

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра аэрофизики и газовой динамики



Согласовано, декан ФФ

Бондарь А.Е.

подпись

«07» 10

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 2, семестр 3-4

профиль

Механика жидкости, газа и плазмы

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

к.ф.-м.н. А.С. Верещагин

Заведующий кафедрой АФГД ФФ

д.ф.-м.н., академик РАН В.М. Фомин

Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов».....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы.....	10
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.....	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	12

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Механика жидкости, газа и плазмы**

»

Дисциплина «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Механика жидкости, газа и плазмы» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Механика жидкости, газа и плазмы», а также может быть реализована как дисциплина по выбору в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Цели дисциплины – углубленное изучение теоретических вопросов современной аэрогидродинамики, развитие практических навыков решения задач в данной области, навыков применения физических методов для исследования физических процессов в аэрогидродинамических процессах. В ходе изучения дисциплины у аспирантов формируются представления о современном состоянии теоретической аэрогидродинамики, об основных идеях и достижениях в этой области.

Перечень основных разделов дисциплины: основные принципы и законы МСС, введение в неравновесную газодинамику, введение в механику гетерогенных сред, моделирование течений идеальной и вязкой жидкости.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 часов).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Механика жидкости, газа и плазмы» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Механика жидкости, газа и плазмы» а также может быть реализована как дисциплина по выбору в третьем и четвертом семестрах в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Цели дисциплины – углубленное изучение теоретических вопросов современной аэрогидродинамики, развитие практических навыков решения задач в данной области, навыков применения физических методов для исследования физических процессов в аэрогидродинамических процессах. В ходе изучения дисциплины у аспирантов формируются представления о современном состоянии теоретической аэрогидродинамики, об основных идеях и достижениях в этой области.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 часов)

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов:

Кандидатский экзамен по модулю Механика жидкости, газа и плазмы.

Каеидатский экзамен по модулю Теплофизика и теоретическая теплотехника.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий	Самостоятельная работа, не включая период сессии		Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	108	32	6		8	60			2		
4	72	32	6		8	24			2		
ИТОГО	180	64	12		16	84			4		
Всего 180 часов /5 зачетных единиц											
из них: - контактная работа 96 часов; - в интерактивных формах 28 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем / Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3 семестр										
1.	Основные понятия механики сплошных сред	1-4	16	8			8			
2.	Элементы тензорного исчисления.	5-8	14	6			8			
3.	Тензоры деформаций, тензор скоростей деформаций, силы, действующие на сплошную среду, тензор напряжений.	9-11	14	6			8			
4.	Законы сохранения в механике сплошной среды, основные модели и общие теоремы.	12-13	14	6			8			
5.	Плоские потенциальные течения идеальной жидкости.	14-16	14	6			8			
6.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	34		6	8	20			
7.	Зачет	17	2							2
8.	Всего по семестру		108	32	6	8	60			2
4 семестр										
1.	Газовая динамика.	1-4	11	8			3			
2.	Вихревое движение идеальной жидкости.	5-8	9	6			3			
3.	Вязкая жидкость.	9-11	9	6			3			

4.	Пограничный слой.	12-13	9	6			3			
5.	Турбулентность	14-16	9	6			3			
6.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	22		6	8	8			
7.	Зачет	17	2							2
8.	Всего по семестру		72	32	6	8	24			2
9.	Итого		180	64	12	16	84			4

Программа курса по разделам и темам

3 семестр

1. Основные понятия механики сплошных сред

Предмет механики сплошных сред. Основные гипотезы механики сплошных сред. Понятие материальной точки. Лагранжево и эйлерово описание сплошной среды. Траектория, скорость, ускорение. Стационарное нестационарное течение. Линии тока поля скорости.

2. Элементы тензорного исчисления.

Аффинный ортогональный тензор второго ранга. Криволинейные системы координат. Скаляр. Вектор. Ковариантность и контравариантность. Тензор. Тензорная алгебра. Произведение тензоров. Сокращение индексов. Теоремы о тензорах. Фундаментальный квадратичная форма и тензор. Метрика. Скалярное произведение векторов.

3. Тензоры деформаций, тензор скоростей деформаций, силы, действующие на сплошную среду, тензор напряжений

Движение сплошной среды. Сопутствующий базис. Метрический тензор. Нелинейный тензор деформации. Геометрическая интерпретация компонент тензора деформаций. Главные деформации и инварианты. Связь между относительным изменением объёма и инвариантами тензора деформаций. Вектор перемещений. Связь вектора перемещений, метрического тензора и тензора деформаций. Тензор скоростей деформации. Распределение скоростей в бесконечно малой частице. Теорема Коши-Гельмгольца. Свойства компонентов, главные значения и собственные векторы тензора скоростей деформации. Объёмные и массовые силы. Поверхностные силы. Тензор напряжения Коши. Разложение напряжения на составляющие. Главные напряжения и оси тензора напряжения.

