

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.05.2026 01:04:46
Уникальный программный ключ:
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda7096a877fe1f7



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 1 из 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Фонд оценочных средств
для промежуточной аттестации**

по дисциплине

Аэрогазодинамический эксперимент

Направление подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
*Методы математического моделирования
в ракетно-космической технике*

Присваиваемая квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Миасс 2026 г.

01.04.02 Прикладная математика и информатика, Методы математического моделирования в ракетно-космической технике, Аэрогазодинамический эксперимент, 2026, очная

Фонд оценочных средств одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом Миасского филиала ФГБОУ ВО "ЧелГУ"

Протокол заседания № 8 от 24.02.2026

Председатель Ученого совета
Миасского филиала ФГБОУ ВО
"ЧелГУ"

согласовано

Т.В. Малькова

Заседанием кафедры прикладной математики

Протокол заседания № 6 от 30.01.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

Е.В. Дутикова

Автор (составитель)

Г.Ф. Костин

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 3 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: *01.04.02 Прикладная математика и информатика*
Направленность (профиль): *Методы математического моделирования в ракетно-космической технике*
Дисциплина: *Аэрогазодинамический эксперимент*
Семестры изучения: *2*
Форма промежуточной аттестации: *экзамен*

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Аэрогазодинамический эксперимент» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций в соответствии с ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-2	Способен к расчету тепловых режимов изделий РКТ	ПК-2.1. Знает методы математического моделирования тепловых процессов, основы теории теплопередачи, ПК-2.2. Демонстрирует умение производить необходимые расчеты и обоснования, принятые при разработке технических решений по определению теплового режима. ПК-2.3. Имеет практический опыт применения специального программного обеспечения при проведении тепловых расчетов.	<i>Знать</i> современные методы физических исследований моделей летательных аппаратов в аэродинамических трубах. <i>Уметь</i> применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэрогазодинамических характеристик. <i>Владеть</i> навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэрогазодинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений.
ПК-3	Способен к разработке	ПК-3.1. Знает основы теории движения	<i>Знать</i> теоретическую основу экспериментальных



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»


Версия документа - 1

стр. 4 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	алгоритмов решения задач динамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов	космических аппаратов, математические методы разработки алгоритмов и моделирования полетов космических аппаратов. ПК-3.2. Демонстрирует умение разрабатывать модели динамики движения, аэродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов. ПК-3.3. Имеет навыки разработки алгоритмов решения задач аэрогазодинамики, гидродинамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.	аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов. <i>Уметь</i> выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы автоматизированных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем. <i>Владеть</i> практическими навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Обладает знаниями особенностей и правил личной и профессиональной устной и письменной коммуникации, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2. Демонстрирует умение применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия в ситуации устной и письменной коммуникации, в том	<i>Знать</i> технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке. <i>Уметь</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык. <i>Владеть</i> навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 5 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.3. Имеет навыки академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	
--	--	--	--

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/ п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Наименовани е оценочного средства для текущего контроля	Наименова ние оценочного средства на промежуто чной аттестации
1	Экспериментальные исследования процессов подводного старта	УК-4 <i>Знает</i> технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке. <i>Умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык. <i>Владеет</i> навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке ПК-3 <i>Знает</i> теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов.	Практические работы, перевод статьи	Вопросы к экзамену
2	Экспериментальное определение гидродинамических характеристик тел вращения	ПК-2 <i>Умеет</i> применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэрогазодинамических характеристик.	Практические работы	Вопросы к экзамену
3	Экспериментальное	ПК-2	Практические	Вопросы к



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1


стр. 6 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	определение аэрогазодинамических характеристик тел вращения	<i>Владеет</i> навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэрогазодинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений.	работы	экзамену
4	Аэробаллистический эксперимент	УК-4 <i>Знает</i> технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке. <i>Умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык. <i>Владеет</i> навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке ПК-3 <i>Владеет</i> практическими навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками разработки алгоритмов решения задач динамики, баллистики и управления полетом космических аппаратов.	Практические работы, перевод статьи	Вопросы к экзамену
5	Методы и средства измерений при гидрогазодинамических исследованиях	ПК-2 <i>Знает</i> современные методы физических исследований моделей летательных аппаратов в аэродинамических трубах. ПК-3 <i>Умеет</i> выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы автоматизированных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем.	Практические работы	Вопросы к экзамену

Практические работы, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине. Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 7 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3.2 Содержание оценочных средств для текущей аттестации

Практические работы

Предусмотренный программой курса цикл работ содержит как непосредственное выполнение лабораторного практикума студентами, так и их участие в экспериментально-исследовательских работах, проводимых АО «ГРЦ Макеева». Этот лабораторный практикум предназначен для ознакомления с экспериментальными методами и средствами гидроаэрогазодинамических исследований, должен способствовать более глубокому усвоению лекционной части курса, пониманию физического смысла рассматриваемых вопросов и привитию навыков использования современной измерительной аппаратуры.

Практическая работа №1. Отстрелы модельных двигателей.


Расчёт модельного порохового двигателя. Отработка режимов двигателя на газодинамическом стенде. Измерения внутрикамерного давления, температуры.

Практическая работа №2. Глубоководный газодинамический стенд.

Модель изделия. Модель шахтной установки. Энергоузел. Расчёт параметров движения и внутришахтных газодинамических процессов для конкретной модели изделия, модели шахтной установки и модели энергоузла. Средства измерения. Требования к средствам измерения. Исследования параметров движения в шахте, внутришахтных газодинамических процессов при движении модели изделия в шахте (пуски на глубоководном газодинамическом стенде). Анализ результатов пусков.

