

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Аэрогидродинамики



УТВЕРЖДАЮ”
Первый проректор
Т. И. Расторгуев
2017 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Гидроаэродинамика

Основной вид деятельности: научно-исследовательская

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2016

Новосибирск 2017

1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика (магистерская программа: Гидроаэродинамика) включает государственный экзамен (ГЭ) и выпускную квалификационную работу (ВКР).

Обобщенная структура государственной итоговой аттестации (ГИА) приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Обобщенная структура ГИА

Коды	Компетенции	ГЭ	ВКР
ОК.1	владение культурой мышления, способность к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, принятию и аргументированному отстаиванию решений		+
ОК.2	способность к профессиональному росту, совершенствованию и развитию своего интеллектуального и общекультурного уровня		+
ОК.3	способность и готовность к творческой адаптации к конкретным условиям выполняемых задач и их инновационным решениям, способность порождать новые идеи		+
ОК.4	способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности		+
ОК.5	умением логически верно строить устную и письменную речь, способность свободно пользоваться государственным языком Российской Федерации и иностранным языком, как средством делового общения		+
ОК.6	способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом		+
ОК.7	способность организовывать и возглавлять работу небольшого коллектива инженерно-технических работников, готовность к кооперации с коллегами и лидерству, способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности		+
ОК.8	владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации		+
ОК.9	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности		+
ОК.10	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)		+
ОК.11	умением использовать нормативные правовые документы в своей деятельности		+
ОК.12	стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства		+
ОК.13	осознанием социальной значимости своей будущей профессии, обладанием высокой мотивацией к выполнению		+

	профессиональной деятельности		
ОК.14	способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач		+
ОК.15	владение навыками работы с компьютером как средством решения различных задач и управления информацией		+
ОПК.1	обладанием и готовность использовать фундаментальные научные знания в качестве основы инженерной деятельности	+	+
ОПК.2	готовность формулировать, анализировать и решать сложные инженерные задачи в области баллистики и гидроаэродинамики, механики движения и управления движением на основе профессиональных знаний	+	+
ОПК.3	умением получать, собирать, систематизировать и анализировать информацию в области летательных аппаратов различного назначения, кораблей, гидроаппаратов, транспортных средств и других объектов и устройств		+
ОПК.4	способность осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов	+	+
ОПК.5	готовность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, стремление к профессиональному росту, к активному участию в научной деятельности, конференциях и симпозиумах	+	+
ОПК.6	осознанием необходимости и способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии		+
ПК.11	способность применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата	+	+
ПК.12	готовность проводить инновационные инженерные исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, постановку и проведение сложных экспериментов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для достижения требуемых результатов		+
ПК.13	способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения		+
ПК.14	владение методами анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов и способность критически резюмировать информацию	+	+
ПК.15	способность использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки		+
ПК.16	способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий, а также современные информационные,		+

	компьютерные технологии		
ПК.17	способность и готовность проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	+	+
ПК.18	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, использованию современной измерительной и вычислительной техники	+	+
ПК.19	способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной научно-исследовательской работы в соответствии с предъявляемыми требованиями		+
ПК.20	владение процедурами защиты интеллектуальной собственности		+

2 Содержание и порядок организации государственного экзамена

2.1 Содержание государственного экзамена

2.1.1 Государственный экзамен является квалификационным и предназначен для определения теоретической подготовленности выпускника к решению профессиональных задач, установленных ФГОС ВО.

2.1.2 Государственный экзамен проводится по материалам нескольких дисциплин образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

2.1.3 Содержание контролируемых материалов и критерии оценки государственного экзамена приведены в фонде оценочных средств ГИА.

2.2 Порядок организации государственного экзамена

2.2.1 Государственный экзамен по направлению 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика (магистерская программа: Гидроаэродинамика) проводится очно в устной форме по билетам с обязательным составлением кратких ответов в письменном виде на листах бумаги со штампом факультета.

2.2.2 Государственный экзамен принимается государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) в сроки, определенные соответствующим календарным графиком учебного процесса.

2.2.3 Для ответа на билеты студентам предоставляется возможность подготовки в течение 120 минут. Для ответа на вопросы билета каждому студенту предоставляется время для выступления (не более 20 минут), после чего председатель ГЭК предлагает ее членам задать студенту дополнительные вопросы в рамках тематики вопросов в билете. Если студент затрудняется при ответе на дополнительные вопросы, члены ГЭК могут задавать вопросы в рамках тематики программы государственного экзамена.