4. Законы сохранения в механике сплошной среды, основные модели и общие теоремы

Траектория движения сплошной среды. Формула Эйлера. Законы сохранения параметров сплошной среды в интегральной и дифференциальной форме. Жидкость, газ, твёрдое тело основные отличия. Идеальные, не идеальные и линейные и нелинейные среды. Модели идеальной несжимаемой жидкости, идеального политропного нетеплопроводного газа, вязкой несжимаемой жидкости, вязкого сжимаемого теплопроводного газа. Обобщённые движения сплошной среды. Соотношения на сильном скачке. Классификация сильных разрывов. Соотношение для ударных волн. Баротропные течения. Функция

давления. Форма Громеки-Ламба для уравнения движения. Уравнения динамической возможности движения. Интегралы Бернулли и Коши и условия их существования. Кинетическая энергия безвихревого течения. Теорема Томсона. Вихревые течения. Вихревые линия, трубка. Теорема о циркуляции вектора вихря. Теорема о производной циркуляции скорости. Теорема Томсона. Теорема Лагранжа. Первая и вторая теоремы Гельмгольца.

5. Плоские потенциальные течения идеальной жидкости

Определение плоского течения. Функция тока и её свойства. Связь потенциала и функции тока. Комплексный потенциал и его свойства. Простейшие течения. Обтекание абсолютно твёрдого тела. Задание граничных условий. Формулы Блазиуса-Чаплыгина. Формулы Кутта-Жуковского.

4 семестр

1. Газовая динамика

Инварианты Римана, Получение и интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений вдоль соответствующих характеристик. Решение задачи о волне разрежения при распаде разрыва.

2. Вихревое движение идеальной жидкости.

Теоремы Томсона, Лагранжа, Гельмгольца. Уравнения Фридмана. Числа Рейнольдса, Стокса, Маха, Фруда, Кнудсена. Моделирование и безразмерные переменные. Пи-теорема.

3. Вязкая жидкость

Уравнения движения вязкой жидкости. Запись в криволинейной системе координат, цилиндрической и сферической. Уравнения Навье – Стокса. Точные решения при малых числах Рейнольдса: – Движение шара в неограниченной жидкости, сила действующая на шар, – Течение Пуазейля, Коэффициент сопротивления трубы, – Течение Куэтта.

4. Пограничный слой

Теория пограничного слоя (П-слоя). Основные уравнения. Задача Блазиуса. Сопротивление трения. Толщина П - слоя, вытеснения.

5. Турбулентность

Турбулентные течения. Некоторые понятия устойчивости ламинарных течений. Задача на собственные значения.

Примерные темы докладов.

1. Криволинейные системы координат.
2. Эйлерово и лагранжево описание сплошной среды. Тензоры деформации
3. Поверхностные силы
4. Основные уравнения движения сплошной среды
5. Плоские потенциальные течения идеальной жидкости.
6. Осесимметричные и пространственные течения идеальной жидкости.

7. Нестационарное движение твердого тела в идеальной жидкости.
8. Стационарное движение вязкой несжимаемой жидкости.
9. Звуковые колебания сплошной среды
10. Газодинамические стационарные течения
11. Одномерные нестационарные течения идеального газа

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях обсуждается как необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. Материал всех лекций доступен в электронном виде. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	8
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	8

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение проблемы в историческом аспекте с использованием лекций и обязательной литературы. Анализ периодической литературы за последние 5 лет, относящейся к теме доклада. Периодическая литература, имеющаяся в доступных полнотекстовых базах данных.	56
Подготовка доклада по одной тем семинаров, вынесенных на самостоятельную подготовку	28

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Сокольников И. С. Тензорный анализ (теория и применение в геометрии и в механике сплошных сред). Перевод с англ. Главная редакция физ.-мат. лит. Изд. М.: Наука, 1971.
2. Овсянников Л. В. Лекции по основам газовой динамики. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.

5.2 Дополнительная литература

3. Кочин Н. Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления / Н.Е. Кочин; отв. ред. П.Я. Кочина Изд. 10-е, [репр.] Москва: URSS : ЛЕНАНД, 2017426 с.: ил. ; 25 см

(Физико-математическое наследие, Физика (математическая физика)) ISBN 978-5-9710-3663-0.

