

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан ММФ ТГУ
Л. В. Гензе

Оценочные материалы дисциплины

Гидромеханика

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :
Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и математического моделирования

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2023

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-2. Способен применять фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии, дифференциальных уравнений, теоретической механики как для использования в профессиональной деятельности, так и для консультирования.

ИОПК 1.1. Формулирует поставленную задачу, пользуется языком предметной области, обоснованно выбирает метод решения задачи

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИУК 1.1. Знает навыки работы с профессиональной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.

ИОПК 2.2. Знает основы выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.

ИПК 3.3. Владеет навыками фундаментальных знаний, полученными в области математических и (или) естественных наук.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, опроса обучающихся в ходе занятий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Обтекание цилиндра без циркуляции.
2. Теорема Жуковского о подъемной силе. Присоединенный вихрь Жуковского.
3. Формулы Чаплыгина-Блазиуса для R и L через параметры фиктивного течения.
4. Обтекание профилей с отрывом струй.
5. Примеры образования вихрей. Образование вихрей в воздушной атмосфере, окружающей землю. Морские течения.
6. Постановка задачи об отыскании одномерных течений вязкой жидкости.
7. Толщины вытеснения и толщины потери импульса.
8. Основная система уравнений гидромеханики.
9. Формулы Чаплыгина-Блазиуса для определения подъемной силы и момента, возникающих при обтекании произвольного профиля.
10. Связь между характерными величинами основного и преобразованного потока.
11. Основные уравнения теории вихрей. Теоремы Томсона, Лагранжа, Гельмгольца.
12. Образование вихрей в атмосфере вследствие вращения земли вокруг своей оси.
13. Две вихревые цепочки Кармана. Схема Кармана движения тела в жидкости с образованием вихрей. Вычисление лобового сопротивления по Карману.
14. Метод последовательных приближений (метод Швеца).
15. Явления переноса в турбулентном потоке. Полуэмпирические теории турбулентного течения.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Дифференцированный зачет в седьмом семестре проводится в форме двух теоретических вопросов в билете. Перечень вопросов в билетах:

Билет № 1. 1. Основная система уравнений гидромеханики. При каком условии получают уравнения Эйлера и выписать эти уравнения. 2. Подъемная сила.

Билет № 2. 1. Связь функции тока с потенциалом скорости. Комплексный потенциал, комплексная скорость. 2. Сохраняемость вихревых линий, теорема Томсона, теорема Гельмгольца. Образование вихрей, теорема В. Бьеркнеса.

Билет № 3. 1. Набор простейших течений: однородный поступательный поток, источник, точечный вихрь. Интенсивность источника, мощность вихря. Источник и сток равной интенсивности, диполь. 2. Примеры образования вихрей. Образование вихрей в воздушной атмосфере, окружающей землю. Морские течения.

Билет № 4. 1. Обтекание цилиндра без циркуляции. Парадокс Даламбера. 2. Образование вихрей в атмосфере вследствие вращения земли вокруг своей оси.

Билет № 5. 1. Обтекание однородным потоком круглого цилиндра с циркуляцией. Критические точки на поверхности цилиндра и вне его. 2. Определение поля скоростей по заданному вихрю и расхождению скорости.

Билет № 6. 1. Формулы Чаплыгина-Блазиуса для определения подъемной силы и момента, возникающих при обтекании произвольного профиля. 2. Поле скоростей, вызываемое изолированной вихревой нитью в несжимаемой идеальной жидкости. Формула Био-Савара.

Билет № 7. 1. Свойства линий тока в окрестности особых точек. 2. Течение вокруг одной прямолинейной вихревой нити.

Билет № 8. 1. Теорема Кутта-Жуковского о подъемной силе. Присоединенный вихрь Жуковского. 2. Течение от двух прямолинейных вихревых нитей.

Билет № 9. 1. Метод конформных отображений в гидромеханике. Формула для циркуляции Γ через параметры фиктивного течения. 2. Вихревой слой. Вихревая цепочка Кармана. Симметричное и несимметричное расположение вихрей.

Билет № 10. 1. Связь между комплексными скоростями действительного и фиктивного течения. 2. Две вихревые цепочки Кармана. Симметричное и несимметричное расположение вихрей

Билет № 11. 1. Постулат Чаплыгина-Жуковского для угловых точек профиля. 2. Некоторые понятия и уравнения теории пограничного слоя.