2.2.4 Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения после оформления протоколов заседания ГЭК.

3 Содержание и порядок организации защиты выпускной квалификационной работы

3.1 Содержание выпускной квалификационной работы

3.1.1 Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

3.1.2 ВКР имеет следующую структуру:

- содержание (перечень разделов),
- введение (включающее актуальность выбранной тематики),

- цели и задачи исследования,
- обзор литературы,
- исследовательская (проектная) часть,
- заключение,
- список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке),
- приложения (при необходимости).

3.2 Порядок защиты выпускной квалификационной работы

3.2.1 Порядок защиты ВКР определяется действующим Положением о государственной итоговой аттестации выпускников федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по образовательным программам, реализуемым в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

3.2.2 Защита выпускной квалификационной работы проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

3.2.3 Методика и критерии оценки ВКР приведены в фонде оценочных средств ГИА.

4 Список источников для подготовки к государственной итоговой аттестации

4.1 Основные источники

1. Барахнин В.Б. Введение в численный анализ: учебное пособие / В.Б. Барахнин, В.П. Шапеев. - СПб. [и др.], 2005. - 106, [1] с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М., 2011
3. Гостеев Ю.А. Гидравлика и газодинамика. Ч. 1: учебное пособие / Ю.А. Гостеев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 103, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gost.rar
4. Маслов А.А. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи: [учебное пособие] / А.А. Маслов, С.Г. Миронов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 212, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/maslov.pdf>
5. Прикладная механика сплошных сред. В 3 т. Т. 3. Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов : [учебник для втузов] / науч. ред. В.В. Селиванов. - М., 2006. - 517, [1] с.: ил.
6. Седов Л.И. Механика сплошной среды. [В 2 т.]. Т. 1: учебник для вузов по специальности "Механика" / Л.И. Седов; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - СПб., 2004. - 528 с. : ил., табл.
7. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента: [учебное пособие для вузов по направлению бакалавров и магистров 160100 "Авиа- и ракетостроение" и др.] / А.М. Харитонов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 642 с. : ил., табл.
8. Черняк В.Г. Механика сплошных сред : [учебное пособие для вузов по направлению "Физика"] / В.Г. Черняк, П.Е. Суетин. - М., 2006. - 352 с.: ил.

4.2 Дополнительные источники

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика : учеб. для высших техн. учеб. заведений / Г.Н. Абрамович. – Изд. 4 перераб. – М.: Наука, 1976. – 888 с.
2. Авиационная акустика / В.И. Ганабов [и др.]; под ред. А.Г. Мунина и В.Е. Квитки. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.: ил.
3. Вабищевич П.Н. Численное моделирование / П.Н. Вабищевич; под ред. А.А. Самарского. - М., 1993. - 152 с.: ил.
4. Возникновение турбулентности в пристенных течениях: монография / А.В. Бойко, Г.Р. Грек, А.В. Довгаль, В.В. Козлов. – Новосибирск: Наука, 1999. - 327 с.: ил.

5. Волков Е.А. Численные методы: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Е.А. Волков. - М., 1987. - 248 с.: ил.
6. Гапонов С.А. Развитие возмущений в сжимаемых потоках / С.А. Гапонов, А.А. Маслов. – Новосибирск: Наука, 1980. – 149 с.
7. Годунов С.К. Разностные схемы. Введение в теорию: Учеб. пособие для ун-тов и вузов по спец. "Прикл. математика". - М., 1977. - 440 с.
8. Дейч М.Е. Газодинамика двухфазных сред / М.Е. Дейч, Г.А. Филиппов. - М., 1981. - 470, [1] с. : ил.
9. Курбацкий А.Ф. Лекции по турбулентности. Ч. 1. Введение в турбулентность : учеб. пособие / А.Ф. Курбацкий ; Физ. фак. НГУ. – Новосибирск: Из-во НГУ, 2000. – 118 с.
10. Ландау Л.Д. Теоретической физика. Т. 6. Гидродинамика: учебное пособие для физ. спец. ун-тов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М., 1986. - 736 с.: ил.
11. Попов Д.Н. Гидромеханика: учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника" / Д.Н. Попов, С.С. Панайотти, М.В. Рябинин; под ред. Д.Н. Попова. - М., 2002. - 382, [1] с. : ил. - На тит. л. и обл.: Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки".
12. Седов Л.И. Механика сплошной среды. [В 2 т.]. Т. 2: учебник для вузов по специальности "Механика" / Л.И. Седов; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - СПб., 2004. - 528 с. : ил., табл.
13. Турчак Л.И. Основы численных методов: [учебное пособие для вузов] / Л.И. Турчак, П. В. Плотников. - М., 2005. - 300 с. : ил., табл.
14. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т.. Т.1. Основные положения и общие методы: пер. с англ / К. Флетчер; под ред. В.П. Шидловского. - М., 1991. - 502 с. : ил., табл.
15. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2 т.. Т. 2 / К. Флетчер ; пер. с англ. В.Ф. Каменецкого ; под ред. Л.И. Турчака. - М., 1991. - 502 с.: ил.
16. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг; пер. с 5-го нем. изд. Г.А. Вольперта; под ред. Л.Г. Лойцянского. – М.: Наука, 1969. – 742 с. : ил.

