

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-

проректор по учебной работе



Н.Н. Сухих

2018 года

**ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки  
**01.06.01 Математика и механика**

Направленность программы (профиль)  
**Механика жидкости, газа и плазмы**

Квалификация выпускника:  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2018

## **1 Цели и задачи государственной итоговой аттестации**

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (подготовка кадров высшей квалификации), направленности программы (профилю) Механика жидкости, газа и плазмы.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу подготовки кадров высшей квалификации:

научно-исследовательская деятельность в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук;

преподавательская деятельность в области математики, механики, информатики.

Задачами итоговой аттестации являются:

1. Проверка результатов освоения образовательной программы – уровня сформированности компетенций выпускников, установленных федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки кадров высшей квалификации 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 866 (в ред. Приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 № 464) направленности Механика жидкости, газа и плазмы, и компетенций обучающихся, установленных Университетом дополнительно к компетенциям, установленным ФГОС ВО, с учетом направленности образовательной программы:

*универсальных компетенций (УК):*

способностью 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);

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

*общепрофессиональных компетенций (ОПК):*

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

*профессиональных компетенций (ПК):*

способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности «Механика жидкости, газа и плазмы» (ПК-1);

способностью к построению и исследованию математических моделей, проведению экспериментальных исследований и интерпретации экспериментальных данных в области механики жидкости, газа и плазмы (ПК-2);

способностью адаптировать современные теоретические и практические достижения в области механики жидкости, газа и плазмы для ведения научно-методической и учебно-методической деятельности (ПК-3).

2. Принятие решения по результатам государственной итоговой аттестации о присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» (указанной в перечне специальностей и направлений подготовки высшего образования, утверждаемом Минобрнауки России) и выдаче документа о высшем образовании: (диплом об окончании аспирантуры).

## **2 Форма государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), профилю Механика жидкости, газа и плазмы проводится в форме:

1. государственного экзамена;
2. представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

## **3 Место государственной итоговой аттестации в структуре ОПОП ВО**

Государственная итоговая аттестация в структуре ОПОП ВО относится к базовой части, блок 4.

Государственная итоговая аттестация базируется на результатах обучения всех дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), профилю Механика жидкости, газа и плазмы, основными из которых являются: «Педагогика и психология высшей школы», «Теория и методика профессионального образования на английском языке», «Методы математического моделирования», «Механика жидкости, газа и плазмы», а также результатах прохождения педагогической, научно-исследовательской практики, научно-исследовательской деятельности и подготовки научной квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Государственная итоговая аттестация проводится в 8 семестре.

## **4 Общая трудоемкость и продолжительность государственной итоговой аттестации**

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц, 324 часа. Продолжительность государственной итоговой аттестации 6 недель.

## **5 Фонд оценочных средств для проведения государственной итоговой аттестации**

### **5.1 Фонд оценочных средств для проведения государственного экзамена**

Государственный экзамен является составной частью государственной итоговой аттестации (ГИА), завершающей освоение образовательных программ аспирантуры и обеспечивающей проведение контроля качества освоения программы аспирантуры. Государственный экзамен имеет междисциплинарный характер.

Государственный экзамен имеет целью определение степени соответствия уровня подготовленности выпускников требованиям, установленным ФГОС ВО направления подготовки 01.06.01 Математика и механика.

Порядок проведения государственного экзамена регламентируется локальным актом вуза. По результатам проведения государственного экзамена обучающийся имеет право на апелляцию, процедура рассмотрения которой регламентируется локальным актом вуза.

Аспиранты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в форме государственного экзамена по неуважительной причине, к защите научного доклада по итогам научно-квалификационной работы не допускаются.

#### **5.1.1 Сформированность компетенций выпускника**

Государственный экзамен направлен на оценку сформированности следующих компетенций выпускника:

Перечень и код компетенций	Наименование дисциплин
Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2)	Педагогика и психология высшей школы Теория и методика профессионального образования на английском языке
Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности «Механика жидкости, газа и плазмы» (ПК-1)	Методы математического моделирования Механика жидкости, газа и плазмы
Способность к построению и исследованию математических	Методы математического моделирования

Перечень и код компетенций	Наименование дисциплин
моделей, проведению экспериментальных исследований и интерпретации экспериментальных данных в области механики жидкости, газа и плазмы (ПК-2)	Механика жидкости, газа и плазмы
Способность адаптировать современные теоретические и практические достижения в области механики жидкости, газа и плазмы для ведения научно-методической и учебно-методической деятельности (ПК-3)	Педагогика и психология высшей школы Теория и методика профессионального образования на английском языке

### 5.1.2 Содержание государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по следующим дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников:

- 1 Педагогика и психология высшей школы.
- 2 Теория и методика профессионального образования на английском языке.
- 3 Методы математического моделирования.
- 4 Механика жидкости, газа и плазмы.

