружающей среды

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки ***05.03.06 Экология и природопользование***.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать знания математических наук при решении научно-исследовательских задач в сфере экологии, природопользования и охраны окружающей среды	ИДК _{ПК1.1} Применяет знания, подходы и методический аппарат математических наук для решения профильных научно-исследовательских задач	Знать: задачи динамики жидкости и газа, методы их решения; Уметь: проводить анализ поставленной задачи на основе современного математического аппарата; формулировать и решать задачи по движению жидкостей и газов Владеть: представлениями о прикладных задачах изучения течений жидкости для решения профильных научно-исследовательских задач.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися					
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация	КСР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	6	12		6	4	2			Проверочная работа (решение задач)
2	II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	6	12		7	3	2			Проверочная работа (решение задач)
3	III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	6	9		5	2	2			Проверочная работа (решение задач)
4	IV. ГИДРОСТАТИКА	6	39		5	2	2	2	28	Проверочная работа (решение

										задач) /Реферат
5	V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	6	10		5	3	2			Проверочная работа (решение задач)
	Контроль		26							
	ИТОГО		108		28	14	10	2	28	экзамен

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	IV. ГИДРОСТАТИКА	<i>Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»</i>	До начала промежуточной аттестации	28	Оценка реферата на educa.isu.ru (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	осн. – 1-3 доп. – 1

4.3. Содержание учебного материала

I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ

Понятие сплошной среды. Понятие динамики. Системы отсчёта. Инерционные системы отсчета. Закон инерции. Классификация сил, действующих в жидкости: массовые, поверхностные силы. Главный вектор массовых сил. Главный вектор поверхностных сил. Примеры сил. Сила тяжести, сила Кориолиса.

Баротропность и бароклинность. Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Вязкая (реальная) и идеальная жидкость. Модели жидкости.

II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера.

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека.

Уравнение притока энергии. Возможности замыкания системы уравнений движения идеальной жидкости. Начальные и граничные условия (на свободной поверхности и на твердой стенке).

III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Интегралы уравнений движения идеальной жидкости (Бернулли, Лагранжа, Лагранжа-Бернулли). Их физическая и геометрическая интерпретации. Примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам.

Динамические свойства вихревого движения (основные уравнения теории вихрей, примеры образования вихрей).

IV. ГИДРОСТАТИКА

Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы.

Гидростатическая подъемная сила и устойчивость.

V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях (в форме Навье). Гипотезы Стокса.

Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье-Стокса. Закон Ньютона.

Коэффициент вязкости.

Понятие подобия. Необходимые и достаточные условия подобия. Обезразмеривание уравнений. Критерии подобия. Физический смысл критериев подобия.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Решение задач: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов	4	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ПК1.1}
2.	II. УРАВНЕНИЯ	Решение задач: уравнения движения идеальной	3	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка	ИДК _{ПК1.1}

	ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	жидкости в форме Громека и Эйлера			в баллах: от 0 до 10 баллов)	
3.	III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам	2	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ПК1.1}
4.	IV. ГИДРОСТАТИКА	Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы	2	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ПК1.1}
5.	V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.	3	-	Проверочная работа (решение задач) (оценка в баллах: от 0 до 10 баллов)	ИДК _{ПК1.1}

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1.	IV. ГИДРОСТАТИКА	Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»	ПК-1	ИДК _{ПК1.1}

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы – изучить определенные темы некоторых разделов дисциплины самостоятельно. Для лучшей проработки и усвоения материала студенту

необходимо написать **реферат** на заданную тему. Проверка самостоятельной работы осуществляется путем размещения студентом реферата на портале educa.isu.ru.

Выполненная работа оценивается в баллах, согласно разработанной балльной системе (реферат может быть от **0 до 10 баллов** в зависимости от степени освещения заданной тематики). При недостаточном освещении заданной темы – студенту возвращается задание на доработку с последующим собеседованием для выявления степени усвоения.

Результаты самостоятельных работ фиксируются на портале educa.isu.ru в электронном виде, что является основанием для отслеживания успеваемости студентов.

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институтов академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

основная литература

1. **Аргучинцев В.К.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие / В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2015. – 125 с. (45 экз.)

