

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФТФ _____ Рыжих Ю.Н.
технический факультет _____ 2025г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине,
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Авторы-разработчики:

Шрагер Геннадий Рафаилович, д.ф.-м.н., профессор кафедры автоматизации технических процессов;

Шеремет Михаил Александрович, д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой.

Согласовано:

Руководитель ОП



Г.Р. Шрагер

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (далее – Программа) сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена:

Билет вступительного испытания включает два вопроса. Вопросы являются теоретическими и требуют обстоятельного ответа с доказательством всех необходимых утверждений и определением всех необходимых понятий.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционной формы проведения экзамена используются платформа «Среда электронного обучения iDO» и программы для организации видеоконференций: Adobe Connect и другие. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом экзамена при помощи веб-камеры поступающего, проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (поступающий показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзамена, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Примерный перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и формирования билетов:

Общие сведения. Введение. История развития механики жидкости и газа. Линия тока. Поток вектора скорости через поверхность. Дивергенция. Циркуляция. Вихрь. Теорема Стокса.

Кинематика жидкой среды. Гипотеза сплошности среды. Переменные Лагранжа и Эйлера. Деформация жидкой частицы. Ускорение жидкой частицы. Теорема Кельвина. Кинематические характеристики безвихревого и вихревого движений. Уравнение неразрывности.

Основные сведения термодинамики. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Уравнение состояния.

Основные уравнения динамики идеальной жидкости. Массовые и поверхностные силы. Уравнения движения идеальной жидкости. Общая постановка задач динамики идеальной жидкости. Случай несжимаемой жидкости. Случай сжимаемой жидкости. Начальные и граничные условия. Некоторые сведения из классической термодинамики. Закон сохранения энергии в потоке идеальной жидкости.

Гидростатика. Уравнения равновесия. Равновесие в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Устойчивость равновесия в поле силы тяжести.

Движение идеальной жидкости. Установившееся движение. Интеграл Бернулли. Безвихревое движение. Интеграл Коши-Лагранжа. Действие мгновенных сил. Плоское безвихревое движение. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Источники и стоки. Поля течений, получаемые при специальном выборе комплексного потенциала. Обтекание угла. Бесциркуляционное и циркуляционное обтекание цилиндра. Вихревые движения идеальной жидкости. Теорема Томсона. Теорема Лагранжа. Теорема Гельмгольца. Уравнения Фридмана. Уравнения Гельмгольца. Образование вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Движение вязкой жидкости. Понятие вязкой жидкости. Тензор скоростей деформаций. Тензор напряжений. Обобщенный закон Ньютона. Уравнения движения вязкой жидкости. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии. Обобщение уравнения Гельмгольца. Закон подобия. Критерии подобия. Одномерное течение между параллельными плоскостями. Течение Пуазейля. Течения при малых числах Рейнольдса. Течение в каналах слабо изменяющейся формы. Теория смазки. Обтекание твердой сферы. Парадокс Уайтхеда. Приближение Озеена. Изменения картины обтекания тел при возрастании числа Рейнольдса. Гипотеза пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Неньютоновские жидкости. Степенная жидкость. Вязкопластичная жидкость. Уравнения динамики неньютоновских сред.

Конвективная диффузия в жидкостях. Общие сведения о диффузионной кинетике в жидкостях. Теория Нернста. Теория Лангмюра. Уравнение конвективной диффузии в жидкостях. Граничные условия. Диффузионный пограничный слой. Сведение уравнения диффузии к уравнению типа уравнения теплопроводности. Диффузия к падающей твердой частице. Аналогия между диффузией и поверхностным трением. Моделирование гетерогенных химических реакций. Диффузионный критерий Нуссельта. Диффузия в ламинарном потоке жидкости в трубе.

Капиллярное движение. Поверхностный слой. Условие равновесие между двумя жидкими фазами. Капиллярное движение. Граничные условия на поверхности раздела двух жидкостей. Движение жидкости в капилляре. Термокапиллярное движение. Влияние поверхностно-активных веществ на движение жидкости.

Рекомендуемая литература:

Основная

1. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика. Часть 1 / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. – М.: Физматлит, 1963. – 584 с.
2. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика. Часть 2 / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе. – М.: Физматгиз, 1963. – 728 с.
3. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том VI. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. – М.: Физматлит, 2001. – 736 с.

4. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1 / Л.И. Седов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 528 с.
5. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 2 / Л.И. Седов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 560 с.
6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
7. Липанов А.М. Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред / А.М. Липанов. – М.: Наука, 2011. – 552 с.
8. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика / В.Г. Левич. – М.: Физматгиз, 1959. – 700 с.
9. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д.А. Франк-Каменецкий. – М.: Наука, 1987. – 502 с.
10. Базаров И.П. Термодинамика / И.П. Базаров. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 384 с.
11. Ерёмин Е.Н. Основы химической термодинамики / Е.Н. Ерёмин. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1978 г. – 391 с.

Дополнительная

1. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости / Дж. Бэтчелор. – М.: Изд-во «Мир», 1973. – 760 с.
2. Хаппель Дж. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Дж. Хаппель, Г. Бреннер. – М.: Изд-во «Мир», 1976. – 630 с.
3. Ламб Г. Гидродинамика. Том 1 / Г. Ламб. – Ижевск: R&C Dynamics, 2003. – 452 с.
4. Ламб Г. Гидродинамика. Том 2 / Г. Ламб. – Ижевск: R&C Dynamics, 2004. – 482 с.
5. Кутепов А.М. Химическая гидродинамика / А.М. Кутепов, А.Д. Полянин, А.Д. Запрянов, А.Д. Вязьмин, Д.А. Казенин. – М.: Изд-во «Квантум», 1996. – 336 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. Журнал «Механика жидкости и газа» [Электронный ресурс] / URL: <http://mzg.ipmnet.ru/ru/Issues.php>.
2. Журнал «Вестник Томского государственного университета. Математика и механика» [Электронный ресурс] / URL: <http://journals.tsu.ru/mathematics/>

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	<i>Отсутствие необходимых знаний, отрывочный, поверхностный ответ.</i>
удовлетворительно	60-75	<i>Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.</i>
хорошо	76-84	<i>Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.</i>
отлично	85-100	<i>Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений.</i>

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.