По каждой дисциплине раскрывается тематика с указанием дидактических единиц и проверяемых компетенций в соответствии с вопросами, выносимыми на государственный экзамен.

#### *Дисциплина 1. ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ*

##### **Тема 1. Психологические основы научно-педагогической деятельности преподавателя высшей школы**

Психологические особенности обучения студентов высших учебных заведений. Высшее учебное заведение как образовательная система. Модернизация образовательного процесса в вузе как актуальная психолого-педагогическая проблема. Современные образовательные парадигмы. Сравнительная характеристика традиционалистской и гуманистической парадигм образования.

Проверяемые компетенции: ОПК-2.

##### **Тема 2. Основы дидактики высшей школы**

Дидактика как область педагогической науки, изучающая закономерности, цели, задачи, содержание, формы и методы обучения. Предмет, задачи и основные категории дидактики высшей школы. Сущность, структура, движущие силы процесса обучения в высшей школе. Преподавание как организационно-

управленческая деятельность педагога. Учение как деятельность в образовательном процессе. Структура процесса усвоения знаний: восприятие, понимание, осмысление, обобщение, закрепление, применение.

Педагогическое проектирование целей и содержания обучения студентов. Учебно-планирующая документация. Закономерности и принципы обучения как методологические и дидактические регулятивы преподавательской деятельности.

Понятие и сущность методов обучения в вузе. Классификация методов обучения. Традиционные и активные методы обучения в высшей школе. Условия, определяющие выбор методов и приемов обучения.

Система методов обучения в техническом вузе. Поисковый метод. Исследовательский метод. Рассказ. Беседа. Работа с книгой. Демонстрации. Экскурсии. Лабораторные опыты. Упражнения. Методические системы, перспективные для применения в техническом вузе.

Проверяемые компетенции: ОПК-2.

### **Тема 3. Современные образовательные технологии в вузе. Формы и методы обучения в области механики жидкости, газа и плазмы**

Понятие «содержание образования». Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования. Формы организации обучения с использованием активных методов в вузе. Формы организации учебного процесса в высшей школе, в том числе в области механики жидкости, газа и плазмы. Современные дискуссии о месте и роли лекции в системе высшего образования. Разные типы лекционного обучения. Совершенствование семинарских и практических занятий. Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса. Возможности использования информационно-коммуникационных технологий. Открытое и дистанционное образование.

Классификация методов активного обучения. Интенсификация образовательного процесса как стратегия и тактика развития высшей школы.

Проверяемые компетенции: ПК-3.

### **Тема 4. Разработка учебных курсов по областям профессиональной деятельности, включая подготовку методических материалов, учебных пособий и учебников в области механики жидкости, газа и плазмы**

Требования ФГОС. Требования профессиональных стандартов и иных квалификационных характеристик. Требования к учебно-методическому обеспечению учебных дисциплин программы ВО. Порядок разработки и использования типовых и примерных образовательных программ, в том числе в области механики жидкости, газа и плазмы. Структура профессиональной образовательной программы.

Состав и структура частной методики. Определение целей учебной дисциплины. Общее и профессиональное содержание дисциплины. Научные и практические основы дисциплины. Установление логических связей с другими дисциплинами. Конструирование содержания отдельных тем.

Определение методов учебно-воспитательной работы деятельности преподавателя по дисциплине (словесная и практическая учебная деятельность, воспитательная и подготовительная деятельность). Определение методов учебно-познавательной деятельности студентов и форм занятий по учебной дисциплине (лекции, практические занятия, самостоятельная работа и др.).

Документальное и методическое обеспечение образовательного процесса, в том числе в области механики жидкости, газа и плазмы. Состав и структура учебно-методического комплекса. Документы целеполагания и содержания дисциплины. Документы системы. Организационно-методические документы.

Проверяемые компетенции: ПК-3.

## ***Дисциплина 2. ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ***

### **Тема 1. Теоретические основы развития профессионального образования в России и за рубежом**

Проблемы глобализации, единства и целостности мирового образовательного пространства. Болонский процесс. Интернационализация образования.

Специфика системы профессионального образования в России и за рубежом. Культура университетского образования. Принципы и подходы к обучению. Компетентностный подход к обучению профессии. Профессиональная компетентность специалиста в области «Математики и механики»

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ПК-3.

### **Тема 2. Системы обучения в профессиональном образовании в области механики жидкости, газа и плазмы**

Организация и осуществление профессионального образования на английском языке. Планирование учебного процесса: написание программы по специальности и конспекта практического занятия.

Тщательное изучение памяток по организации самостоятельной работы. Организация рабочего места обучающегося. Результативность профессионального образования в условиях интернационализации вузовского обучения.

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ПК-3.

