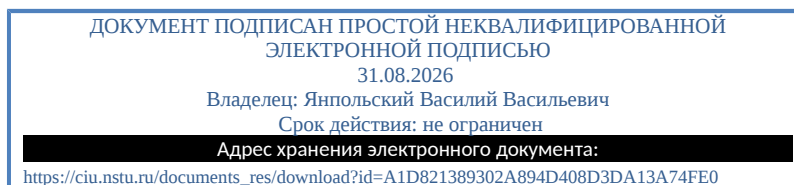


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Аэрогидродинамики

“УТВЕРЖДАЮ”

Первый проректор В.В. Янпольский



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Гидроаэродинамика

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2025

Новосибирск 2026

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 05.02.18 №86 (зарегистрирован Минюстом России 27.02.18, регистрационный №50163)

Программа разработана кафедрой аэрогидродинамики

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 31.08.2026 г.

декан ФЛА:

д.т.н., доцент Д.А. Чинахов

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 05.02.18 №86 (зарегистрирован Минюстом России 27.02.18, регистрационный №50163)

Программу разработал:

к.т.н., доцент А.Д. Обуховский _____

Программа разработана
кафедрой Аэрогидродинамики

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 № 7 от 02.07.2024 г.

декан ФЛА:

д.т.н., доцент Д.А. Чинахов _____

1 Обобщенная структура государственной итоговой аттестации

Государственная итоговая аттестация по направлению 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика (магистерская программа: Гидроаэродинамика) включает: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ГЭ) и Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

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

Код и наименование компетенции выпускника	Индикаторы компетенций	ГЭ	ВКР
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий			
	УК-1.1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	-	+
	УК-1.2 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.	-	+
	УК-1.3 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	+	+
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла			
	УК-2.1 Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами.	-	+
	УК-2.2 Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	-	+
	УК-2.3 Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.	-	+

УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели			
	УК-3.1 Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства.	-	+
	УК-3.2 Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; - разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели.	-	+
	УК-3.3 Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.	-	+
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия			
	УК-4.1 Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия.	-	+
	УК-4.2 Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия.	-	+
	УК-4.3 Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.	-	+
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия			
	УК-5.1 Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного	-	+

	разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.		
	УК-5.2 Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	-	+
	УК-5.3 Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия.	-	+
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки			
	УК-6.1 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.	-	+
	УК-6.2 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.	-	+
	УК-6.3 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.	-	+
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте			
	ОПК-1.1 Знать основные положения математики, естественных и социальноэкономических наук	-	+
	ОПК-1.2 Уметь развивать полученные знания и применять их для решения нестандартных задач.	+	+

	ОПК-1.3 Владеть способами адаптации к работе в новой среде.	-	+
ОПК-2 Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий			
	ОПК-2.1 Знать общие принципы постановки и решения проектных и конструкторских задач.	-	+
	ОПК-2.2 Уметь ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности в рамках современных информационных технологий	-	+
	ОПК-2.3 Владеть навыками использования современных информационных технологий при решении профессиональных задач	+	+
ОПК-3 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы			
	ОПК-3.1 Знать новые научные принципы и методы исследований в области профессиональной деятельности	+	+
	ОПК-3.2 Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований.	-	+
	ОПК-3.3 Владеть методами поиска и анализа научной и патентной литературы	-	+
ОПК-4 Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов			
	ОПК-4.1 Знать методологические основы оценки экономической эффективности технических решений	-	+
	ОПК-4.2 Уметь применять критерии и методы технико-экономического обоснования конструктивно-технологических решений	-	+
	ОПК-4.3 Владеть навыками анализа себестоимости продукции	-	+
ОПК-5 Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и			

ракетно-космической техники			
	ОПК-5.1 Знать способы генерирования новых идей в профессиональной деятельности.	-	+
	ОПК-5.2 Уметь разрабатывать и реализовывать новые подходы и методы решения профессиональных задач	-	+
	ОПК-5.3 Владеть методологией научного поиска	-	+
ОПК-6 Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров			
	ОПК-6.1 Знать передовые методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров	-	+
	ОПК-6.2 Уметь разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров	-	+
	ОПК-6.3 Владеть навыками анализа влияния аэродинамических и баллистических параметров на характеристики объектов ракетно-космической техники	-	+
ОПК-7 Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов			
	ОПК-7.1 Знать способы учета аэродинамических и баллистических параметров ракет и космических аппаратов при физическом и численном моделировании	-	+
	ОПК-7.2 Уметь выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов на основе анализа результатов моделирования	-	+
	ОПК-7.3 Владеть навыками проведения и анализа результатов физического и численного моделирования	-	+
ПК-4.В/НА Способен оценивать динамические характеристики систем управления			
	ПК-4.В/НА.1 Умеет рассчитывать динамические характеристики систем	-	+