4. Эглит М.Э. Лекции по основам механики сплошных сред: [для студентов 2-го курса отделения механики механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова] / М.Э. Эглит. Изд. 2-е, испр. Москва : URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. 206, [1] с. : ил. ; 22 см. ISBN 978-5-397-01476-2.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: http://itam.nsc.ru/education/base_chairs/aerophysics_nsu/
<https://github.com/the-mozart/tagd>

5. Киселев С.П. Сборник задач по теоретической аэрогидромеханике: Учебное пособие/Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск, 1993. – 122 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
6. Эглит М.Э. Механика сплошных сред в задачах. Том 1: Теория и задачи. —М.: «Московский лицей», 1996. — 396 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
7. Эглит М.Э. Механика сплошных сред в задачах. Том 2: Ответы и решения. —М.: «Московский лицей», 1996. — 394 с. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
8. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика. М.:ГЭОТАР-Медиа, 2014. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
9. Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика. М.:Гос. издат. физ.-мат. лит., 1963. <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>
10. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газ: Учеб. для вузов.– 7-е изд., испр. М.:Дрофа, 2003 <http://ns.itam.nsc.ru/lib/ecatalog/>

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		Работа на лекционных занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		Работа на лекционных занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на лекционных занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы	

	исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3.	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на лекционных занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на лекционных занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.

Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Теоретическая аэрогидродинамика для аспирантов»

1. Сплошная среда и параметры, которые описывают ее движение. Система координат. Координатная линия. Координатная поверхность. Криволинейная и прямолинейная системы координат. Примеры декартовой, цилиндрической и сферической систем координат и их соответствие.
2. Элементы тензорного исчисления. Основной базис системы координат. Метрический тензор. Метрика пространства. Свойства матрицы тензора метрики пространства. Ортогональная система координат. Инвариантность скаляра, вектора и тензора. Теоремы Стокса, Гаусса - Остроградского. Ротор вектора. Вектор вихря скорости. Дивергенция. Циркуляция.
3. Лагранжево и эйлерово описание движения сплошной среды. Траектории движения среды.
4. Понятие субстанциональной производной. Скорость и ускорение. Эвристический вывод уравнений Эйлера.
5. Запись уравнений Эйлера (уравнение неразрывности и движения) в лагранжевой системе координат.

6. Взаимно - однозначное соответствие между Э. и Л. описаниями сплошной среды при условии $D \neq 0, \infty$. Пример движения среды.
7. Градиенты деформаций и перемещений.
8. Дифференцирование по времени интеграла, взятого по подвижному объему.
9. Динамические уравнения механики сплошных сред. Закон сохранения массы для одно- и многокомпонентных сред. Учет диффузии. Несжимаемая среда.
10. Уравнения движения многокомпонентного газа с химическими реакциями. Тензор напряжений.
11. Основные уравнения для описания течения газа с учетом массовых сил.
12. Эвристический способ получения условий на УВ. Инвариантность условий относительно преобразования Галилея.
13. Условия на УВ для изотермического газа. Теорема Цемплена.
14. Определение параметров потока газа за УВ при известной ее скорости.
15. Неравновесная газодинамика. Основные уравнения. Классификация типов течений: равновесное, замороженное, полностью неравновесное. Замороженная и равновесная скорости звука. Условие возрастания энтропии, условие устойчивости
16. Вывод релаксационного уравнения для описания распространения звука в неравновесной среде. Предельные случаи распространения звука в замороженной и равновесной средах.
17. Решение задачи о распространении звука в равновесной, замороженной среде, как решение краевой задачи для гиперболического волнового уравнения.
18. Частное решение о распространении звука в неравновесной среде. Некоторые понятия теории диспергирующей среды. Дисперсионное соотношение, фазовая скорость, декремент затухания.
19. Задача о поршне в неравновесной среде. Затухание переднего фронта волны.
20. Математическая модель для описания течения смеси газа и мелких частиц. Основные уравнения.
21. Определение типа основной системы в одномерном нестационарном случае. Условия, определяющие тип системы.
22. Уравнения неизотермического течения аэросмеси. Определение функций силового и энергетического взаимодействия.
23. Односкоростное двухтемпературное течение аэрозвеси с учетом приведенной химической реакции.
24. Два типа течения: замороженное и равновесное. Условия на сильном разрыве.
25. Историческая справка по детонации гомогенных и гетерогенных сред.
26. Условие Чепмена-Жуге. Пересжатый и недосжатый режимы.
27. Течения реального газа. Математическая модель течения смеси газов.
28. Уравнения сохранения массы компонентов с учетом диффузии и химических реакций. интегральная и дифференциальные формы. Сумма источников членов равна нулю.
29. Уравнения сохранения импульса и энергии смеси в целом.
30. Уравнение состояния для смеси газов. Закон Дальтона.
31. Экстенсивные и интенсивные переменные.
32. Смесь термически совершенных газов.
33. Отличия гомогенные смесей от гетерогенных.
34. Тепловыделение от неравновесных превращений.
35. Понятие химического потенциала.
36. Производство энтропии для реагирующих и диффундирующих течений.

37. Определяющие соотношения для бинарной смеси.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.