### **Тема 3. Воспитание и развитие личности в профессиональном образовании.**

Развитие личности обучающегося посредством использования разнообразных методов, форм, средств и технологий обучения в условиях вариативных профессиональных образовательных систем и интегрированного профессионального обучения (CLIL)

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ПК-3.

### ***Дисциплина 3. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ***

#### **Тема 1. Основные принципы математического моделирования**

Классификация математических моделей. Свойства математических моделей. Универсальность математических моделей. Этапы моделирования. Методы исследования математических моделей. Проверка адекватности моделей. Математические модели в физике, социологии, экономике. Дифференциальное и интегральное исчисления. Элементы теории вероятностей и математической статистики. Базовые принципы теории надежности и теории массового обслуживания.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 2. Модели динамических систем**

Матричные модели. Теория неотрицательных матриц. Теорема Перрона-Фробениуса и ее обоснование. Асимптотические свойства решений в матричных моделях. Предел скользящего среднего в матричных моделях.

Теория динамических систем. Элементы теории бифуркаций. Локальный анализ и грубость динамических систем. Качественный анализ системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений. Автоколебания. Бифуркация Андронова — Хопфа. Фракталы. Динамический хаос. Нелинейные волны. Автоволновые процессы. Стационарные диссипативные структуры. Синергетические эффекты. Нестационарные диссипативные структуры.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 3. Моделирование стохастических систем**

Стохастические модели. Точечные и интервальные оценки. Проверка гипотез. Регрессионный и корреляционный анализ. Дисперсионный анализ. Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Метод статистических испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Метод Монте-Карло. Моделирование систем массового обслуживания (СМО).

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 4. Задачи оптимизации и оптимального управления**

Задачи линейной оптимизации. Постановка задачи, свойства. Примеры. Задача выпуклой оптимизации. Подход Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Многокритериальная оптимизация. Элементы теории игр. Методы оптимального управления. Принцип оптимальности Кротова, принцип максимума Понтрягина. Задачи оптимального управления в приложениях.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 5. Имитационное моделирование**



Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

### **Тема 6. Численное моделирование в механике сплошных сред**

Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры, интерполяция, метод конечных элементов, численные методы вейвлет-анализа. Понятия о разностных схемах. Методы решения систем алгебраических уравнений. Методы решения краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

## ***Дисциплина 4. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ***

### **Тема 1. 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.

Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

### **Тема 2. 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 деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустойчивое движение среды.

Кинематические свойства вихрей.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

### **Тема 3. 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.

Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.

Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 4. Модели жидких и газообразных сред**

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.

Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

#### **Тема 5. Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы**

Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

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

Проверяемые компетенции: ПК-1.

#### **Тема 6. Гидростатика**

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

Проверяемые компетенции: ПК-1.

### **Тема 7. Движение идеальной несжимаемой жидкости**

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.

Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.

Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.

Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.

Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.

Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

Проверяемые компетенции: ПК-1.

### **Тема 8. Движение вязкой жидкости. Теория пограничного слоя. Турбулентность**

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. 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.

Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.

Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомоделных решений.

Проверяемые компетенции: ПК-1.

### **Тема 9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика**

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомоделные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.

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.

Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.

Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.

Проверяемые компетенции: ПК-1.

### **Тема 10. Электромагнитные явления в жидкостях**

Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова-Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.

Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.

Проверяемые компетенции: ПК-1.

### **Тема 11. Физическое подобие, моделирование**

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.

Проверяемые компетенции: ПК-1, ПК-2.

### **5.1.3 Примерный перечень вопросов и типовые контрольные задания к государственному экзамену**

Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и одно практическое задание, с помощью которых оцениваются компетенции выпускника.

*Педагогика и психология высшей школы:*

1. Биологические и психологические основы развития и обучения.
2. Психологические закономерности развития личности студента.
3. Типологические особенности личности.
4. Сущность, содержание и структура учебной деятельности.
5. Деятельностный подход к обучению.
6. Пути и средства развития познавательных и профессиональных мотивов.
7. Социальные мотивы учения.
8. Организация совместной продуктивной деятельности в группе.
9. Психологическая компетентность преподавателя.
10. Психологическая культура преподавателя
11. Методы изучения личности студента.
12. Анкетирование и интервьюирование в психологических исследованиях.
13. Метод включенного наблюдателя.
14. Социометрическая методика.
15. Взаимодействие как условие педагогической поддержки студентов.
16. Объект, предмет и задачи педагогики высшей школы.
17. Сущность, движущие силы, противоречия и логика образовательного процесса в вузе.
18. Понятие и сущность содержания образования как фундамента базовой культуры личности.
19. Принципы и критерии отбора содержания общего образования.
20. Государственный образовательный стандарт и его функции. Базовая, вариативная и дополнительная составляющие содержания образования.
21. Нормативные документы, регламентирующие содержание общего среднего образования.
22. Учебные планы, их виды. Учебные программы и их функции. Виды, принципы построения и структура учебных программ.
23. Учебники и учебные пособия. Функции и структура учебников. Требования к вузовским учебникам.
24. Управление образовательной организацией.