4.3 Методическое обеспечение

1. Ворожцов Е.В. Разностные методы решения задач механики сплошных сред: учебное пособие для магистрантов ФЛА / Е.В. Ворожцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. – 85 с.: граф.
2. Киселев С.П. Механика сплошных сред: курс лекций для магистров ФЛА / С. П. Киселев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. – 101 с.
3. Ковалев О.Б. Модели уравнений состояния веществ: учебное пособие для магистрантов ФЛА (специальности: 07.13.00; 33.02.00; 13.01.00) / О.Б. Ковалев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2000. – 45 с.: ил.
4. Лебига В.А. Термоанемометрия сжимаемых потоков: учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с.
5. Маслов А.А. Динамика вязкого газа: учебное пособие для студентов 5 курса ФЛА (специальность 1210) дневной формы обучения / А.А. Маслов; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1992. – 102 с.
6. Маслов А.А. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи : [учебное пособие] / А.А. Маслов, С. Г. Миронов ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2010. – 212, [1] с.: ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000142031
7. Выполнение и организация защит выпускных квалификационных работ студентами: методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: Ю.В. Никитин, Т.Ю. Сурнина, О.А. Винникова]. - Новосибирск, 2016. – 44, [1] с.. – Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234040

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Аэрогидродинамики



«УТВЕРЖДАЮ»

Целевой проректор

И. Расторгуев

2017 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Гидроаэродинамика

Основной вид деятельности: научно-исследовательская

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2016

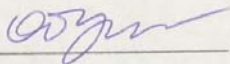
Новосибирск 2017

Программа государственной итоговой аттестации (ГИА) составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

ФГОС ВО утвержден приказом Минобрнауки России 06.03.15 №170 (зарегистрирован Минюстом России 24.03.15, регистрационный №36540)

Программу разработал:

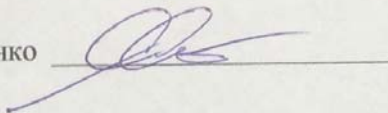
к.т.н., доцент А.Д. Обуховский



Программа обсуждена на заседании кафедры Аэрогидродинамики, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017 г.

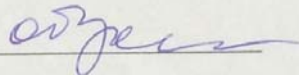
Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор С.Д. Саленко



Ответственный за образовательную программу:

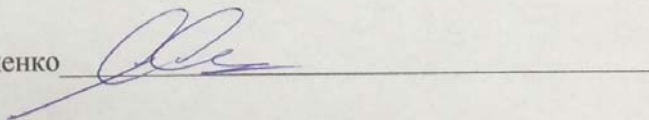
к.т.н., доцент А.Д. Обуховский



Программа утверждена на ученом совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017 г.