	управления		
	ПК-4.В/НА.2 Знает основные законы функционирования систем управления	-	+
ПК-5.В/НА Способен определять аэродинамические нагрузки, действующие на летательный аппарат			
	ПК-5.В/НА.1 Умеет применять методы аэрофизических исследований для нахождения динамических нагрузок	+	+
	ПК-5.В/НА.2 Знает методы определения аэродинамических нагрузок	-	+
ПК-6.В/НА Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей.			
	ПК-6.В/НА.1 Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	-	+
	ПК-6.В/НА.2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	-	+

2 Содержание и порядок организации государственного экзамена

2.1 Государственный экзамен по направлению 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика (магистерская программа: Гидроаэродинамика) проводится очно по билетам в устной форме.

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

2.3 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:

- задание на выпускную квалификационную работу,
- аннотация,
- содержание (перечень разделов),
- введение (включающее актуальность выбранной тематики),
- цели и задачи исследования,
- аналитический 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 Результаты защиты ВКР объявляются в тот же день после оформления протоколов заседания ГЭК

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

4 Источники

4.1 Основные источники

1. Киселев С. П. Теоретическая аэрогидродинамика : [учебное пособие] / С. П. Киселев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2021.- 309, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000243900
- 2 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. - Новосибирск, 2011. - 642 с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157312

4.2 Дополнительные источники

1. Балаганский И. А. Основы баллистики и аэродинамики : [учебное пособие] / И. А. Балаганский ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, 2017.- 198, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236951
2. Саленко С. Д. Динамика полета. Ч. 2 : учебное пособие / С. Д. Саленко, А. Д. Обуховский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 126, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000220085

4.3 Методическое обеспечение

1. 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
2. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. - 61, [1] с.: табл.. URL: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022

4.4 Интернет-источники

1. Coursera <https://www.coursera.org/>
2. Уголок неба. Большая авиационная энциклопедия. <http://www.airwar.ru/>

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

“УТВЕРЖДАЮ”

Первый проректор В.В. Янпольский

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026

Владелец: Янпольский Василий Васильевич

Срок действия: не ограничен

Адрес хранения электронного документа:

https://ciu.nstu.ru/documents_res/download?id=A1D821389302A894D408D3DA13A74FE0

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль): Гидроаэродинамика

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки по образовательной программе: 2025

Новосибирск 2026

1 Паспорт государственного экзамена

1.1 Обобщенная структура государственного экзамена

Обобщенная структура государственного экзамена приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1

Код и наименование компетенции студента	Индикаторы компетенций	Вопросы
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
	УК-1.3 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	8,9,10,1,12,13,14,15,16,17,18,19,,22,23,24,25,26,27,28,29,31,32,35,36,37,38,39,40,41,42,,46,47,48,49,50, ,52,53,57,58
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте		
	ОПК-1.2 Уметь развивать полученные знания и применять их для решения нестандартных задач.	1,2,,6,7,8,9,10, 11, 14,15,16,17,9,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,,33,34,35,36,37,38,39,2,43,44,45,46,47,48,49,50,51,53,54,55,58
ОПК-2 Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий		
	ОПК-2.3 Владеть навыками использования современных информационных технологий при решении профессиональных задач	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,
ОПК-3 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы		
	ОПК-3.1 Знать новые научные принципы и методы исследований в области профессиональной деятельности	1,,3,4,5,8,17,18,19,20,21,22,23,24,,27,28,29,30,31,32,,34,35,,39,40,41,42,43,44,47,48,49,50,51,52,53,54,55,58
ПК-5.В/НА Способен определять аэродинамические нагрузки, действующие на летательный аппарат		
	ПК-5.В/НА.1 Умеет применять методы аэрофизических исследований для нахождения динамических нагрузок	1,2,3, ,6,7,8,9,10, 11, 15,16,33,34,35,36,37,38,39,40,,44,45,46,47,48,49,50,53,54,55,56,57,58

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)

«_____» _____ 2024

г.

1.3 Методика оценки

Билеты к экзамену формируются из вопросов, представленных в пункте 1.5.

Билет содержит четыре теоретических вопроса.

Билет формируется по следующему правилу:

Первый вопрос выбирается из перечня вопросов с 1 по 16.