25. Структура образовательной организации. Компетенция, права, обязанности и ответственность образовательной организации.
26. Информационная открытость образовательной организации.
27. Локальные нормативные акты, содержащие нормы, регулирующие образовательные отношения.
28. Обучающиеся и их родители (законные представители).
29. Педагогические, руководящие и иные работники организаций, осуществляющих образовательную деятельность.
30. Перечень и содержание нормативно-правовых актов и локальных актов образовательной организации, регламентирующей виды документации и требования ее ведения.
31. Требования ФГОС по направлению подготовки «Математика и механика».
32. Требования профессиональных стандартов и иных квалификационных характеристик.
33. Требования к учебно-методическому обеспечению учебных дисциплин программы ВО.
34. Порядок разработки и использования типовых и примерных образовательных программ.

*Теория и методика профессионального образования на английском языке:*

1. Проблемы глобализации, единства и целостности мирового образовательного пространства.
2. Болонский процесс.
3. Понятия: бакалавр, магистр, зачетная единица, академическая мобильность, балльно-рейтинговая система оценки знаний, компетенция и компетентность.
4. Интернационализация образования.
5. Специфика системы профессионального образования в России и за рубежом.
6. Культура университетского образования.
7. Компетентностный подход к обучению профессии.
8. Профессиональная компетентность специалиста в области «Математики и механики».
9. Принцип лично-ориентированного обучения. Принцип сознательности. Принцип межкультурного обучения.
10. Принцип деятельностного характера обучения. Принцип коммуникативной направленности обучения. Принцип профессиональной направленности обучения. Традиции профессионального образования в России.
11. Модели профессионального отечественного и зарубежного образования. Основные тенденции профессионального образования в России и за рубежом.
12. Риски и проблемы профессионального образования в России на иностранном языке.

13. Культурологические, психологические, этические, физиологические, социально-нормативные и информационные научные основы процесса профессионального образования.
14. Социокультурные основы модернизации иноязычного профессионального образования в России.
15. Направления модернизации профессионального образования в России.
16. Организация и осуществление профессионального образования на английском языке.
17. Планирование учебного процесса: написание программы по специальности и конспекта практического занятия.
18. Сочетание принципов, методов, форм и средств обучения на английском языке в контексте решения основополагающих задач профессионального образования.
19. Зависимость принципов, методов, форм и средств обучения от подхода обучения.
20. Дидактическая интерпретация форм, методов, приемов, средств и содержания профессионального образования на различных уровнях обучения.
21. Современные технологии профессионального образования на английском языке, включая контроль.
22. Организация самостоятельной работы. Планирование времени обучающегося на самостоятельную работу.
23. Памятки для организации самостоятельной работы обучающихся.
24. Результативность профессионального образования в условиях интернационализации вузовского обучения.
25. Организация рабочего места обучающегося.
26. Развитие личности обучающегося посредством использования разнообразных методов, форм, средств и технологий обучения в условиях вариативных профессиональных образовательных систем и интегрированного профессионального обучения (CLIL).
27. Персоналии процесса воспитания и развития личности, становления компетентного специалиста и исследователя в профессиональном образовании: бакалавры, магистры, аспиранты, тьютор, куратор, преподаватель.
28. Индивидуальные траектории воспитания, обучения и развития личности.
29. Воспитательная система и система воспитательной работы: сущность и типология.
30. Закономерности и риски формирования, становления и развития воспитательных систем профессиональных образовательных организаций. Мировой опыт.

*Методы математического моделирования:*

1. Классификация математических моделей.
2. Свойства математических моделей.
3. Этапы моделирования.
4. Методы исследования математических моделей.

5. Проверка адекватности моделей.
6. Применение дифференциального и интегрального исчисления в моделировании.
7. Применение теории вероятностей и математической статистики в моделировании.
8. Базовые принципы теории надежности
9. Базовые принципы теории массового обслуживания.
10. Критерии продуктивности неотрицательных матриц.
11. Теорема Перрона-Фробениуса.
12. Локальный анализ и грубость динамических систем.
13. Автоколебания.
14. Бифуркация Андронова — Хопфа.
15. Фракталы.
16. Стационарные диссипативные структуры.
17. Точечные и интервальные оценки стохастических систем.
18. Регрессионный и корреляционный анализ.
19. Дисперсионный анализ.
20. Марковский процесс (марковская цепь).
21. Метод статистических испытаний.
22. Моделирование систем массового обслуживания (СМО).
23. Задачи линейной и выпуклой оптимизации.
24. Элементы теории игр.
25. Принцип оптимальности Кротова.
26. Принцип максимума Понтрягина.
27. Область, условия применения и этапы построения имитационной модели.
28. Критерии оценки адекватности модели.
29. Примеры имитационных моделей. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей.
30. Численные методы поиска экстремума.
31. Численные методы вейвлет-анализа.
32. Методы решения систем алгебраических уравнений.
33. Интерполяция.
34. Метод конечных элементов.

