

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии и природопользования



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Теоретическая механика и гидромеханика ФТД.Б.1

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: академический бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Мазо А.Б. , Поташев К.А. , Тазюков Ф.Х.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. Г.

Протокол заседания кафедры № ____ от " ____ " 201 ____ г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК № ____ от " ____ " 201 ____ г

Регистрационный № 2139214

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Мазо А.Б. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , Alexander.Mazo@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Поташев К.А. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , KPotashev@mail.ru ; доцент, к.н. (доцент) Тазюков Ф.Х. Кафедра теоретической механики отделение механики , Farid.Tazjukov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теоретическая механика и гидромеханика" являются получение и последующее применение студентами знаний о базовых понятиях теоретической механики и гидромеханики: кинематике точки и твердого тела; динамике точки, системы точек и твердого тела; элементах аналитической механики, основах гидромеханики и базовых положениях и способов описания моделей механики сплошной среды. Вводятся понятия вектора, тензора. Закрепляются операции над векторами. Даются основные уравнения и модели гидродинамики. Изучаются принципы гидростатики, потенциальные течения, вязкие течения. Рассматривается теория пограничного слоя, турбулентных течений. Решаются задачи на применение принципов гидро- и термодинамики, гидростатики, потенциального течения жидкости.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "ФТД.Б.1 Факультативные дисциплины" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина реализуется "по выбору" (ФТД.1). Для усвоения дисциплины студента должны владеть базовыми знаниями профессиональной дисциплины "Математика", "Физика".
Дисциплина читается на 3 курсе в 6-м семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|--|
| ОПК-1 (профессиональные компетенции) | владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- роль и место теоретической механики и гидромеханики в естественных и прикладных науках;
- основные понятия и законы механического движения для решения задач теоретической механики;
- основные понятия и законы движения сплошной среды для решения задач гидромеханики;

2. должен уметь:

- работать с соответствующей научной и технической литературой;

- использовать модели реальных механических процессов и объектов для получения решений прикладных задач;
- выполнять основные операции векторного и тензорного исчисления в применении к конкретным задачам теоретической и гидромеханики;
- правильно выбирать и применять методы решения различных задач теоретической и гидромеханики.

3. должен владеть:

- основной терминологией теоретической и гидромеханики;
- теоретическими знаниями по использованию основных понятий и законов механического движения для решения основных задач теоретической механики;
- теоретическими знаниями о возможностях моделирования сплошных сред и применении известных моделей к описанию явлений в жидкости и газе;
- навыками решения типовых задач теоретической и гидромеханики.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|--|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Основные понятия и исходные положения кинематики. | 6 | 1-4 | 8 | 0 | 12 | устный опрос домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Основные понятия и исходные положения динамики. | 6 | 5-8 | 8 | 0 | 15 | контрольная работа домашнее задание |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|--|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 3. | Тема 3. Основные законы гидромеханики. | 6 | 9-12 | 8 | 0 | 12 | устный опрос домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Частные формулировки уравнений термогидродинамики. | 6 | 13-16 | 8 | 0 | 15 | контрольная работа домашнее задание |
| | Тема . Итоговая форма контроля | 6 | | 0 | 0 | 0 | зачет |
| | Итого | | | 32 | 0 | 54 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и исходные положения кинематики.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Описание движения точки в полярных координатах. Основные движения твердого тела. Плоское движение твердого тела. Сложное движение точки.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Решение типовых задач на закрепление основных понятий и исходных положений кинематики.

Тема 2. Основные понятия и исходные положения динамики.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Основные законы динамики материальной точки. Прямолинейное движение материальной точки. Прямолинейные колебания материальной точки. Относительное движение материальной точки. Центр масс. Материальная система. Теорема об изменении количества движения материальной системы. Теорема об изменении моментов количества движения материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.

лабораторная работа (15 часа(ов)):

Решение типовых задач на закрепление основных понятий и исходных положений динамики.

Тема 3. Основные законы гидромеханики.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Краткие сведения из математики и механики. Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды. Теорема Гаусса-Остроградского. Основные уравнения гидродинамики. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение теплопереноса. Начальные и граничные условия для уравнений термогидродинамики вязкой несжимаемой жидкости. Простейшие аналитические решения краевых задач гидродинамики и теплообмена. Альтернативные формулировки уравнений гидродинамики. Уравнения движения в форме Громеки - Ламба. Уравнение движения в форме переноса завихренности. Краевые задачи для уравнений в преобразованных переменных.