Второй вопрос выбирается из перечня вопросов с 17 по 32.

Третий вопрос выбирается из перечня вопросов с 33 по 48.

Четвертый вопрос выбирается из перечня вопросов с 49 по 58.

Экзамен проводится в устной форме с обязательным составлением 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 и соотнесенных с ними индикаторов на разных уровнях.

Соответствие уровней компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, критериев оценки и баллов по 100-балльной шкале приведено в таблице 1.4.1.

Согласованная итоговая оценка выставляется на основании оценок членов ГЭК. Итоговая оценка по результатам ГЭ 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**).

Таблица 1.4.1

Критерии оценки	Уровень сформированности компетенций	Диапазон баллов
Теоретический материал освоен глубоко и в полном объеме. На все вопросы экзаменационного билета студент ответил правильно и емко, продемонстрировал уверенное владение материалом по всем дополнительным вопросам, заданным членами государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на продвинутом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Продвинутый	87-100
Теоретический материал освоен. Студент правильно ответил на все вопросы экзаменационного билета, но испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на базовом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Базовый	73-86
Теоретический материал освоен на уровне общего представления. Студент недостаточно полно ответил вопросы экзаменационного билета, допустил ряд существенных неточностей и испытывал серьезные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Вся совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, сформирована на пороговом уровне, что позволяет осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Пороговый	50-72
Студент продемонстрировал незнание значительной части теоретического материала и не ответил на вопросы экзаменационного билета. Совокупность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов, установленных программой магистратуры, не сформирована, что не позволит осуществлять деятельность в соответствующей профессиональной области, сфере и решать профессиональные задачи.	Ниже порогового	0-50

1.5. Примерный перечень теоретических вопросов

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.
17. Методы решения СЛАУ: прямые, итерационные. Метод прогонки.
18. Методы решения задачи Коши для ОДУ. Явные, неявные методы. Методы Рунге-Кутты, Адамса. Жесткие ОДУ.
19. Методы решения краевой задачи для ОДУ 2 порядка: конечных разностей, коллокаций, Рунге, конечных элементов.
20. 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.
21. 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.
22. Устойчивость явных разностных схем для 1-D уравнения теплопроводности. Исследование устойчивости двух- и трехслойных схем методом Фурье.
23. Неявные схемы для 1-D уравнения теплопроводности, их устойчивость. Принцип Куранта-Фридрихса-Леви.
24. Явные и неявные конечно-разностные схемы для 2-D уравнения теплопроводности, их устойчивость и аппроксимация. Метод дробных шагов. Свойство полной аппроксимации.
25. Линейное уравнение переноса. Постановка начально-краевой задачи. Примеры явных и неявных двухслойных схем. Область зависимости решения. Число Куранта. Исследование устойчивости двухслойных схем методом Фурье.
26. Первое дифференциальное приближение разностных схем для уравнения переноса. Аппроксимационная вязкость и дисперсия. К-свойство разностных схем.
27. Монотонность схем для линейного уравнения переноса. Признак монотонности. «Барьер Годунова». TVD-схемы. Ограничители. MUSCL-аппроксимация.
28. Уравнение Хопфа. Градиентная катастрофа. Понятие обобщенного решения. Консервативная форма уравнения. Соотношение на сильном разрыве. Искусственная вязкость. Энтропийное условие.
29. 1D уравнения Эйлера в консервативной форме и неконсервативной форме. Якобиан потоковой функции $f' = \partial f / \partial U$, его собственные значения, собственные вектора.
30. Инварианты Римана. Уравнение для энтропии. Корректная постановка начально-краевой задачи для уравнений Эйлера.
31. Соотношения на разрыве. Энтропийное условие. Ударные волны, контактные разрывы. Простые волны. Задача о распаде произвольного разрыва. Тест Сода для уравнений Эйлера.
32. Методы приближенного решения уравнений Эйлера: характеристик, Лакса-Фридрихса, Лакса-Вендрофа, Мак-Кормака. Идея метода Годунова. Схемы повышенного порядка аппроксимации по пространству (TVD и ENO).
33. Типы лазеров. Физические основы работы и основные параметры.