*Механика жидкости, газа и плазмы:*

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
3. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
4. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.



5. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
6. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.
7. Кинематические свойства вихрей.
8. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Многокомпонентные смеси. Потоки диффузии. Уравнения неразрывности в форме Эйлера для многокомпонентных смесей.
9. 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.
10. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
11. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Различные частные процессы: адиабатический, изотермический и др.
12. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
13. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.
14. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Явление кавитации.
15. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
16. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.
17. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
18. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.
19. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

20. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
21. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.
22. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.
23. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.
24. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.
25. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.
26. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.
27. Постановка задачи Коши-Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.
28. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.
29. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
30. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. 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.
31. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.

32. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.
33. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.
34. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
35. Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
36. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавала.
37. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.
38. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
39. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
40. Задача о структуре сильного разрыва.
41. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
42. 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.
43. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
44. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
45. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова-Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.
46. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия вмороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
47. 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.

*Примеры типовых контрольных практических заданий для государственного экзамена*

1. Обучающийся не может запомнить термины, вводимые на практическом занятии. Объясните Ваши действия, связанные с индивидуальной работой с обучающимся по запоминанию лексических единиц.

2. Приведите пример контроля понимания текста.

3. Приведите пример контроля аудирования.

4. Приведите пример контроля письменной речи.

5. Введите лексические единицы в контексте на основе предложенного текста.

6. Покажите фрагмент урока по введению формулы на английском языке.

7. Во время объяснения нового материала один из обучающихся гипнотизирует Вас взглядом, не отводя глаз. Ваши действия.

8. На экзамене студент не согласен с оценкой «удовлетворительно» настаивая на оценке «хорошо». В действительности билет содержал один теоретический вопрос, на который ответ был на «отлично» и две задачи, одна из которых решена не верно, вторая решена не полностью. Каковы Ваши действия в данной ситуации?

9. На занятии студент систематически не выполняет задания, пытается дискутировать на темы, не связанные с тематикой занятия. Объясняет свое поведение тем, что ему не интересно и всему можно научиться по видео лекциям различных образовательных сайтов, которые гораздо интересней. Что Вы предпримете в данных сложившихся условиях?

10. Студенты регулярно опаздывают на занятие, тем самым нарушая его ход, мешая другим учащимся, создавая нерабочую обстановку. Каковы Ваши действия в данной ситуации? Как, на Ваш взгляд, можно решить проблему с опозданиями?

11. Начиная практическое занятие, преподаватель узнает, что студенческая группа не подготовилась к важной теме по дисциплине, ссылаясь на отсутствие материалов в библиотеке и сети Интернет. Каковы Ваши действия в данной ситуации?

#### **5.1.4 Показатели и критерии оценивания результатов сдачи государственного экзамена, а также шкалы оценивания**

Показатели для оценки компетенций для государственного экзамена:

1) способность четко, логично и последовательно излагать материал по каждому вопросу в билете, приводить практические примеры, оценивать текущее состояние и выявлять проблемные ситуации, а так же предлагать пути их решения;

2) умения применять на практике полученные по дисциплинам знания для решения различных задач, уметь идентифицировать и анализировать проблему, обосновывать выбор метода ее решения;

3) умение четко формулировать ответы на поставленные в билете вопросы в рамках программы государственного экзамена.

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично»,

«хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного экзамена.

Для комплексной оценки уровня освоений компетенций аспиранта как совокупного ожидаемого результата обучения по ОПОП члены ГЭК должны использовать следующие критерии:

Оценка **«отлично»** – глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, твёрдое знание основных положений смежных дисциплин; логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии; свободное владение материалом рекомендованной литературы, использование в ответе материала монографической литературы, правильное обоснование принятых решений. Высокий уровень сформированности компетенций.

Оценка **«хорошо»** – твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном устранении замечаний по отдельным вопросам; достаточное владение материалами рекомендованной литературы. Хороший уровень сформированности компетенций.

Оценка **«удовлетворительно»** – твёрдые знания и понимание основного программного материала; правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений при наводящих вопросах членов экзаменационной комиссии; недостаточное владение материалами рекомендованной литературы. Достаточный уровень сформированности компетенций.

Оценка **«неудовлетворительно»** – неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточный уровень сформированности компетенций.

При выставлении экзаменационной оценки учитывается уровень методической подготовленности обучающегося, аккуратность и логическая последовательность изложения ответов на вопросы экзаменационного билета.