декан ФЛА:

д.т.н., профессор С.Д. Саленко



1 Паспорт государственного экзамена

1.1 Обобщенная структура государственного экзамена

Обобщенная структура государственного экзамена приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Коды компетенций	Показатели сформированности	Вопросы государственного экзамена
ОПК.1	основ механики жидкости и газа	Разделы 1, 3
ОПК.1	применять фундаментальные знания в области механики сплошной среды, динамики движения и управления объектов	Разделы 1, 3, 4
ОПК.2	знание основ формулирования и решения сложных задач в области гидроаэродинамики	Разделы 1, 3, 4
ОПК.4	основных проблем в различных областях механики	Разделы 1, 3, 4
ОПК.4	использовать методы математического моделирования при решении сложных задач гидроаэродинамики	Разделы 2, 4
ОПК.4	умение использовать экспериментальные методы при решении сложных задач гидроаэродинамики	Раздел 3
ОПК.5	основных перспектив развития различных направлений в области механики сплошной среды	Разделы 2, 4
ПК.11	основ численных методов и моделей, применяемых при решении задач баллистики и гидроаэродинамики	Разделы 1, 2
ПК.11	проводить численные эксперименты в области баллистики и гидроаэролиники	Раздел 2
ПК.14	разрабатывать математические модели процессов и объектов	Раздел 2
ПК.17	способов формализации поставленных задач	Разделы 1, 2
ПК.18	физических основ проведения экспериментов в области гидроаэродинамики	Разделы 1, 3

1.2 Пример билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Факультет летательных аппаратов

Экзаменационный билет № 1

к государственному экзамену по направлению 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

1. Осесимметричный пограничный слой. Пограничный слой на конусе.
2. Явные и неявные конечно-разностные схемы для 2-D уравнения теплопроводности, их устойчивость и аппроксимация. Метод дробных шагов. Свойство полной аппроксимации.
3. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока и постоянного сопротивления. Блок-схемы ТПС и ТПТ.
4. Ковариантное дифференцирование.

Утверждаю: зав. кафедрой АГД _____ С.Д. Саленко
(подпись)

«_____» _____ 20 ____ г.

1.3 Методика оценки

Билеты к экзамену формируются из вопросов, представленных в пункте 1.5. Билет содержит четыре теоретических вопроса. 1 и 2 вопроса билета выбираются случайным образом из перечня вопросов в соответствии с разделами «Динамика вязкого газа и турбулентность», «Компьютерные технологии в науке и образовании». 3 и 4 вопросы билета выбираются случайным образом из перечня вопросов в соответствии с разделами «Испытание объектов: техника и методы», «Методология научных исследований в области гидроаэродинамики и баллистики». Экзамен проводится в устной форме с обязательным составлением кратких ответов в письменном виде. Итоговая оценка за государственный экзамен выставляется в соответствии с критериями, приведенными в п. 1.4.

1.4 Критерии оценки

По результатам ответов студента на вопросы билета и дополнительные вопросы (уточняющие суть ответа) государственная экзаменационная комиссия оценивает сформированность компетенций на разных уровнях.

Соответствие уровней сформированности компетенций, критериев оценки и баллов по 100-бальной шкале приведено в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1

Критерии оценки	Уровень сформированности компетенций	Диапазон баллов
студент правильно и полностью ответил на четыре вопроса экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы, уточняющие суть ответа, чем показал углубленные знания	Продвинутый	87-100
студент правильно ответил на все вопросы, но недостаточно развернуто или ответил минимум на три вопроса билета абсолютно правильно и достаточно развернуто	Базовый	73-86

студент в целом правильно ответил минимум на два вопроса билета, знания не структурированы и поверхностны	Пороговый	50-72
студент правильно ответил не более чем на один вопрос экзаменационного билета	Ниже порогового	0-50

Итоговая оценка по государственному экзамену выставляется по 100-балльной шкале, по буквенной шкале ECTS и в традиционной форме (в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ).

1.5 Примерный перечень теоретических вопросов

Раздел 1. Динамика вязкого газа и турбулентность.

1. Вывод уравнений сохранения массы, импульса и энергии в динамике вязкой несжимаемой жидкости. Безразмерная запись уравнений, параметры подобия.
2. Течение Гагена-Пуазейля. Течения в трубах. Кривые Никурадзе.
3. Уравнение пограничного слоя. Уравнение Прандтля.
4. Задача Блазиуса. Решение Фокнера-Скен.
5. Стационарный пограничный слой. Распределение скорости. Интеграл Крокко.
6. Осесимметричный пограничный слой. Пограничный слой на конусе.
7. Линейная задача устойчивости. Метод малых возмущений.
8. Задача на собственные значения. Нелинейная теория устойчивости.
9. Методы управления пограничным слоем.
10. Турбулентные течения. Уравнения Рейнольдса.
11. Замыкания уравнения Рейнольдса.
12. Универсальные законы распределения скоростей. Законы распределения скоростей при больших числах Рейнольдса.
13. Турбулентный пограничный слой на пластине.
14. Свободная турбулентность.
15. Структура сверхзвуковой струи.
16. Ползущие течения. Задача Стокса. Теория гидродинамической смазки.