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Решение типовых задач на закрепление основных законов гидромеханики.

Тема 4. Частные формулировки уравнений термогидродинамики.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Установившееся (квазистационарное) движение. Гидростатика. Барометрическая формула. Модели атмосферы. Интеграл Бернулли. Гидравлика. Потенциальные течения. Интеграл Коши-Лагранжа. Ползучие вязкие течения. Гармонические функции. Примеры течений и обтекания тел. Уравнения пограничного слоя. Теория подобия и анализ размерностей. Тепловой пограничный слой. Математическое описание турбулентных течений. Уравнения Рейнольдса. Уравнения турбулентного теплопереноса.

лабораторная работа (15 часа(ов)):

Решение типовых задач на закрепление частных формулировок уравнений термогидродинамики.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-------|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Основные понятия и исходные положения кинематики. | 6 | 1-4 | подготовка домашнего задания | 10 | домашнее задание |
| | | | | подготовка к устному опросу | 4 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Основные понятия и исходные положения динамики. | 6 | 5-8 | подготовка домашнего задания | 11 | домашнее задание |
| | | | | подготовка к контрольной работе | 4 | контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Основные законы гидромеханики. | 6 | 9-12 | подготовка домашнего задания | 10 | домашнее задание |
| | | | | подготовка к устному опросу | 4 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Частные формулировки уравнений термогидродинамики. | 6 | 13-16 | подготовка домашнего задания | 11 | домашнее задание |
| | | | | подготовка к контрольной работе | 4 | контрольная работа |
| Итого | | | | | 58 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные занятия, семинары, контрольные работы, лабораторные работы, зачет. В течение семестра студентам читается теоретическая часть курса на лекционных занятиях, студенты выступают на семинарских занятиях, решают задачи, указанные преподавателем, выполняют лабораторные работы (в том числе с использованием портативного лабораторного оборудования для интерактивной демонстрации основных законов механики). В каждом семестре проводятся контрольные работы (на семинарских занятиях). В проведении ряда занятий принимают участие специалисты по прикладной теоретической и гидромеханике - представители российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные понятия и исходные положения кинематики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Для самостоятельного решения формулируются задачи по темам: - Описание движения точки в полярных координатах. - Плоское движение твердого тела. - Сложное движение точки.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются обзорные вопросы по основным принципам и определениям следующих разделов: - Основные движения твердого тела. - Плоское движение твердого тела. - Сложное движение точки.

Тема 2. Основные понятия и исходные положения динамики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Для самостоятельного решения формулируются задачи по темам: - Относительное движение материальной точки. - Центр масс. - Теорема об изменении количества движения материальной системы. - Теорема об изменении моментов количества движения материальной системы. - Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.

контрольная работа , примерные вопросы:

В каждом варианте контрольной работы формулируются задачи по темам: - центр масс; - теорема об изменении количества движения материальной системы; - теорема об изменении моментов количества движения материальной системы; - теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.

Тема 3. Основные законы гидромеханики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Для самостоятельного решения формулируются задачи по темам: - Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды. - Простейшие аналитические решения краевых задач гидродинамики и теплообмена.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются обзорные вопросы по основным принципам и определениям следующих разделов: - Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды. - Теорема Гаусса-Остроградского. - Уравнения Навье-Стокса. - Простейшие аналитические решения краевых задач гидродинамики и теплообмена. - Уравнения движения в форме Громеки ? Ламба. - Уравнение движения в форме переноса завихренности. - Краевые задачи для уравнений в преобразованных переменных.

Тема 4. Частные формулировки уравнений термогидродинамики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Для самостоятельного решения формулируются задачи по темам: - Установившееся движение. Гидростатика. - Интеграл Бернулли. Гидравлика. - Потенциальные течения. Гармонические функции. - Математическое описание турбулентных течений. Уравнения Рейнольдса.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Давление в самой глубокой точке океана составляет приблизительно 1100 атм. Определить плотность морской воды при таком давлении. 2. На переднюю часть погруженного в реку тела, находящегося на заданной глубине, действует известное максимальное избыточное давление. Определить скорость течения реки. 3. Определить число Рейнольдса движения топлива заданной вязкости по трубопроводу заданного диаметра при заданном расходе. 4. По горизонтальной трубе переменного сечения протекает жидкость заданной плотности и с заданным расходом. Определить пьезометрические высоты в трех заданных сечениях различных диаметров. Трением пренебречь. 5. Определить и отобразить на графике линии тока плоского течения и описать движение среды по заданному полю скоростей. 6. Определить температуру в паровом кotle при заданных коэффициентах объемного сжатия и температурного расширения, если плотность воды составляет ρ_0 при давлении P_0 . 7. В нерастяжимой оболочке метеозонда заданного объема, имеющей в нижней части небольшое отверстие, находится водород. На какую максимальную высоту поднимется зонд, если известно, что атмосферное давление уменьшается в 2 раза через каждые 5 км высоты?