Основные критерии и критериальные показатели оценивания результатов обучения по формированию компетенций:

Результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень сформированности компетенции				
	Недостаточный		Достаточный		
	Оценка в баллах				
	1	2	3	4	5
	Критерии оценивания результатов обучения				

ЗНАТЬ:	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные системные знания
УМЕТЬ:	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение	Сформированное умение
ВЛАДЕТЬ:	Отсутствие признаков владения	Фрагментарное владение	В целом успешное, но не систематическое владение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение	Успешное и систематическое владение

## 5.2 Фонд оценочных средств для оценки представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) является составной частью государственной итоговой аттестации, завершающей освоение образовательных программ аспирантуры и обеспечивающей проведение контроля качества освоения ОПОП ВО аспирантуры. Основные положения и требования к научно-квалификационной работе (диссертации) и научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре закреплены в ПОЛОЖЕНИИ о научно-квалификационной работе (диссертации) и научном докладе об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Университета

### 5.2.1 Сформированность компетенций выпускника

Оценка уровня сформированности компетенций осуществляется на основе знаний, умений и владений навыками и/или опытом деятельности в соответствии с требованиями ФГОС по освоению компетенций для соответствующей образовательной программы.

Перечень компетенций, сформированность которых оценивается по результатам выпускной квалификационной работы, выполнение которой направлено на демонстрацию уровня подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности:

*общекультурных компетенций (ОК):*

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);

способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

*общепрофессиональных компетенций (ОПК):*

способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

*профессиональных компетенций (ПК):*

способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности «Механика жидкости, газа и плазмы» (ПК-1).

### 5.2.2 Показатели и критерии оценивания результатов выпускной квалификационной работы, а также шкалы оценивания

Основной задачей ГЭК является обеспечение профессиональной объективной оценки научных знаний и практических навыков (компетенций) выпускников аспирантуры на основании экспертизы содержания научного доклада и оценки умения аспиранта представлять и защищать его основные положения. Оценка научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) производится на закрытой части заседания Государственной аттестационной комиссии.

Оценка выставляется на основании изучения текстов научного доклада, отзыва руководителя и рецензий, качества доклада, презентации, ответов аспирантов на вопросы. В оценке представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) учитывается:

- обоснование актуальности и значимости темы исследования;
- соответствие содержания НКР (диссертации) теме, поставленным цели и задачам;
- новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования;
- обоснованность и четкость основных выводов и результатов исследования, сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту;
- владение научным стилем изложения, качество электронной презентации, иллюстративного материала и т.д.;
- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации членов ГЭК;
- оценка основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) научного руководителя и рецензента.

При оценке основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) могут быть приняты во внимание публикации автора, отзывы руководителей организаций и практических работников профессиональной сферы деятельности по тематике исследования. Оценка научного доклада об основных результатах подготовленной НКР определяется по следующим критериям:

**Оценка «отлично»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- глубоко и обстоятельно раскрыта тема, проведен всесторонний и качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- продемонстрирован творческий подход к решению задачи;
- научный доклад построен композиционно четко, обладают логической завершенностью;
- научный доклад написан грамотно, правильно оформлен;
- при представлении научного доклада аспирант правильно, полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;



- полностью раскрыта тема, проведен качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- научный доклад обладают логической завершенностью, но имеются замечания по композиционному построению научно-квалификационной работы (диссертации) и (или) научного доклада;
- научный доклад написан грамотно, но имеются несущественные недочеты в оформлении;
- при представлении научного доклада аспирант правильно, но недостаточно полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»:**

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- тема научно-квалификационной работы (диссертации) в основном раскрыта, проведен анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- научный доклад обладает логической завершенностью, но нечеткой структурой;
- научный доклад написан в целом грамотно, но с небольшим количеством грамматических ошибок, имеются недочеты в оформлении;
- при представлении научного доклада аспирант отвечает не на все вопросы или на некоторые вопросы отвечает не корректно.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в случае, если работа не удовлетворяет хотя бы одному критерию на оценку «удовлетворительно».

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации**

а) основная литература:

1. **Об образовании в Российской Федерации** [Электронный ресурс] : Федер. закон от 29 дек. 2012 N 273-ФЗ (ред. от 01.05.2017, с изм. от 05.07.2017). – Электрон. текстовые дан. // Консультант Плюс: справ. правовая система
2. Блинов, В. И. **Методика преподавания в высшей школе** [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / В. И. Блинов, В. Г. Виненко, И. С. Сергеев. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 315 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/412909>
3. Образцов, П. И. **Основы профессиональной дидактики** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / П. И. Образцов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 230 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/423739>.
4. Дудина, М. Н. **Дидактика высшей школы: от традиций к инновациям** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / М. Н. Дудина. — Москва :

Издательство Юрайт, 2018. — 151 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/415359>.

