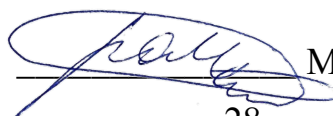


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Институт прикладной математики и механики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПММ



М.Е. Фролов

«28» октября 2020 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки**

03.04.01 «Прикладные математика и физика»

Санкт-Петербург
2020

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 и состоит из двух блоков:

- междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно (**максимальный балл – 60**);

- портфолио, требования к которому включается в программу вступительного испытания по соответствующей образовательной программе (**максимальный балл – 40**).

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **30 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 **ИПММ** (протокол № 06-20 от «27» октября 2020 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

- 1.1. Основы механики жидкости и газа.
- 1.2. Основы теплофизики.
- 1.3. Основы вычислительной гидродинамики

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Основы механики жидкости и газа

2.1.1. 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.

2.1.2. 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.

2.1.3. 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.

2.1.4. 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. Уравнения плоского безвихревого адиабатического движения идеального газа. Обтекание внешней части тупого угла сверхзвуковым потоком. Косой скачок уплотнения.

2.1.5. 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.

2.1.6. 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.

2.1.7. Элементы теории турбулентного движения жидкости

Понятие турбулентного движения. 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.

2.2. Основы теплофизики.

2.2.1. 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.

2.2.2. 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.

2.2.3. 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.

2.2.4. 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.

2.2.5. 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://elibr.spbstu.ru/dl/2/si20-409.pdf/info>
3. Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2011. – 562 с.

2.3. Основы вычислительной гидродинамики

2.3.1. Общие понятия теории разностных схем

Понятия сходимости, аппроксимации и устойчивости разностных схем. Теорема Лакса о сходимости. Метод конечных разностей. Примеры аппроксимации первой и второй производных. Область зависимости решения разностной задачи и область влияния. Явные схемы для модельных уравнений конвективного переноса и нестационарной теплопроводности/диффузии. Условие Куранта, Фридрихса и Леви устойчивости явной схемы. Консервативность (дивергентность) разностных схем. Неявные схемы для пространственно–одномерных задач. Метод прогонки. Схемная вязкость и ее влияние на численное решение.

2.3.2. Численные схемы для решения многомерных задач

Численное решение многомерных задач стационарной теплопроводности по методу конечных разностей. Прямые и итерационные методы решения дискретизированного уравнения Пуассона. Явные схемы для решения многомерного нестационарного уравнения теплопроводности. неявные схемы для решения многомерного нестационарного уравнения теплопроводности. Решение задач по методу установления. Методы расщепления для решения многомерных задач.

Литература для подготовки:

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики: Учеб. пособие. 2-е изд. – М.: Научный мир, 2003. – 315 с.
2. Колешко С.Б., Попов Ф.Д. Механика жидкости и газа. Разностные схемы: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 72 с.

([Электронный ресурс]:

<URL:https://aero.spbstu.ru/attachments/article/81/koleshko_mss_difference_schemes.pdf>).

<https://aero.spbstu.ru/study/textbooks>

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт прикладной математики и механики

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 – 2)
2. Коэффициент теплоотдачи имеет размерность
 - а) Вт/(м² К);
 - б) Вт/(м К);
 - в) Вт/м²;
 - г) Вт/К.(Максимальный балл – 2)
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 – 6)
4. ...

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРТФОЛИО ПОСТУПАЮЩЕГО

Портфолио предоставляется в полном объеме **не позднее чем за три рабочих дня** до междисциплинарного экзамена.

В портфолио указываются достижения поступающего в научной и образовательной областях, в интеллектуальных и (или) творческих конкурсах, соответствующие образовательной (ым) программе (ам) направления подготовки **03.04.01 «Прикладные математика и физика»**.

Документы, подтверждающие достижения поступающего предоставляются в виде электронного образа документа в формате PDF (Portable Document Files). Электронный образ документа должен обеспечивать визуальную идентичность его бумажному оригиналу в масштабе 1:1.

Качество представленных электронных образов документов должно позволить в полном объеме прочитать текст документа. Если бумажный документ состоит из двух или более листов, электронный образ такого бумажного документа формируется в виде одного файла.

Электронные образы документов, подтверждающие достижения поступающего, располагаются в строгом соответствии с порядковым номером данного достижения в таблице.

№	Наименование достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов
1	Мотивационное письмо, включая резюме об учебной, научной, профессиональной деятельности	Мотивационное письмо	до 5 баллов
2	Статьи, индексируемые в Scopus (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://www.scopus.com	6
3	Статьи, индексируемые в РИНЦ (количество статей суммируется)	ссылка на публикацию на сайте https://elibrary.ru/	3
4	Наличие статуса победителя или призера (личное или командное первенство) международных студенческих олимпиад (физика, математика, механика, информатика)	диплом победителя (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команд)	8
5	Наличие статуса победителя или призера (личное или командное первенство) всероссийских или региональных студенческих олимпиад (физика, математика, механика, информатика)	диплом призера (в случае командного первенства в дипломе должны быть перечислены все участники команды)	4

6	Наличие статуса победителя Школы магистров СПбПУ	диплом победителя	3
7	Сертификат, подтверждающий владение иностранным языком уровня В2 и выше	сертификат	4
8	Сертификат, подтверждающий владение иностранным языком уровня В1	сертификат	2
9	Прохождение международных стажировок, включая обучение по программам обмена (за каждую стажировку)	документ о прохождении стажировки	8
10	Личное участие в международной научной конференции с докладом (за каждую конференцию)	сертификат участника, программа конференции (или ссылка на программу на сайте)	8
11	Личное участие во всероссийской научной конференции с докладом (за каждую конференцию)	сертификат участника, программа конференции (или ссылка на программу на сайте)	4

Для сканирования документов необходимо использовать режим сканирования с разрешением 150 точек на дюйм или выше. Не допускается представление нечитаемых отсканированных изображений документов, а также изображений, содержащих потери значимых частей документа (текстовые области, подписи, отиски печатей и т.д.).

Сумма баллов, начисленных поступающему за портфолио, не может быть более 40 баллов.

В случае предоставления недостоверной информации и/или работы, содержащей неправомерные заимствования (плагиат), либо работы, выполненные иным лицом, поступающий несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. При этом в случае установления данных фактов, приемная комиссия вправе выставить поступающему низший балл за портфолио – 0 (ноль) баллов.

Баллы, начисленные за портфолио, включаются в сумму баллов вступительного испытания.

После проведения междисциплинарного экзамена абитуриента информируют о результатах междисциплинарного экзамена и баллах, набранных за портфолио. Итоговая сумма вступительного испытания не может превышать 100 баллов.

В случае несогласия с результатом вступительного испытания абитуриент подает апелляцию на вступительное испытание, в т.ч. на результат междисциплинарного экзамена и/или оценку баллов за портфолио.