2. **Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В.** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб.-метод. пособие / Иркутский гос. ун-т, Геогр. фак. ; сост.: В. К. Аргучинцев, А. В. Аргучинцева. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. - 59 с.. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 61 : нф (1), геохим (60)

3. **Лойцянский, Лев Герасимович** Механика жидкости и газа [Текст] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 010500 "Механика" / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с. **Имеются экземпляры в отделах:** всего 15 : нф (1), геохим (14)

дополнительная литература

1. **Высоцкий, Л. И.** Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] / Л. И. Высоцкий, Г. Р. Коперник, И. С. Высоцкий. - Москва : Лань", 2014. - 64 с. ; 21 см. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС «Издательство Лань»

<https://isu.bibliotech.ru/> - ЭБС ЭЧЗ «Библиотех»

<http://rucont.ru/> - ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»

<http://ibooks.ru> - ЭБС «Айбукс.py/ibooks.ru»

<http://www.sciencemag.org> - Научная база данных SCIENCE –ONLINE- SCINCE-NOW

<http://www.nature.com> - Научная база данных Nature

<http://ingrid.Idgo.colombia.edu/> - Библиотека климатических данных (IRILDEO);

<http://www.ncdc.noaa.gov> - Всемирный центр метеорологических и океанографических данных (NOAA);

Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, [http:// www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru);

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий. Компьютерные классы для выполнения практических и самостоятельных работ. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ИГУ и находятся в едином домене.

6.2. Программное обеспечение:

Программа Microsoft Office Word для написания реферата представления материалов и результатов.

6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования. Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

Проектная технология: организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

Контекстное обучение: мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

Обучение на основе опыта: активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

Обучение критическому мышлению: построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

Станционное обучение: организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Лекция	Информационные технологии	6
2	II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	7
3	III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	5
4	IV. ГИДРОСТАТИКА	Лекция	Информационные технологии	5
5	V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Лекция	Информационные технологии	5

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные средства для входного контроля – не предусмотрены

Оценочные средства текущего контроля

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
I. КЛАССИФИКАЦИЯ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИДКОСТЬ	Знает понятия баротропности и бароклинности, идеальной и реальной жидкости, знает силы, действующие на жидкость. Владеет представлениями о системах отсчета Умеет определять ускорение силы тяжести и силы Кориолиса	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	ПК-1 ИДК _{ПК1.1}
II. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Знает уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера и Громека. Владеет представлениями о возможности замыкания системы уравнений движения идеальной жидкости. Умеет решать задачи на движение идеальной жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	ПК-1 ИДК _{ПК1.1}
III. ИНТЕГРАЛЫ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИДЕАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	Знает примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам. Владеет представлениями о физической и геометрической интерпретации интегралов Бернулли, Бернулли-Эйлера и Лагранжа-Коши. Умеет интегрировать уравнения движения идеальной жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	ПК-1 ИДК _{ПК1.1}
IV. ГИДРОСТАТИКА	Знает уравнения гидростатики и условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии Умеет применять на практике уравнение гидростатики	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно» Написал реферат с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	ПК-1 ИДК _{ПК1.1}

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
V. ДИНАМИКА ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ	Знает уравнение движения вязкой жидкости в форме Навье и Навье-Стокса Владеет представлениями о критериях подобия и их физическом смысле Умеет решать задачи на динамику вязкой жидкости	Владеет материалом данного раздела. Выполнил проверочную работу по разделу с оценкой не ниже «Удовлетворительно»	ПК-1 ИДК _{ПК1.1}

Критерии оценки практических заданий (текущий контроль, формирование компетенций):

«Отлично»:

10 баллов: правильно решил все задачи проверочных работ, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;

«Хорошо»:

8 баллов: решил все задачи проверочных работ с отдельными недочетами, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

«Удовлетворительно»:

6 баллов: решил все задачи проверочных работ с ошибками, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;

«Неудовлетворительно»:

3 балла: студент неправильно решил все задачи проверочных работ или решил не все задачи, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

0 баллов: студент не решил все задачи проверочных работ.

Критерии оценивания индивидуального отчета о выполнении самостоятельной работы (реферата) (текущий контроль, формирование компетенций):

«Отлично»:

10 баллов: работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите реферата; тема реферата раскрыта полностью; список использованных источников содержит требуемое в задании число источников;

«Хорошо»:

8 балла: содержание работы соответствует тематике реферата; работа выполнена с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле проекта нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите реферата;

«Удовлетворительно»:

6 балла: содержание реферата в целом соответствует заявленной теме; написанное реферата имеет значительные замечания; сдана с нарушением графика, в оформлении,

структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите отчета;

«Неудовлетворительно»:

3 балла: содержание реферата значительно отклоняется от заявленной темы; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения; оформление работы не соответствует требованиям; нет ответов на вопросы при защите отчета.

0 баллов: работа не выполнена или не является оригинальной, не соответствует заявленной теме; выполнена не самостоятельно

8.1.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме - экзамен

Темы рефератов и заданий поисково-исследовательского характера

Реферат на тему: «Парадоксы Архимеда и Паскаля»

Демонстрационный вариант теста (фрагмент)

– раздел механики, в котором изучаются причины, вызывающие движение.