Раздел 2. Компьютерные технологии в науке и образовании.

1. Методы решения СЛАУ: прямые, итерационные. Метод прогонки.
2. Методы решения задачи Коши для ОДУ. Явные, неявные методы. Методы Рунге-Кутты, Адамса. Жесткие ОДУ.
3. Методы решения краевой задачи для ОДУ 2 порядка: конечных разностей, коллокаций, Ритца, конечных элементов.
4. Классификация уравнений в частных производных. Характеристические направления. Задача Коши, краевая задача первого, второго и третьего рода, смешанная начально-краевая задача для уравнений различных типов. Корректность постановки начально-краевой задачи. Устойчивость решения.
5. Параболические уравнения. Конечно-разностные и конечно-объемные схемы для случая одной пространственной переменной. Явные и неявные схемы. Двух- и трехслойные схемы. Исследование порядка аппроксимации разностной схемы.
6. Устойчивость явных разностных схем для 1-D уравнения теплопроводности. Исследование устойчивости двух- и трехслойных схем методом Фурье.

7. Неявные схемы для 1-D уравнения теплопроводности, их устойчивость. Принцип Куранта-Фридрихса-Леви.
8. Явные и неявные конечно-разностные схемы для 2-D уравнения теплопроводности, их устойчивость и аппроксимация. Метод дробных шагов. Свойство полной аппроксимации.
9. Линейное уравнение переноса. Постановка начально-краевой задачи. Примеры явных и неявных двухслойных схем. Область зависимости решения. Число Куранта. Исследование устойчивости двухслойных схем методом Фурье.
10. Первое дифференциальное приближение разностных схем для уравнения переноса. Аппроксимационная вязкость и дисперсия. K -свойство разностных схем.
11. Монотонность схем для линейного уравнения переноса. Признак монотонности. «Барьер Годунова». TVD-схемы. Ограничители. MUSCL-аппроксимация.
12. Уравнение Хопфа. Градиентная катастрофа. Понятие обобщенного решения. Консервативная форма уравнения. Соотношение на сильном разрыве. Искусственная вязкость. Энтропийное условие.
13. 1D уравнения Эйлера в консервативной форме и неконсервативной форме. Якобиан потоковой функции $f' = \partial f / \partial U$, его собственные значения, собственные вектора.
14. Инварианты Римана. Уравнение для энтропии. Корректная постановка начально-краевой задачи для уравнений Эйлера.
15. Соотношения на разрыве. Энтропийное условие. Ударные волны, контактные разрывы. Простые волны. Задача о распаде произвольного разрыва. Тест Сода для уравнений Эйлера.
16. Методы приближенного решения уравнений Эйлера: характеристик, Лакса-Фридрихса, Лакса-Вендрофа, Мак-Кормака. Идея метода Годунова. Схемы повышенного порядка аппроксимации по пространству (TVD и ENO).

Раздел 3. Испытание объектов: техника и методы.

1. Типы лазеров. Физические основы работы и основные параметры.
2. Дифракция и интерференция света.
3. Приемники на основе внутреннего фотоэффекта (фотодиоды и фотосопротивления) и внешнего фотоэффекта (фотоэлементы, ФЭУ). Тепловые приемники излучения.
4. Панорамные измерители скорости потоков. Основы метода. PIV и PTV диагностика. Применение в газодинамическом эксперименте.
5. Метод лазерного «ножа». Основы метода и схемные решения. Применение в газодинамическом эксперименте.
6. Теневые и шлирен-методы визуализации течений. Применение в аэродинамическом эксперименте.
7. Лазерная доплеровская анемометрия. Основные схемы, применение ЛДА.
8. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока и постоянного сопротивления. Блок-схемы ТПС и ТПТ.
9. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Получение аналитических выражений для коэффициентов чувствительности датчиков при постоянном сопротивлении датчика.
10. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометров постоянного тока.

11. Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного.
12. Методы диаграмм пульсаций Коважного: частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод для сверхзвуковых скоростей
13. Акустическая мода пульсаций при дозвуковых скоростях. Диаграммы пульсаций для частных случаев ориентации плоских звуковых волн.
14. Акустическая мода пульсаций при больших дозвуковых скоростях для точечного источника звука.
15. Уравнение теплоотдачи для датчиков термоанемометра с учетом тепловой инерции нити при постоянном токе. Постоянная времени проволоочного датчика термоанемометра.
16. Типы и основные характеристики датчиков термоанемометра. Особенности применения, выбор диаметра и длины нити. Шумы и помехи. Тензоэффект.

