

УТВЕРЖДАЮ:

Председатель приемной комиссии,
ректор



С.М. Косенок

«17» января 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

1. Естественные науки

Шифр и наименование области науки

1.1. Математика и механика

Шифр и наименование группы научных специальностей

Физико-математические

Наименование отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени

Очная

Форма обучения

Составитель программы:

Ельников А.В., д-р физ.-мат. наук, ст.н.с.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры экспериментальной физики 10 декабря 2024 года, протокол № 03/52.

Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук, ст.н.с. Ельников А.В.

Содержание

1. Общие положения	3
2. Особенности проведения вступительного испытания в форме собеседования по научной специальности.....	3
3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена по специальной дисциплине.....	3
4. Содержание программы	6
5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям.....	8
6. Рекомендованная литература	9
Приложение	12

1. Общие положения

Вступительные испытания на группы научных специальностей по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программы аспирантуры) проводятся с целью определения уровня теоретической подготовки и выявления склонности поступающего к научно-исследовательской деятельности.

Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, особенности проведения вступительных испытаний в форме собеседования и в форме устного экзамена, перечень вопросов для подготовки к экзамену, критерии оценки ответов поступающих, а также рекомендуемую литературу для подготовки.

Программы вступительных испытаний формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, принятыми Ученым советом СурГУ, утвержденными ректором СурГУ и действующими на текущий год поступления в аспирантуру.

Вступительные испытания в аспирантуру СурГУ проводятся на русском языке.

Для приема вступительных испытаний на группы научных специальностей по программам аспирантуры по каждой группе формируются экзаменационные и апелляционные комиссии.

Вступительные испытания проводятся экзаменационной комиссией в соответствии с утвержденным расписанием.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается.

Поступающие сдают следующие вступительные испытания по дисциплине, соответствующей группе научных специальностей программы аспирантуры в соответствии с СТО-2.5.5 «Положение о вступительных испытаниях», в следующих формах:

- собеседование по научной специальности;
- устный экзамен по специальной дисциплине. – устный экзамен.

2. Особенности проведения вступительного испытания в форме собеседования по научной специальности

Собеседование по научной специальности проводится с поступающими, которые обязательно предоставляют экзаменационной комиссии непосредственно на вступительное испытание мотивационное письмо по форме, представленной в Приложении.

Мотивационное письмо содержит следующие обязательные структурные элементы:

1. Обоснование выбора научной специальности.
2. Цели подготовки и защиты кандидатской диссертации по выбранной научной специальности.
3. Научный задел по теме предполагаемого диссертационного исследования (с приложением артефактов по желанию поступающего – научных статей, апробации результатов научных исследований и т.п.).
4. Мотивация к проведению самостоятельных научных исследований.

Результат вступительного испытания в форме собеседования по научной специальности оценивается по 50-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме *собеседования по научной специальности*, составляет 17 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- от 0 до 16 (шестнадцать) баллов – мотивационное письмо представлено, но не содержит все обязательные элементы. Подготовленность поступающего в аспирантуру низко оценена комиссией. Научный задел по предполагаемой теме диссертации в рамках выбранной научной специальности отсутствует. В ходе собеседования установлены: низкая или отсутствующая мотивация поступающего к подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в период освоения программы аспирантуры;

- от 17 (семнадцать) до 33 (тридцать три) баллов – мотивационное письмо содержит все обязательные элементы. Поступающий имеет научный задел по предполагаемой теме диссертационного исследования в рамках выбранной научной специальности, что подтверждается его научными публикациями или иными представленными артефактами. В ходе собеседования установлены: высокая степень подготовленности к проведению самостоятельных научных исследований, мотивированности поступающего к подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в период освоения программы аспирантуры.

- от 34 (тридцать четыре) до 50 (пятьдесят) баллов – мотивационное письмо содержит все обязательные элементы, каждый из которых развернуто и обоснованно раскрыт поступающим. Подготовленность поступающего в аспирантуру высоко оценена комиссией (в том числе на основании анализа представленных научных статей или иных индивидуальных достижений) по выбранной научной специальности. В ходе собеседования установлены: высокая степень мотивированности поступающего к подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в период освоения программы аспирантуры; наличие научного задела по теме планируемого исследования; способность участия в грантовой работе, в коллективных исследовательских проектах.

3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена по специальной дисциплине

Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме устного экзамена в соответствии с содержанием программы и перечнем вопросов, установленных программой вступительных испытаний.

В начале проведения вступительного испытания в форме устного экзамена по дисциплине, соответствующей научной специальности, организаторами выдаются поступающим экзаменационные билеты и листы для ответов.

