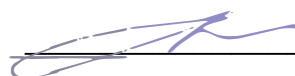


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Физико-механический институт

УТВЕРЖДАЮ

и.о. директора ФизМех

 А.В. Филимонов

«26» ноября 2024 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки/ образовательной программе**

03.04.01 «Прикладные математика и физика»

**03.04.01_02 Модели и высокопроизводительные вычисления в
физической гидрогазодинамике**

03.04.01_05 Инженерно-физические вычисления и машинное обучение

Санкт-Петербург
2024

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **03.03.01 «Прикладные математика и физика»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание, оценивается по стобалльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – 50 баллов (50%).

Руководитель ОП, к.ф.-м.н.



А.М. Левченя

Составители:

Профессор ВШПМиВФ, д.ф.-м.н., профессор



Е.М. Смирнов

Доцент ВШПМиВФ, к.т.н., доцент



В.А. Талалов

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом **ФизМех** (протокол № 08-24 от «26» ноября 2024 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

- 1.1. Высшая математика
- 1.2. Основы механики жидкости и газа.
- 1.3. Основы теплофизики.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Высшая математика

- 2.1.1. Комплексные числа.
- 2.1.2. Векторная алгебра и аналитическая геометрия.
- 2.1.3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной и его приложения.
- 2.1.4. Неопределенный интеграл.
- 2.1.5. Определенный и несобственные интегралы.
- 2.1.6. Линейная алгебра.
- 2.1.7. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.
- 2.1.8. Кратные и криволинейные интегралы.
- 2.1.9. Теория функций комплексного переменного.
- 2.1.10. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Литература для подготовки:

- 1. Аксенов А.П. Математика. Математический анализ. Ч. 1: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям / А. П. Аксенов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2009 (Санкт-Петербург, 2020). – Цифровая копия печатной публикации 2009 г.
<https://elib.spbstu.ru/dl/2/si20-88.pdf/info>
- 2. Аксенов А.П. Математика. Математический анализ. Ч. 2: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям / А. П. Аксенов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2009 (Санкт-Петербург, 2020). – Цифровая копия печатной публикации 2009 г.
<https://elib.spbstu.ru/dl/2/si20-108.pdf/info>
- 3. Аксенов А.П. Математика. Теория функций комплексной переменной: учебное пособие / А. П. Аксенов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург:

Изд-во СПбГПУ, 2004 (Санкт-Петербург, 2021). – Цифровая копия печатной публикации 2004 г.

<https://elib.spbstu.ru/dl/2/si21-198.pdf/info>

4. Фаддеев, Д.К. Лекции по алгебре: учебное пособие. 5-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2007. – 416 с.

2.2. Основы механики жидкости и газа

2.2.1. Кинематика жидкости и газа

Методы Эйлера и Лагранжа задания движения. Линии, поверхности, трубки тока. Квазитвердая и деформационная формы движения. Вихревые линии и трубки. Индивидуальная, локальная и конвективная производные по времени.

2.2.2. Законы сохранения массы, импульса и энергии

Уравнение неразрывности. Объемные и поверхностные силы. Тензор напряжений. Закон сохранения количества движения. Симметричность тензора напряжений. Закон сохранения полной энергии. Мощность внутренних сил.

2.2.3. Общие уравнения динамики идеальной (невязкой) текучей среды

Модель идеальной среды. Уравнения Эйлера. Теорема Бернулли. Уравнение баланса энергии для идеальной среды. Безвихревые движения идеальной среды. Потенциал скоростей. Теоремы Кельвина и Лагранжа. Условия существования безвихревых течений.

2.2.4. Основы газовой динамики

Скорость звука. Число Маха. Изэнтропические формулы. Одномерное течение газа по трубе переменного сечения. Истечение газа из резервуара в окружающее пространство. Сопло Лавалю. Газодинамические разрывы. Прямой скачок уплотнения.

2.2.5. Плоские движения идеальной несжимаемой жидкости

Потенциал скоростей и функция тока. Простейшие плоские потоки. Обтекание кругового цилиндра. Циркуляция вектора скорости по замкнутому контуру. Постулат Жуковского-Чаплыгина для определения циркуляции при обтекании аэродинамических профилей. Формула Жуковского для подъемной силы.