34. Дифракция и интерференция света.
35. Приемники на основе внутреннего фотоэффекта (фотодиоды и фотосопротивления) и внешнего фотоэффекта (фотоэлементы, ФЭУ). Тепловые приемники излучения.
36. Панорамные измерители скорости потоков. Основы метода. PIV и PTV диагностика. Применение в газодинамическом эксперименте.
37. Метод лазерного «ножа». Основы метода и схемные решения. Применение в газодинамическом эксперименте.
38. Теневые и шлирен-методы визуализации течений. Применение в аэродинамическом эксперименте.
39. Лазерная доплеровская анемометрия. Основные схемы, применение ЛДА.
40. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока и постоянного сопротивления. Блок-схемы ТПС и ТПТ.
41. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Получение аналитических выражений для коэффициентов чувствительности датчиков при постоянном сопротивлении датчика.
42. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометров постоянного тока.
43. Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного.
44. Методы диаграмм пульсаций Коважного: частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод для сверхзвуковых скоростей
45. Акустическая мода пульсаций при дозвуковых скоростях. Диаграммы пульсаций для частных случаев ориентации плоских звуковых волн.
46. Акустическая мода пульсаций при больших дозвуковых скоростях для точечного источника звука.
47. Уравнение теплоотдачи для датчиков термоанемометра с учетом тепловой инерции нити при постоянном токе. Постоянная времени проволоочного датчика термоанемометра.
48. Типы и основные характеристики датчиков термоанемометра. Особенности применения, выбор диаметра и длины нити. Шумы и помехи. Тензоэффект.
49. Закон преобразование компонент тензора при преобразовании системы координат.
50. Ковариантное дифференцирование.
51. Метрический тензор и тензор Леви-Чивиты.
52. Тензор деформаций.
53. Тензор напряжений.
54. Уравнение неразрывности и уравнение движения.
55. Уравнение энергии и второй закон термодинамики.
56. Система уравнений идеального газа.
57. Система уравнения вязкого теплопроводного газа.
58. 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

Код и наименование компетенции студента	Индикаторы компетенций	Разделы и этапы ВКР
УК-1Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
	УК-1.1Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение
	УК-1.2Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.	задание аннотация, введение цели и задачи подготовка доклада защита.
	УК-1.3Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение список источников
УК-2Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
	УК-2.1Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами.	аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-2.2Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта - управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.	аналитический обзор исследовательская часть заклучение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-2.3Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и	задание аннотация, введение

	эффективности проекта.	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
УК-3Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели		
	УК-3.1Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства.	задание цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть приложения подготовка доклада защита.
	УК-3.2Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; - разрабатывать командную стратегию); применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели.	задание заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-3.3Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
УК-4Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия		
	УК-4.1Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия.	аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.

	УК-4.2 Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия.	задание обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-4.3 Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.	задание аннотация, содержание(перечень разделов) введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		
	УК-5.1 Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-5.2 Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.	задание аннотация, заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-5.3 Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия.	задание часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и		

способы ее совершенствования на основе самооценки		
	УК-6.1Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-6.2Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	УК-6.3Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
ОПК-1Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте		
	ОПК-1.1Знать основные положения математики, естественных и социальноэкономических наук	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения

		подготовка доклада защита.
	ОПК-1.2 Уметь развивать полученные знания и применять их для решения нестандартных задач.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	ОПК-1.3 Владеть способами адаптации к работе в новой среде.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
ОПК-2 Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий		
	ОПК-2.13 Знать общие принципы постановки и решения проектных и конструкторских задач.	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	ОПК-2.2 Уметь ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности в рамках современных информационных технологий	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	ОПК-2.3 Владеть навыками использования современных информационных технологий при решении профессиональных задач	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения

		подготовка доклада защита.
ОПК-3Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы		
	ОПК-3.1Знать новые научные принципы и методы исследований в области профессиональной деятельности	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
	ОПК-3.2Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований.	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников
	ОПК-3.3Владеть методами поиска и анализа научной и патентной литературы	аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада защита.
ОПК-4Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов		
	ОПК-4.1Знать методологические основы оценки экономической эффективности технических решений	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение защита.
	ОПК-4.2Уметь применять критерии и методы технико-экономического обоснования конструктивно-технологических решений	задание аннотация, введение список источников приложения подготовка доклада защита.
	ОПК-4.3Владеть навыками анализа себестоимости продукции	исследовательская часть заключение список источников приложения

		подготовка доклада защита.
ОПК-5Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники		
	ОПК-5.1Знать способы генерирования новых идей в профессиональной деятельности.	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения
	ОПК-5.2Уметь разрабатывать и реализовывать новые подходы и методы решения профессиональных задач	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение защита.
	ОПК-5.3Владеть методологией научного поиска	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения подготовка доклада
ОПК-6Способен разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров		
	ОПК-6.1Знать передовые методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения
	ОПК-6.2Уметь разрабатывать и использовать новые подходы и методы расчета объектов ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических параметров	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор
	ОПК-6.3Владеть навыками анализа влияния аэродинамических и баллистических параметров на характеристики объектов ракетно-космической техники	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение

ОПК-7Способен анализировать и обобщать результаты физического и численного моделирования, обоснованно выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов		
	ОПК-7.13нать способы учета аэродинамических и баллистических параметров ракет и космических аппаратов при физическом и численном моделировании	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников
	ОПК-7.2Уметь выбирать аэродинамические и баллистические параметры ракет и космических аппаратов на основе анализа результатов моделирования	задание аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение
	ОПК-7.3Владеть навыками проведения и анализа результатов физического и численного моделирования	аннотация, введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение
ПК-4.В/НАСпособен оценивать динамические характеристики систем управления		
	ПК-4.В/НА.1Умеет рассчитывать динамические характеристики систем управления	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение
	ПК-4.В/НА.2Знает основные законы функционирования систем управления	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заклучение список источников приложения
ПК-5.В/НАСпособен определять аэродинамические нагрузки, действующие на летательный аппарат		
	ПК-5.В/НА.1Умеет применять методы аэрофизических исследований для нахождения динамических нагрузок	аналитический обзор исследовательская часть заклучение список источников приложения

	ПК-5.В/НА.2Знает методы определения аэродинамических нагрузок	введение цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников
ПК-6.В/НА.Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей		
	ПК-6.В/НА.1Знает специфику социально-экономического развития и рынка труда в области профессиональной деятельности в своем регионе.	аналитический обзор исследовательская часть заключение список источников приложения
	ПК-6.В/НА.2Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	цели и задачи аналитический обзор исследовательская часть заключение подготовка доклада защита.

2.2 Структура выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- задание на выпускную квалификационную работу
- аннотация,
- содержание(перечень разделов)
- введение (включающее актуальность выбранной тематики),
- цели и задачи исследования,
- аналитический 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 подлежит обязательной публичной защите на заседании ГЭК. Члены ГЭК оценивают содержание работы и ее защиту, включающую доклад и ответы на вопросы, по критериям, приведенным в разделе 2.5.

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 2.5.1

Критерии оценки ВКР	Уровень сформированности и компетенций	Диапазон баллов
- ВКР носит самостоятельный характер; - актуальность темы обоснована; - результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне и высокий уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности; - представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты; - защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР; - ответы студента на вопросы комиссии аргументированы и свидетельствуют о глубоком владении изученным материалом; - структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ; - ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента; - оригинальность текста ВКР близка к максимальным значениям.	Продвинутый	87-100
- ВКР носит самостоятельный характер; - актуальность темы обоснована; - результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне и достаточный уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности; - представление работы в устном докладе полностью отражает полученные результаты; - защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР; - ответы студента на вопросы комиссии аргументированы и свидетельствуют о хорошем владении изученным материалом; - структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ; - ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента - оригинальность текста ВКР существенно превышает минимально допустимую долю (%).	Базовый	73-86
- ВКР носит самостоятельный характер; - актуальность темы обоснована; - результаты по теме ВКР аргументированы, самостоятельны, отображают сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне и достаточный уровень подготовленности студента к самостоятельной профессиональной деятельности; - представление работы в устном докладе отражает полученные результаты; - защита сопровождается наглядной презентацией результатов ВКР; - ответы студента на вопросы комиссии свидетельствуют о владении изученным материалом; - структура и оформление ВКР соответствует требованиям НГТУ; - ВКР имеет положительный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ; - оригинальность текста ВКР незначительно превышает	Пороговый	50-72

минимально допустимую долю (%).		
- ВКР носит не самостоятельный характер; - актуальность темы не обоснована; - результаты по теме ВКР отображают не сформированность компетенций и соотнесенных с ними индикаторов и не подготовленность студента к самостоятельной профессиональной деятельности; - представление работы в устном докладе не отражает полученные результаты; - защита сопровождается презентацией; - ответы студента на вопросы комиссии свидетельствуют фрагментарном владении материалом; - ВКР выполнена с нарушениями требований НГТУ к структуре и оформлению данного типа работ; - ВКР имеет отрицательный отзыв научного руководителя и рецензию рецензента ; - минимально допустимая доля оригинального текста ВКР ниже установленного процента.	Ниже порогового	0-50

Составитель _____ А.Д. Обуховский
(подпись)

«____» _____ 2024 г.