Экзаменационный билет включает 3 вопроса, 1 и 2 из которых – из перечня вопросов для подготовки (п. 5 данной программы), 3 – по теме предполагаемого диссертационного исследования.

Для подготовки к ответу по билету отводится не менее 60 (шестидесяти) минут.

На собеседование по билету с одним поступающим отводится не более 30 (тридцати) минут, в течение которых поступающему членами комиссии могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительных испытаний.

Результаты вступительного испытания в форме *устного экзамена по специальной дисциплине* оцениваются по 50-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме устного экзамена по специальной дисциплине, составляет 13 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- от 0 до 12 (двенадцать) – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета не раскрыто, поступающий показал фрагментарные знания (или их отсутствие); ответы на дополнительные вопросы комиссии не получены; поступающим допускаются грубые языковые (фонетические, лексические, грамматические, стилистические) ошибки в речи;

- от 13 (тринадцать) до 25 (двадцать пять) баллов – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета раскрыто частично; поступающий обладает знаниями только основного материала; нарушена логика построения ответа, выводы и обобщения не обоснованы; ответы на дополнительные вопросы комиссии даны не полностью;

- от 26 (двадцать шесть) до 38 (тридцать восемь) баллов – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета раскрыто; поступающий знает и владеет теоретико-методическим аппаратом, но содержатся отдельные пробелы; ответ построен логично, выводы и обобщения обоснованы; даны развернутые ответы на дополнительные вопросы;

- от 39 (тридцать девять) до 50 (пятьдесят) баллов – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета изложено полно; поступающий демонстрирует глубокие знания и владение теоретико-методическим материалом; ответ построен логично, в нем присутствуют обоснованные выводы и обобщения; даны развернутые и обоснованные ответы на дополнительные вопросы.

4. Содержание программы

Вводные положения

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований

Кинематика сплошных сред

Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, циркуляция вектора скорости, установившееся и неустановившееся движение среды. Кинематические свойства вихрей.

Основные понятия и уравнения динамики и термодинамики

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потoki диффузии.

Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

Модели жидких и газообразных сред

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Уравнение Эйлера в форме Ламба-Громека. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы

Поверхности слабых и сильных разрывов. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

Гидростатика

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

Движение идеальной несжимаемой жидкости

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Движение сферы в идеальной жидкости. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Вихревое движение в идеальной жидкости. Вихревая трубка и напряженность вихря. Теоремы Гельмгольца.

Движение жидкости и газа в пористой среде.

Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.

Движение идеальной сжимаемой жидкости. Газовая динамика.

Уравнение неразрывности для сжимаемой жидкости. Уравнения Эйлера и уравнения Бернулли для сжимаемой жидкости при адиабатическом процессе. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Распространение возмущений давления и плотности. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля. Истечение сжатого газа из сопла. Распределение давления при взрыве сферического заряда под водой. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование. Задача о структуре сильного разрыва. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля-Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.

Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Устойчивость стационарного движения вязкой среды. Задача Релея: устойчивость движения среды между двумя вращающимися коаксиальными цилиндрами. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря. Ламинарный пограничный слой. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Турбулентность. Математическое описание турбулентного движения. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Теория Прандтля. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности

Физическое подобие, моделирование

Методы подобия. Физическое моделирование и теория подобия. Геометрическое подобие, кинематическое подобие, динамическое подобие. Критерии динамического подобия. Критерии подобия при течении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение движения в критериальной форме. Основные принципы анализа размерностей. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям

1. Кинематика сплошной среды: компоненты ускорения частицы среды, дифференциальные уравнения линий тока.
2. Лагранжевы и эйлеровы координаты и алгоритмы перехода от одних к другим.
3. Потенциальное течение, потенциал скорости, ротор скорости.
4. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности.
5. Деформация малого объема среды. Тензор деформации.
6. Тензор скоростей деформации. Теорема Коши-Гельмгольца.
7. Объемные и поверхностные силы. Уравнение количества движения для конечного объема сплошной среды.
8. Гидростатика
9. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости.
10. Уравнения Эйлера и уравнения Эйлера в форме Ламба-Громека.
11. Элементарная теория сопла Лавала. Истечение сжатого газа из сопла.