2.2.6. Основы динамики вязкой несжимаемой жидкости

Уравнения Навье-Стокса динамики несжимаемой вязкой жидкости. Начальные и граничные условия. Подобие потоков вязкой жидкости. Ламинарное установившееся движение по цилиндрической трубе. Закон сопротивления. Общие представления о динамическом (скоростном)

пограничном слое. Уравнения динамики пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Пограничный слой на продольно обтекаемой пластине. Интегральные толщины пограничного слоя.

2.2.7. Элементы теории турбулентного движения жидкости

Понятие турбулентного движения. Прямое численное моделирование турбулентных течений. Подход Рейнольдса для описания осредненного турбулентного движения. Уравнения Рейнольдса. Напряжения Рейнольдса. Коэффициент турбулентной вязкости.

Литература для подготовки:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа : Учеб. для вузов. 7-е изд. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов: [в 10 т.] М.: Наука, 1980-1987. Т. 6: Гидродинамика. – Изд. 3-е, перераб. – 1986. – 733 с. (Изд. 5-е, стер. – 2003. – 731 с.)
3. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука: Физматлит, 1974. – 711 с.

2.3. Основы теплофизики.

2.3.1. Основы термодинамики

Первое начало термодинамики. Теплосодержание. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая температура. Термодинамические потенциалы. Фазовые переходы и равновесие в гетерогенной системе. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Уравнение состояния идеального газа.

2.3.2. Теплопроводность и диффузия

Тепловой поток, его размерность. Формула Фурье для теплового потока. Коэффициент теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Стационарная теплопередача через плоскую стенку. Нестационарные задачи теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Температурное поле при наличии фазовых переходов (задача Стефана). Уравнение диффузии. Закон Фика. Коэффициент диффузии.

2.3.3. Теплообмен излучением

Основные понятия теории лучистого теплообмена. Законы Планка и Стефана-Больцмана. Теплообмен излучением между параллельными

поверхностями, разделенными прозрачной средой. Тепловые экраны. Угловые коэффициенты и их свойства.

2.3.4. Конвективный теплообмен

Уравнение конвективно-диффузионного переноса тепла в низкоскоростных потоках. Виды граничных условий. Параметры подобия вынужденной конвекции. Пристенный тепловой пограничный слой в несжимаемой жидкости: уравнения и граничные условия. Влияние числа Прандтля на отношение толщин динамического и теплового пограничных слоев. Теплоотдача на продольно обтекаемой пластине. Локальный и средний коэффициент теплоотдачи. Число Нуссельта. Теплообмен в трубе при ламинарном вынужденноконвективном течении однородной среды. Свободноконвективный пограничный слой на вертикальных поверхностях. Локальный и средний коэффициент теплоотдачи.

2.3.5. Теплообмен при фазовых переходах

Виды конденсации. Термическое сопротивление при конденсации. Задача Нуссельта о пленочной конденсации на вертикальной стенке. Теплоотдача при кипении в большом объеме. Кризисы теплоотдачи при кипении.

Литература для подготовки:

1. Базаров И.П. Термодинамика: учебник. Изд. 5-е, стер. – СПб.: Лань, 2010. – 375 с.
2. Барилевич В.А., Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена. СПб. 2010. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена [Электронный ресурс] : учеб. пособие. СПб, 2010.
<https://elib.spbstu.ru/dl/2/si20-409.pdf/info>
3. Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. – 562 с.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Физико-механический институт

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ А.М. Левченя

« ____ » _____ 20__ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки

03.04.01 «Прикладные математика и физика»

1. Интеграл (теорема) Бернулли не выполняется, если:
 - а) жидкость несжимаемая;
 - б) движение нестационарное;
 - в) движение изотермическое;
 - г) потенциальные силы отсутствуют.(Максимальный балл – 3)
2. Коэффициент теплоотдачи имеет размерность
 - а) $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$;
 - б) $\text{Вт}/(\text{м К})$;
 - в) $\text{Вт}/\text{м}^2$;
 - г) $\text{Вт}/\text{К}$.(Максимальный балл – 3)
3. Проиллюстрировать баланс сил, действующих на элемент вязкой жидкости при установившемся ламинарном движении по круглой трубе. Обосновать связь между коэффициентом сопротивления и коэффициентом трения на стенке трубы, вывести коэффициент пропорциональности.
(Максимальный балл – 8)
4. ...