5. Реан А. **Психология и педагогика**: Учеб.пособ.для вузов.Допущ.УМО [Текст] / А. Реан, Н. Бордовская, С. Розум. - СПб. : Питер, 2007. - 432с. – 15 экз.

6. **Современная методика соизучения иностранных языков и культур** [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : КАРО, 2011. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97851> — Загл. с экрана.

7. Дикова, О.Д. **Обучение чтению литературы на английском языке по специальности «Прикладная математика»** [Электронный ресурс] : методические указания / О.Д. Дикова, Е.А. Юдачева. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 47 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103694> — Загл. с экрана.

8. Куклев, Е. А. **Моделирование систем и процессов. Методы разработки математических и комбинированных моделей систем и процессов в ГА**: Учеб.пособ. для студентов вузов. Допущ. УМО [Текст] / Е. А. Куклев, М. Ю. Смуров, А. Б. Байрамов. - СПб. : ГУГА, 2015. - 166с. – 300 экз.

9. Пименов, В. Г. **Численные методы в 2 ч. Ч. 1** [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 111 с. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88](http://www.biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88).

10. Пименов, В. Г. **Численные методы в 2 ч. Ч. 2** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 107 с. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14](http://www.biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14).

11. Секованов, В.С. **Элементы теории дискретных динамических систем** [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Секованов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 180 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103912>.

12. Решмин, Б.И. **Имитационное моделирование и системы управления** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Решмин. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 74 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80296>.

13. Лесин, В.В. **Основы методов оптимизации** [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Лесин, Ю.П. Лисовец. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 344 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/86017>.

14. Седов, Л.И. **Механика сплошной среды Т.1** [Текст] / Л. И. Седов. - М. : Наука, 1976. - 535с. - 1 экз.

15. Седов, Л.И. **Механика сплошной среды Т.2** [Текст] / Л. И. Седов. - М. : Наука, 1970. - 576с. - 1 экз.

16. Седов, Л.И. **Методы подобия и размерности в механике** : учебное пособие [Текст] /И.Л. Седов. - Москва: Наука, 1977. 438 с. - 1 экз.

17. Кочин, Н.Е., Кибель, И.А., Розе, Н.В. **Теоретическая гидромеханика** Ч. I, ч. II. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Е. Кочин. - Электрон. дан. - Москва: Физматгиз, 1963. - Режим доступа:

[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze\\_ch1\\_1963ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze_ch1_1963ru.djvu),  
[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze\\_ch2\\_1963ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KochinKibelRoze_ch2_1963ru.djvu) - Загл. с экрана.

18. Лойцянский, Л.Г. **Механика жидкости и газа** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Лойцянский. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1987. - 284 с. - Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_26853](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_26853) - Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

19. **Виды оценочных средств. Подготовка практикоориентированного педагога** [Электронный ресурс] : практ. пособие / Е. В. Слизкова [и др.] ; под ред. Е. В. Слизковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 138 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/424220>

20. **Технология профессионально-ориентированного обучения в высшей школе** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. И. Образцов, А. И. Уман, М. Я. Виленский ; под ред. В. А. Слостенина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 271 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/415434>

21. Куклина, Е. Н. **Организация самостоятельной работы студента** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Е. Н. Куклина, М. А. Мазниченко, И. А. Мушкина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 235 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/411454>

22. Неумоева-Колчеданцева, Е. В. **Основы научной деятельности студента. Курсовая работа** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Е. В. Неумоева-Колчеданцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 119 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/bcode/427934>

23. Корнилов О.А. **Контексты межкультурной коммуникации** : Учеб.пособ.для вузов [Текст] / О. А. Корнилов. - М. : КДУ, 2015. - 184с. – 1 экз.

24. Бизюк, Л.К. **Английский язык для математиков** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.К. Бизюк, Е.Ю. Столярова. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2017. — 145 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111305> — Загл. с экрана

25. **Английский язык в профессиональной сфере [направления Педагогическое образование профиль «Математика, профиль по выбору», Педагогическое образование профиль «Математика, информатика», Прикладные математика и физика]** [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / сост. В.П. Васильева, А.Т. Садретдинова. — Электрон. дан. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2015. — 48 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72499> — Загл. с экрана

26. Шалыгин, А.С. **Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова, В.А. Санников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 126 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64107>.

27. Бордовский, Г. А. **Физические основы математического моделирования** [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата

и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 319 с. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606](http://www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606).

28. **Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 64 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44842>.

29. **Рейзлин, В. И. Математическое моделирование** [Электронный ресурс] : учебное пособие для магистратуры / В. И. Рейзлин. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 126 с.— Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787](http://www.biblio-online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787).

30. **Воронов, М. В. Прикладная математика: технологии применения** [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, Е. Г. Суздалов. М. : Издательство Юрайт, 2018. — 381 с. —Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/28DD113E-1D18-4417-84CF-722E6D1C8EFC](http://www.biblio-online.ru/book/28DD113E-1D18-4417-84CF-722E6D1C8EFC).