12. Тензор напряжения.
13. Уравнения моментов импульса.
14. Уравнение Навье-Стокса движения вязкой жидкости.
15. Уравнение Навье-Стокса в цилиндрической системе координат. Течение в трубе.
16. Ламинарный пограничный слой.
17. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
18. Уравнения пограничного слоя
19. Уравнение Бернулли.
20. Интеграл Коши-Лагранжа.
21. Задача Релея: устойчивость движения среды между двумя вращающимися коаксиальными цилиндрами
22. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа.
23. Приведение уравнений динамики к безразмерному виду.
24. Критерии подобия при течении вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение движения в критериальной форме.
25. Определяющие параметры явлений. π - теорема.
26. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости.. Движение сферы в идеальной жидкости. Плоские движения идеальной жидкости.
27. Дифференциальное уравнение свободной конвекции.
28. Теплопроводность в несжимаемой жидкости. Уравнение энергии.
29. Теплопередача в пограничном слое. Нагревание тела в движущейся жидкости.
30. Подобие в явлениях теплообмена.
31. Звуковые волны. Волновое уравнение.
32. Решение Даламбера волнового уравнения. Скорость звука.
33. Монохроматические волны.
34. Поток энергии в движущейся жидкости.
35. Поток импульса в среде.
36. Явления переноса. Законы Фика.
37. Энергия и импульс звуковых волн.
38. Общие вопросы газодинамики. Конус Маха, число Маха.
39. Стационарный поток сжимаемого газа.
40. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля.
41. Турбулентность. Математическое описание турбулентного движения. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса.
42. Поверхности разрыва.
43. Ударная адиабата.
44. Ударные волны слабой интенсивности.
45. Гидродинамика горения.
46. Стационарная теория теплового взрыва. Теория Семенова Н.Н.. Решение уравнения теплового взрыва для плоского, цилиндрического и сферического реакционного сосудов.
47. Диффузионное горение газов. Теория Бурке-Шумана.

48. Горение заранее перемешанных горючих газовых смесей. Пределы воспламенения.
49. Нормальное распространение фронта пламени.
50. Диффузионно-тепловая устойчивость волны дефлаграции.

6. Рекомендованная литература

а) основная литература:

1. Ландау, Л. Д. Гидродинамика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского. 5-е изд., стер. М. : Физматлит, 2001. 731 с. : ил. (Теоретическая физика : В 10 томах ; Т. 6).
2. Людвиг, Прандтль Гидроаэромеханика / Прандтль Людвиг ; перевод Г. А. Вольперт. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 572 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/92037.html>
3. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа : учебник / Л. Г. Лойцянский. 7-е изд., испр. М. : Дрофа, 2003. 840 с.
4. Климов, Д. М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения : учебное пособие для вузов / Д. М. Климов, А. Г. Петров, Д. В. Георгиевский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 394 с. URL: <https://urait.ru/bcode/540818>
5. Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Моргунов К. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2023. 208 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/332123>.
6. Давыдов, А. П. Основы механики жидкости и газа (Современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов) : монография / А. П. Давыдов, М. А. Валиуллин, О. Р. Каратаев ; под редакцией Л. Г. Шевчук. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 109 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/63753.html>
7. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 368 с. — URL: <https://urait.ru/bcode/537728>

б) дополнительная литература:

1. Емельянов, В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 162 с. URL: <https://urait.ru/bcode/539122>
2. Климов, Д. М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения : учебное пособие для вузов / Д. М. Климов, А. Г. Петров, Д. В. Георгиевский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 394 с. URL: <https://urait.ru/bcode/540818>
3. Доманский, И. В. Механика жидкости и газа / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 140 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/277058>
4. Черняк, В.Г. Механика сплошных сред : учебное пособие / Черняк В.Г. ; Суетин П.Е. Москва : Физматлит, 2006. 352 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922107143.html>.

5. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/2098199>.
Победря, Б. Е. Основы механики сплошной среды : курс лекций : учебное пособие / Б. Е. Победря, Д. В. Георгиевский. М. : Физматлит, 2006. 272 с.
6. Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа : учебное пособие для вузов / Моргунов К. П. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2023. 208 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/332123>.

Форма мотивационного письма поступающего в аспирантуру

Фамилия, имя, отчество

Сведения о полученном высшем образовании

Сведения об опыте работы (при наличии)

Список научных публикаций (при наличии)

1. ...

2. ...

...

Сведения об участии в научных конференциях или иных мероприятиях с указанием формы участия (при наличии)

Сведения об участии в исследовательских проектах (при наличии)

Сведения о получении научных грантов (при наличии)

Иные сведения на усмотрение абитуриента (при наличии)

Обоснование выбора научной специальности

Цели подготовки и защиты кандидатской диссертации по выбранной научной специальности

Научный задел по теме предполагаемого диссертационного исследования

Мотивация к проведению самостоятельных научных исследований