Раздел 4 «Методология научных исследований в области гидроаэродинамики и баллистики»

Элементы тензорного анализа.

1. Закон преобразование компонент тензора при преобразовании системы координат.
2. Ковариантное дифференцирование.
3. Метрический тензор и тензор Леви-Чивиты.

Уравнения механики сплошных сред.

4. Тензор деформаций.
5. Тензор напряжений.
6. Уравнение неразрывности и уравнение движения.
7. Уравнение энергии и второй закон термодинамики.

Уравнение состояния.

8. Система уравнений идеального газа.
9. Система уравнения вязкого теплопроводного газа.
10. Уравнение состояния упругого тела.

2 Паспорт выпускной квалификационной работы

2.1 Обобщенная структура защиты выпускной квалификационной работы (ВКР)

Обобщенная структура защиты ВКР приведена в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1

Коды компетенций	Показатели сформированности	Разделы и этапы ВКР
ОК.1	знать основные методологические концепции современной науки	Введение, цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОК.2	выстроить индивидуальную образовательную траекторию профессионального роста	Введение, цели и задачи

ОК.3	творчески адаптироваться к конкретным условиям выполняемых задач	Введение, цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОК.4	самостоятельно обучаться новым методам исследований	Обзор литературы
ОК.5	знать терминологию профессиональной сферы деятельности на иностранном языке	Обзор литературы
ОК.5	уметь читать и реферировать литературу на иностранном языке	Обзор литературы
ОК.6	знание основ организации исследовательских и проектных работ	Введение
ОК.7	организовать работу небольшого коллектива	Введение
ОК.8	основных методов и средств информационных технологий	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОК.9	самостоятельно приобретать новые знания с помощью информационных технологий	Обзор литературы
ОК.10	использовать современные приборы и оборудование	Исследовательская (проектная) часть
ОК.11	основ правовой деятельности в области научных исследований	Введение
ОК.12	перспектив профессионального роста	Введение, цели и задачи
ОК.13	основ профориентационной деятельности	Введение
ОК.14	основ экономики научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Исследовательская (проектная) часть
ОК.14	пользоваться основами экономики и менеджмента в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Исследовательская (проектная) часть
ОК.15	пользоваться компьютером как средством решения различных задач и управления информацией	Исследовательская (проектная) часть. Защита ВКР
ОПК.1	основ механики жидкости и газа	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОПК.1	применять фундаментальные знания в области механики сплошной среды, динамики движения и управления объектов	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОПК.2	знание основ формулирования и решения сложных задач в области гидроаэродинамики	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОПК.2	пользоваться методами формулирования, решения, и анализа сложных инженерных задач в области гидроаэродинамики	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть, заключение

ОПК.3	основ получения, сбора, систематизации и анализа информации в области гидроаэродинамических объектов различного назначения	Обзор литературы, Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть, заключение
ОПК.3	систематизировать и анализировать информацию в области гидроаэродинамических объектов различного назначения	Обзор литературы
ОПК.4	основных проблем в различных областях механики	Обзор литературы
ОПК.5	основных перспектив развития различных направлений в области механики сплошной среды	Введение
ОПК.5	пользоваться перспективными подходами и методами в решении задач в области гидроаэродинамики	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ОПК.6	перспектив саморазвития и самосовершенствования в будущей профессии	Введение
ОПК.6	самостоятельно обучаться	Введение, исследовательская (проектная) часть
ПК.11	основ численных методов и моделей, применяемых при решении задач баллистики и гидроаэродинамики	Исследовательская (проектная) часть
ПК.11	проводить численные эксперименты в области баллистики и гидроаэролиники	Исследовательская (проектная) часть
ПК.12	методов критического анализа данных информационных ресурсов	Обзор литературы
ПК.12	анализировать результаты, полученные в процессе научных исследований	Исследовательская (проектная) часть, заключение
ПК.13	взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования	Исследовательская (проектная) часть
ПК.13	технологии научных исследований	Исследовательская (проектная) часть
ПК.13	применять различные методы решения поставленных задач	Исследовательская (проектная) часть
ПК.14	методов анализа и синтеза изучаемых явлений	Исследовательская (проектная) часть
ПК.14	разрабатывать математические модели процессов и объектов	Исследовательская (проектная) часть
ПК.14	критически резюмировать полученную информацию	Исследовательская (проектная) часть, заключение
ПК.15	принимать обоснованные решения по результатам проведенного анализа	Исследовательская (проектная) часть, заключение