31. **Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики** [Текст] / Л. И. Седов. - 2-е изд.,испр. - М. : Наука,1966. - 448с. - 3 экз.

32. **Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика: Учебник** [Текст] / Г. Н. Абрамович. - Изд.4-е,перераб. - М. : Наука, 1976. - 888с. - 2 экз.

33. **Черный, Г.Г. Газовая динамика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Черный. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1988. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Cherny1988ru.djvu> - Загл. с экрана.

34. **Куликовский, А.Г., Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Куликовский. - Электрон. дан. - Москва: Физматгиз, 1962. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/KulikovskijLyubimov1962ru.djvu> - Загл. с экрана.

35. **Слезкин, Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Слезкин. - Электрон. дан. - Москва: Гос. изд.-во физ.-тех. лит-ры, 1955. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Slezkin1955ru.djvu> - Загл. с экрана.

36. **Прандтль, Л. Гидроаэромеханика** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л. Прандтль. - Электрон. дан. - Москва: РХД,2000. - 556 с. - Режим доступа: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_18598](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_18598) - Загл. с экрана.

37. **Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Шлихтинг. - Электрон. дан. - Москва: Наука, 1974. - 284 с. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Schlichting1974ru.djvu> - Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

38. **Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения: 17.01.2018).

39. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).
40. **Грамматика английского языка Native English** [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.native-english.ru/grammar>, свободный (дата обращения: 15.01.2018)
41. **Электронный словарь Мультитран** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.multitrans.ru/c/m.exe?&l1=1&l2=2&CL=1&a=0>, свободный (дата обращения : 15.01.2018)
42. **Электронный словарь Лонгман** [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://www.ldoceonline.com>, свободный (дата обращения: 15.01.2018)
- г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
43. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения 15.01.2018)
44. **Электронная библиотека «ЮРАЙТ»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 17.01.2018).
45. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com> (дата обращения: 17.01.2018).
46. **Киберленинка. Научная электронная библиотека.** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:<http://cyberleninka.ru/>; (дата обращения: 17.01.2018).
47. **Министерство образования и науки РФ** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/> (дата обращения: 17.01.2018).
48. **Официальный сервис публикации научных статей в базе данных Scopus** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.scopus.su/?yclid=3951429372313358209> (дата обращения: 17.01.2018).
49. **Официальный сервис публикации научных статей в базе данных WoS(ESCI)** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://apps.webofknowledge.com/> (дата обращения: 17.01.2018).
50. **Учебно-образовательная физико-математическая библиотека** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).
51. **Российская национальная библиотека** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nlr.ru/>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).
52. **Библиотека учебной и научной литературы** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sbiblio.com>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).
53. **Электронная библиотека РФФИ** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> (дата обращения 15.01.2018)

**7 Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации**

<p>Ауд. 800 «Компьютерный класс № 1»</p>	<p>Компьютерные столы - 12 шт., стулья - 12 шт., 12 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, экран для проектора.</p>	<p>Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VisualStudioCommunity (Бесплатное лицензионное соглашение)</p>
<p>Ауд. 801 «Компьютерный класс № 2»</p>	<p>Компьютерные столы - 16 шт., круглый стол – 2 шт., стулья - 28 шт., 28 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, экран для проектора.</p>	<p>Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) VisualStudioCommunity (Бесплатное лицензионное соглашение) Scilab (CeCILL)</p>
<p>Ауд. 803 «Компьютерный класс № 3»</p>	<p>Компьютерные столы - 11 шт., стулья - 11 шт., 11 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска.</p>	<p>Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) Scilab (CeCILL) Visual Studio Community (Бесплатное лицензионное соглашение)</p>
<p>Ауд. 804 «Компьютерный класс № 4»</p>	<p>Компьютерные столы - 10 шт., стулья - 10 шт., 10 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска.</p>	<p>KasperskyAnti-VirusSuite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843) Scilab (CeCILL) VisualStudioCommunity (Бесплатное лицензионное соглашение)</p>

Программа Государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика направленности Механика жидкости, газа и плазмы направленности Механика жидкости, газа и плазмы.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «18» января 2018 года, протокол № 6.

Разработчики:

д.т.н., профессор

Э.Н. Береславский

к.т.н., доцент

Р.Р. Муксимова

Заведующий кафедрой:

к.т.н., доцент

Я.М. Далингер

Руководитель ОПОП

д.т.н., профессор

Э.Н. Береславский

Программа согласована:

Проректор

по научной работе и экономике

д.э.н., профессор

А.В. Губенко

Начальник управления

аспирантуры и докторантуры

доцент

А.А. Цветков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «14» февраля 2018 года, протокол № 5.