|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Феноменологический метод изучения механики жидкости, его особенности. Понятие об элементарной жидкой частице.  2.Поперечное обтекание цилиндра идеальной жидкостью без циркуляции. Построить графики распределения скорости и давления по поверхности цилиндра. | | |
| 1. Феноменологический метод в изучении механики жидкости представляет собой подход, при котором исследование проводится на основе наблюдаемых явлений, не углубляясь в микроскопические или молекулярные процессы, происходящие внутри жидкости. Основной акцент делается на описании макроскопических свойств и закономерностей, таких как давление, скорость, температура и плотность, а также их изменение во времени и пространстве.  **Особенности феноменологического метода**  **Макроскопический подход**: исследуются свойства жидкости как сплошной среды, игнорируя атомистическую природу вещества. Жидкость рассматривается как континуум, то есть непрерывная среда.  **Использование обобщённых параметров**: вводятся средние параметры, такие как скорость потока, давление и плотность, которые описывают состояние жидкости в данной точке пространства.  **Уравнения состояния и движения**: основываются на фундаментальных законах физики (закон сохранения массы, закон сохранения импульса и закон сохранения энергии). Примером являются уравнения Навье-Стокса, описывающие движение вязкой жидкости.  **Эмпирическая проверка**: Теории и модели проверяются и уточняются на основе экспериментов и наблюдений.  **Элементарная жидкая частица**  В рамках феноменологического подхода вводится понятие **элементарной жидкой частицы**. Это не физическая частица в традиционном понимании (как молекула или атом), а математическая абстракция:  **Объемная частица**: Маленький, но конечный объем жидкости, в пределах которого свойства жидкости можно считать однородными. Размер этой частицы выбирается достаточно малым, чтобы учитывать локальные изменения, но достаточно большим, чтобы сгладить микроскопические флуктуации (например, тепловые колебания молекул).  **Свойства элемента**: Каждой элементарной частице приписываются параметры, такие как плотность, скорость и температура. Эти параметры зависят от времени и координат.  **Движение**: Элементарная частица движется вместе с потоком жидкости, и её параметры изменяются в соответствии с уравнениями движения жидкости.  **Преимущества феноменологического метода**  Позволяет описывать сложные потоки жидкости без необходимости учета микроскопических деталей.  Универсальность: применим как для вязких, так и для невязких жидкостей, как для сжимаемых, так и для несжимаемых.  Простота применения в инженерных задачах: Уравнения движения и состояния могут быть использованы для моделирования реальных процессов (например, течения воды в трубах, потоков в атмосфере и т. д.).  **Ограничения**  Не учитывает молекулярные эффекты, что может быть критично в некоторых задачах (например, для сверхтекучих жидкостей или в условиях микроскопических масштабов).  Требует введения эмпирических коэффициентов, таких как вязкость или теплопроводность, которые необходимо измерять экспериментально.  Феноменологический метод является основой классической гидродинамики и механики жидкости, что делает его ключевым инструментом для анализа и моделирования течений в природных и технических системах.  2.Рассмотрим задачу обтекания цилиндра потоком идеальной (невязкой, несжимаемой) жидкости без циркуляции. Используем **уравнения потенциального течения**, так как идеальная жидкость описывается потенциалом скорости и не содержит вязких эффектов. **Основные положения**  **Симметричное обтекание**: Поскольку отсутствует циркуляция, течение вокруг цилиндра симметрично относительно горизонтальной оси.  **Потенциальное течение**: Скорость жидкости описывается градиентом потенциала. Для цилиндра, находящегося в потоке с постоянной скоростью w, решение строится с использованием функции комплексного потенциала. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Поступательное, вращательное и деформационное движение жидкой частицы. Способы описания этих движений.  2.Абсолютное и относительное равновесие жидкости. Запись условий равновесия. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Характеристики течения в трубе: объёмный и массовый расход, средняя по сечению скорость. Способы их определения. Критерий режима течения - число Рейнольдса.  2.Модели идеальной и вязкой, сжимаемой и несжимаемой жидкостей. Когда их можно применять. Привести примеры записи уравнений в рамках этих моделей. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Коэффициенты гидравлического сопротивления при ламинарном и турбулентном течении в трубе, их зависимость от числа Рейнольдса (построить график).  2.Абсолютное равновесие жидкости в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Понятие об устойчивой и неустойчивой стратификации плотности. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Ламинарный и турбулентный режимы течения, их различия (на примере течения в трубе). Как определить режим течения?  