Билет № 12. 1. Формулы Чаплыгина-Блазиуса для R и L через параметры фиктивного течения. 2. Пограничный слой (ПС) в несжимаемой вязкой жидкости вдоль плоской пластины (задача Блазиуса)

Билет № 13 1. Безотрывное обтекание пластины. 2. Решение задачи Блазиуса.

Билет № 14. 1. Обтекание произвольного тонкого профиля под малым углом атаки. Метод Седова. 2. Метод последовательных приближений (метод Швеца).

Билет № 15. 1. Метод Глауэрта для решения задачи обтекания тонкого профиля произвольной формы под малым углом атаки. 2. Интегральные соотношения Кармана

Билет № 16 1. Обтекание профилей с отрывом струй. Кавитационное течение. Метод Кирхгоффа на примере обтекания пластинки перпендикулярно помещенной в потоке. 2. Толщины вытеснения и толщины потери импульса.

Билет № 17. 1. Вихревые движения идеальной жидкости. Теоремы Томсона. 2. Турбулентное движение вдоль безграничной пластины. Ламинарный подслой.

Билет № 18. 1. Теорема Гельмгольца. 2. Профили скоростей при турбулентном течении в круглой трубе.

Билет № 19. 1. Кавитационное симметричное обтекание пластины. 2. Законы сопротивления при турбулентном движении в трубах.

Билет № 20. 1. Метод Жуковского оценки суммарного действия потока на крыло. 2. Движение жидкости в шероховатых трубах.

Продолжительность дифференцированного зачета составляет 2 часа, в зависимости от количества сдающих зачет студентов.

При ответе на вопросы билета оценивается полнота и точность ответа, логичность и аргументированность изложения материала, умения использовать в ответе фактический материал. Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Дан правильный и развернутый ответ на вопрос. Студент четко и логично изложил свой ответ на поставленный в тесте вопрос – «отлично».

Дан правильный ответ на вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано – «хорошо».

В целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения – «удовлетворительно»

Дан неправильный ответ, однозначно неправильное понимание вопроса на зачете – «неудовлетворительно».

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Примеры теоретических вопросов:

1. Основные уравнения гидромеханики.

Ответ должен содержать знание закона сохранения массы, сил, действующих в жидкости, закон сохранения импульса и уравнение движения жидкости в напряжениях.

2. Плоское безвихревое движение несжимаемой жидкости.

Ответ должен содержать понятие применение комплексного переменного в гидромеханике, функция тока; связь функции тока с потенциалом скорости, обтекание круглого цилиндра без циркуляции и обтекание цилиндра с циркуляцией.

3. Плоская задача о движении тела в идеальной жидкости.

Ответ должен содержать знание подъемной силы, формулы Чаплыгина-Блазиуса, теоремы Кутта-Жуковского, метод Жуковского оценки суммарного действия потока на крыло.

4. Метод конформного отображения

Ответ должен содержать знание о применении метода конформных отображений в гидромеханике, связь между комплексными скоростями действительного и фиктивного течения, постулат Чаплыгина-Жуковского и формулу Чаплыгина-Блазиуса

5. Теория тонких профилей.

Ответ должен содержать знание о метода Седова (Серебрянского) или метода Глауэрта решения задачи обтекания тонкого профиля

6. Обтекание профилей с отрывом струй

Ответ должен содержать знание метода Кирхгофа, что такое кавитационное симметричное обтекание пластины.

7. Вихревые движения идеальной жидкости.

Ответ должен содержать знание теоремы Томсона, теорема Гельмгольца, как образуются вихри, образование вихрей в атмосфере, образование морских течений.

8. Определение поля скоростей по заданному полю вихрей и полю расхождения скорости.

Ответ должен содержать знание о вычислении вектора скорости по вихрю и полю расхождения скорости для бесконечного пространства.

9. Вихревые цепочки Кармана.

Ответ должен содержать знание об одной вихревая цепочка Кармана или двух вихревых цепочках.

10. Приближенное решение уравнения вязкой несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса ($Re \gg 1$) теория пограничного слоя

Ответ должен содержать знания об уравнениях теории пограничного слоя, о пограничном слое в вязкой несжимаемой жидкости вдоль плоской пластины, задачи Блазиуса, о толщине вытеснения и толщине потери импульса.

11. Турбулентное движение вдоль безграничной пластины и некоторые течения в трубах.

Ответ должен содержать знания о турбулентном движении вдоль безграничной пластины, о ламинарном подслое, о профиле скоростей при турбулентном течении в круглой трубе.

Информация о разработчиках

Якимов Анатолий Степанович, д.т.н., профессор, каф. физической и вычислительной механики ММФ, профессор кафедры.