Динамика

Магнетизм

Статика

Релятивизм

Кинематика

Сила является равнодействующей двух сил: гравитационной силы притяжения Земли и центробежной силы инерции. Данная сила относится к

силам

$$\rho \vec{F} = \text{grad} p$$

Уравнение называется векторным уравнением .

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера имеют вид:

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \left[\text{grad} p \right] :$$

dt

gradφ

dp

ds

gradp

жидкости обладают абсолютной подвижностью, т. е. отсутствием сил трения и касательных напряжений и абсолютной неизменностью в объеме под воздействием внешних сил.

жидкости, обладают сжимаемостью, сопротивлением, растягивающим и сдвигающим усилиям и достаточной подвижностью, т. е. наличием сил трения и касательных напряжений.

растяжимые	текучие	реальные
фракционные	идеальные	тангенциальные

Если из массовых сил действует только **сила тяжести**, а оси OX и OY направить по горизонтали, ось OZ вертикально вверх, то

$F_x =$

$F_y =$

$F_z =$

Темы практических работ

- Решение задач: определение ускорения силы тяжести и силы Кориолиса для заданных пунктов
- Решение задач: уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека и Эйлера
- Решение задач: примеры применения интеграла Бернулли к простейшим задачам
- Решение задач: Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости. Барометрические формулы
- Решение задач: Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье и в форме Навье-Стокса.

Тематика вопросов для самостоятельной работы

- В чем суть уравнения Громека?
- Для чего проводят усреднение уравнений движения?
- В чем суть критериев подобия?
- В чем различия уравнений движения, записанных в различных формах: Эйлера, Навье, Навье-Стокса, Рейнольдса?
- Барометрические формулы.
- Гидростатическая подъемная сила и устойчивость.

Пример проверочной работы

Задача 1. Найти ускорение силы тяжести g [м/с²] по рабочим расчетным формулам:

$$g_{z,\varphi} = g_0 * (1 + 0,0053024 * \sin \varphi - 0,0000058 * \sin^2 \varphi) - a_0 * z \quad (1)$$

$$g_{z,\varphi} = g_{0,45} (1 - a_1 \cos 2\varphi)(1 - a_2 z), \quad (2)$$

где $g_{z,\varphi}$ - ускорение силы тяжести на широте φ [°] и на высоте над уровнем моря Z [м],

$$g_0 = 9,780327 \text{ м/с}^2$$

$$a_0 = 0,000003086 \text{ 1/с}^2$$

$g_{0,45} = 9,806159 \text{ м/с}^2$ - ускорение силы тяжести на широте 45° и на уровне моря;

$$a_1 = 0,0026, \quad a_2 = 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ 1/м.}$$

для следующих пунктов: Анадырь, Хабаровск, Дели, Эльбрус (западная вершина)

...

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

Понятие сплошной среды. Понятие динамики. Системы отсчёта. Инерционные системы отсчета. Закон инерции.

Классификация сил, действующих в жидкости: массовые, поверхностные силы. Главный вектор массовых сил. Главный вектор поверхностных сил. Примеры сил. Сила тяжести сила Кориолиса.

Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Баротропность и бароклинность. Вязкая (реальная) и идеальная жидкость. Модели жидкости.

Уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера.

Уравнения движения жидкости в форме Громека.

Интегралы уравнений движения идеальной жидкости (Бернулли, Лагранжа, Лагранжа – Бернулли). Их физическая и геометрическая интерпретации.

Уравнения гидростатики. Условия для сил, удерживающих жидкость в равновесии. Закон Паскаля. Равновесие тяжелой жидкости.

Уравнения движения вязкой жидкости в напряжениях (в форме Навье).

Тензор напряжений. Уравнения движения вязкой жидкости в форме Навье – Стокса. Допущения, предложенные Стоксом. Коэффициент вязкости.


Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (промежуточный контроль, формирование компетенций):

Экзамен проводится в форме тестового задания средствами образовательного портала *educa.isu.ru* из 20 вопросов и оценивается по 2 балла за каждый правильный ответ на вопрос (максимально 40 баллов за тест).

Общая оценка выставляется как сумма текущего контроля и промежуточного контроля по балльной системе:

Суммарные баллы, полученные обучающимся за текущий контроль и промежуточный контроля	Академическая оценка
60-70 баллов	удовлетворительно
71-85 баллов	хорошо
86-100 баллов	отлично

Разработчик:


(подпись)

Доцент кафедры гидрологии и
природопользования

(занимаемая должность)

Е.Н. Сутырина

(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, Направленность (профиль) подготовки Экологическая безопасность и управление природопользованием.

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования
(наименование)

«05» июня 2021 г. Протокол №12

‘ Зав. Кафедрой _____  Аргучинцева А.В.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.