ПК.16	Использовать современные методы обработки и анализа результатов	Исследовательская (проектная) часть, заключение
ПК.17	способов формализации поставленных задач	Исследовательская (проектная) часть, заключение
ПК.17	осуществлять выбор путей решения поставленных задач	Цели и задачи, исследовательская (проектная) часть
ПК.18	методов математической обработки результатов эксперимента	Исследовательская (проектная) часть
ПК.18	пользоваться современным экспериментальным оборудованием и приборами	Исследовательская (проектная) часть
ПК.19	основных требований, предъявляемых к оформлению отчета по научной работе	Все разделы ВКР
ПК.19	изложить полученные результаты в соответствии с заданными требованиями	Защита ВКР
ПК.19	подготовить презентацию для выступления на научной конференции	Защита ВКР
ПК.20	последствий неправомерного использования интеллектуальной собственности	Защита ВКР
ПК.20	вести защиту интеллектуальной собственности	Все разделы ВКР. Защита ВКР

2.2 Структура выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- введение (включающее актуальность выбранной тематики),
- цели и задачи,
- обзор литературы,
- исследовательская (проектная) часть,
- заключение,
- список использованных источников (в том числе источники на иностранном языке),
- приложения (при необходимости).

2.3 Методика оценки выпускной квалификационной работы

2.3.1 Выпускная квалификационная работа оценивается на заседании ГЭК. Члены ГЭК оценивают содержание работы и ее защиту, включающую доклад и ответы на вопросы, по критериям, приведенным в разделе 2.4.

2.3.2 Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК с учетом оценки руководителя работы. Итоговая оценка по результатам защиты выпускной квалификационной работы выставляется по 100-балльной шкале, по буквенной шкале ECTS и в традиционной форме (в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки достижений студентов НГТУ).

2.4 Критерии оценки ВКР

Критерии оценки выпускной квалификационной работы приведены в таблице 2.4.1. На основании приведенных критериев при оценке ВКР делается вывод о сформированности соответствующих компетенций на разных уровнях.

Таблица 2.4.1

Критерии оценки ВКР	Уровень сформированности компетенций	Диапазон баллов
• структура и оформление ВКР полностью соответствует всем предъявляемыми требованиями • исследование проведено глубоко и полно, тема раскрыта • в работе отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, аргументация полученных выводов достаточная • отзыв руководителя не содержит замечаний • представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью • ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, с достаточной аргументацией и свидетельствуют о полном владении материалом исследования	Продвинутый	87-100
• структура и оформление ВКР отвечает большинству предъявляемых требований • исследование проведено в полном объеме, тема раскрыта • в работе отражены и обоснованы положения, выводы, подтверждены актуальность и значимость работы, но аргументация полученных выводов не достаточно полная • отзыв руководителя не содержит принципиальных замечаний • представление работы в устном докладе отражает основные полученные результаты, иллюстративный материал отличается наглядностью • ответы на вопросы комиссии сформулированы четко, но с недостаточной аргументацией	Базовый	73-86
• структура и оформление ВКР отвечает большинству предъявляемых требований • тема исследования раскрыта не достаточно полно • выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость работы • отзыв руководителя содержит не более двух принципиальных замечаний • в устном докладе представлены основные полученные результаты, но есть недочеты в иллюстративном материале • ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточно полном владении материалом исследования	Пороговый	50-72
• структура и оформление ВКР не отвечает большинству предъявляемых требований • тема исследования не раскрыта • выводы и положения в работе недостаточно обоснованы, не подтверждены актуальность и значимость	Ниже порогового	0-50

работы • отзыв руководителя содержит более двух принципиальных замечаний • представление работы в устном докладе не отражает основные полученные результаты, есть существенные недочеты в иллюстративном материале • ответы на вопросы комиссии свидетельствуют о недостаточном владении материалом исследования		
---	--	--

Составитель _____ С.Д. Саленко
(подпись)

«____» _____ 2017 г.