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ. Итоговая оценка уровня подготовки студента по данной дисциплине производится на зачете.

Вопросы к зачету:

- Описание движения точки в полярных координатах.
- Плоское движение твердого тела.
- Сложное движение точки.
- Основные законы динамики материальной точки.
- Прямолинейное движение материальной точки.
- Прямолинейные колебания материальной точки.
- Относительное движение материальной точки.
- Центр масс.
- Теорема об изменении количества движения материальной системы.
- Теорема об изменении моментов количества движения материальной системы.
- Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.
- Уравнение неразрывности (закон сохранения массы)
- Динамический пограничный слой
- Закон Архимеда
- Ламинарные и турбулентные течения, уравнения Рейнольдса
- Понятия скаляра, функции и вектора, операции над векторами
- Течение вязкой жидкости в трубе
- Уравнения движения в форме Громеки - Ламба
- Использование интеграла Бернулли при решении задач гидравлики
- Понятия оператора, функционала и тензора, механический смысл тензора
- Равновесие идеального газа в поле силы тяжести, барометрическая формула, стандартная атмосфера, несжимаемая атмосфера
- Точки зрения Лагранжа и Эйлера на движение сплошной среды
- Движение шара в идеальной жидкости
- Уравнения движения (импульса)
- Осредненное уравнение конвективной теплопроводности
- Установившееся движение
- Обращение движения в задачах внешнего обтекания тел
- Уравнения Навье - Стокса для несжимаемой жидкости

- Вывод интеграла Коши - Лагранжа
- Субстанциональная производная
- Тепловой пограничный слой
- Гидростатика, закон Паскаля, гидростатическое давление у поверхности Земли
- Описание ползучих вязких течений, уравнения движения
- Завихренность
- Вывод интеграла Бернулли
- Краевые задачи для уравнений в преобразованных переменных
- Гидростатика, закон Паскаля, гидростатическое давление у поверхности Земли
- Модель пути смешения Прандтля, логарифмический профиль скорости

7.1. Основная литература:

- 1.Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки : учебник Издательство: Лань, 2009. - 480 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/32/>
- 2.Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 2: Динамика системы материальных точек : учебник Издательство: Лань, 2009. - 336 с. // <http://e.lanbook.com/view/book/33/>
- 3.Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учебник Издательство: Лань, 2012. - 448 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/2786/>
- 4.Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика: учебник Издательство: Лань, 2013. - 672 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/4551/>
- 5.Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. 2: Динамика: учебник Издательство: Лань, 2013. - 640 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/4552/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Курс теоретической механики: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям / А.А.Яблонский, В.М.Никифорова. - 9-е изд., стер.. - М.: Лань, 2004. - 764с.
- 2.Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. - 8-е изд., стер.- СПБ: Лань, 2008. - 720 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/1807>
3. Краткий курс теоретической механики: учебник для студентов втузов / С. М. Тарг. - Изд.14-е, стер.. - М.: Вышш.шк., 2004. - 415 с.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды: учебник для втузов. - Издание 4-е, исправленное и дополненное. - Москва: Наука, 1984. - 560 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Бесплатная электронная библиотека. Теоретическая механика - <http://by-chgu.ru/category/physics>

Библиотека. Гидромеханика - <http://theorphysics.info/load/23>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>

Реферативная база научной информации - <http://www.scopus.com/home.url>

Электронные ресурсы издательства "Springer" по естественным, точным, техническим, прикладным и социальным наукам - <http://link.springer.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретическая механика и гидромеханика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Электронно-библиотечная система "КнигаФонд"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 05.03.04 "Гидрометеорология" и специализации Метеорология .

Автор(ы):

Мазо А.Б. _____

Поташев К.А. _____

Тазюков Ф.Х. _____

"__" 201 __ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. _____

"__" 201 __ г.