2.Тензор напряжений поверхностных сил (в виде матрицы), физический смысл компонент. Особенности тензора в гидростатике. Закон Паскаля. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Тензор напряжений поверхностных сил, его основные свойства.  2.Решение методом суперпозиции задачи о поперечном обтекании цилиндра идеальной несжимаемой жидкостью. Распределение линий тока и эквипотенциальных линий. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Методы Лагранжа и Эйлера описания движения жидкости. Траектория и линия тока. Дифференциальные уравнения траектории и линии тока.  2.Система уравнений динамики жидкости (без вывода) – уравнение неразрывности, уравнение движения «напряжениях». Физический смысл слагаемых. Проблема незамкнутости системы уравнений и пути её преодоления. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Вращательное движение жидкой частицы. Угловая скорость вращения и ротор скорости, их связь с тензором «векторный градиент».  2.Движение идеальной сжимаемой жидкости. Критерий сжимаемости. Обобщенная теорема Бернулли (без доказательства). Параметры потока в точке полного торможения. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Деформационное движение жидкой частицы. Скорости линейной, объёмной деформации, деформации сдвига. Тензор скоростей деформации, его связь с тензором «векторный градиент».  2.Теорема Бернулли для случая течения идеальной несжимаемой жидкости в поле силы тяжести (с доказательством). Привести пример применения теоремы. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Условия однозначности в задачах течения идеальной жидкости. Начальные и граничные условия.  2.Теорема Бернулли для течения идеальной несжимаемой жидкости в поле силы тяжести (без доказательства). Пример применения теоремы - задача Торричелли. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Понятие об относительном движении в кинематике жидкости. Тензор «векторный градиент», его симметричная и антисимметричная части, какие движения они описывают.  2.Порядок расчёта гидравлического сопротивления участка трубы диаметра d длиной L, вдали от входа, при ламинарном или турбулентном течениях. Коэффициенты сопротивления, их зависимость от числа Рейнольдса. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Поступательное, вращательное и деформационное движение жидкой частицы, их описание. Первая теорема Гельмгольца.  2.Прибор для измерения скорости жидкости - трубка Пито. Преимущества и ограничения. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Вихревое движение жидкой частицы. Вихревые линии и трубки. Вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса.  2.Прибор для измерения расхода жидкости - труба Вентури. Преимущества и ограничения. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Вывести уравнение неразрывности. Различные формы записи. Физический смысл слагаемых. Частные случаи для стационарного течения, для несжимаемой жидкости.  2.Понятие идеальной жидкости. Вывод уравнения Эйлера. Начальные и граничные условия. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Уравнения неразрывности и движения «в напряжениях» (без вывода уравнений). Физический смысл уравнений. Проблема незамкнутости и пути её преодоления.  2.Плоское стационарное безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости. Дать определения, комментарии в виде нескольких формул или графиков. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Вывести уравнение движения «в напряжениях». Различные формы записи. Физический смысл слагаемых.  2.Поперечное обтекание круглого цилиндра с циркуляцией. Формула Жуковского о подъемной силе. Эффект Магнуса. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Вывести уравнение движения в форме Эйлера. Физический смысл слагаемых.  2.Распределение скорости и давления по поверхности цилиндра, поперечно обтекаемого идеальной жидкостью. Парадокс д’Аламбера. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Записать (без вывода) уравнение Эйлера в векторной, тензорной форме, в проекциях на оси декартовой системы координат. Физический смысл слагаемых.  2. Коэффициенты гидравлического сопротивления при ламинарном и турбулентном течении в трубе, их зависимость от числа Рейнольдса (построить график). | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Безвихревое движение жидкой частицы. Потенциал скорости. Свойства потенциального движения.  2.Эффект Магнуса, его физическая причина. Движение закрученного мяча. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20 | УТВЕРЖДАЮ  Зав. кафедрой  « » 20 г. |
|  | Кафедра **ИТФ** |
|  | Дисциплина **Физика специальная (МЖГ)** |
|  | Институт **ИТАЭ** |
| 1.Субстанциональная (полная) производная, её структура и физический смысл слагаемых. Различные формы записи для векторной и скалярной величины.  2.Вывести уравнение движения идеальной жидкости в форме  Громеки – Лэмба. Интеграл Бернулли, физический смысл слагаемых. | | |