Практическая работа №3. Гидробаллистический бассейн.

Баллистическая модель изделия. Модель шахтной установки. Энергоузел. Расчёт параметров процессов подводного старта для конкретной баллистической модели, модели шахтной установки, модели энергоузла. Средства измерения. Требования к средствам измерения. Бортовой регистратор для регистрирования измеряемых параметров. Исследования процессов подводного старта при старте баллистической модели из модельной шахтной установки (пуски в гидробаллистическом бассейне). Анализ результатов пусков. Тензометрическая модель изделия. Модель шахтной установки. Энергоузел. Расчёт гидродинамических нагрузок при

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 8 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

старте конкретной тензометрической модели из модельной шахтной установки. Средства измерения. Требования к средствам измерения. Исследования гидродинамических нагрузок при старте тензометрической модели из модельной шахтной установки (пуски в гидробаллистическом бассейне). Анализ результатов пусков.

Практическая работа №4. Большая скоростная гидродинамическая труба с горизонтальным рабочим участком.


Модели изделий и их элементов для испытаний в гидродинамической трубе. Эталонные модели. Гидродинамические трёхкомпонентные весы «Тритон ЗПС-3» и «Тритон-ЗПС-4». Средства измерения параметров скоростного потока воды в рабочем участке гидротрубы, углов атаки модели. Весовые испытания модели в гидродинамической трубе при сплошном и двухфазном обтеканиях (проливка конкретной модели, первичная обработка экспериментальных данных). Определение позиционных гидродинамических характеристик модели (коэффициентов продольной силы, нормальной силы и продольного момента) по полученным экспериментальным данным. Анализ результатов испытаний.

Практическая работа №5. Большая скоростная гидродинамическая труба с вертикальным рабочим участком.

Особенности проведения испытаний при наддуве и вакуумировании гидродинамической трубы. Каверны в горизонтальных и вертикальных потоках жидкости (особенности и отличия). Испытания типовой модели изделия с кавитатором в вертикальном потоке жидкости. Развитые естественная (паровая) и искусственная (газовая) каверны в вертикальном потоке жидкости. Определение числа кавитации потока. Определение числа кавитации для развитой каверны. Изучение параметров и структуры каверны на прозрачных полумоделях. Влияние чисел Фруда и кавитации на геометрические параметры осесимметричной развитой каверны (длина каверны, наибольший диаметр поперечного сечения каверны) в вертикальном потоке жидкости. Построение графических зависимостей.

Практическая работа №6. Газодинамические барокамеры.

Большой вакуумно-динамический стенд ГРЦ. Типовые модели для проведения экспериментальных исследований в газодинамических барокамерах. Основные средства измерения. Участие в типовом

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 9 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

эксперименте на газодинамической барокамере или большом вакуумно-динамическом стенде.

Практическая работа №7. Математическая обработка результатов эксперимента.

Ошибки измерений (грубые, систематические, случайные). Косвенные измерения. Методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик. Обработка данных при определении безразмерного коэффициента силы лобового сопротивления осесимметричного тела вращения.

Перевод текста

Англоязычные научные статьи для перевода могут быть взяты из Вестника РФФИ, издание на английском языке.

3.3. Критерии оценивания по видам оценочных средств

Критерии оценивания практической работы:

"Отлично"


- 1) магистрант легко ориентируется в содержании учебного материала, свободно пользуется понятийным аппаратом;
- 2) обладает умением связывать теорию с практикой;
- 3) знает и правильно применяет формулы;
- 4) решение задачи записано понятно, аккуратно, последовательно;
- 5) записан правильный ответ

"Хорошо"

- 1) магистрант демонстрирует полное освоение теоретического материала, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач;
- 2) знает и применяет формулы, но допускает небольшие неточности;
- 3) решение задачи записано, но не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;
- 4) записан правильный ответ

"Удовлетворительно"

- 1) магистрант демонстрирует неполное освоение теоретического материала, плохо владеет понятийным аппаратом, плохо ориентируется в изученном материале;

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 10 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2) знает отдельные формулы, но допускает значительные неточности в их применении;

3) решение задачи записано неверно, не приведены формулы, с помощью которых были проведены расчеты;

4) записан правильный ответ

"Неудовлетворительно"

1) магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания;

2) не может применять знания для решения практических задач;

3) решение задачи записано неверно либо отсутствует;

4) записан неправильный ответ либо не записан ответ

Работа, по результатам проверки которой выставлена оценка **«Неудовлетворительно»**, возвращается магистранту на доработку. Магистрант не может быть допущен до сдачи экзамена до тех пор, пока не представит исправленную работу.


Критерии оценивания перевода статьи

“5” – «отлично» (96-100 баллов) «зачтено» – 100 – 75% понимания основного содержания текста, студент умеет свободно (почти свободно) и аргументировано высказываться, обстоятельно излагать содержание прочитанного, логически выстраивать свое сообщение, развивать отдельные положения и делать соответствующие выводы, изложение оформлено правильно грамматически и лексически.

“4” – «хорошо» (76-95 баллов) «зачтено» – 75% понимания основного содержания текста, студент может кратко излагать содержание прочитанного обосновать и объяснить свои взгляды, в изложении допускаются 2-3 незначимые грамматические или лексические ошибки.

“3” – «удовлетворительно» (60-75 балл) «зачтено» – 75 – 50% понимания основного содержания текста, студент может использовать простые фразы и предложения, но недостаточно понятно и обстоятельно излагать содержание прочитанного, в изложении 2-3 грамматические или лексические ошибки.

"2" – «неудовлетворительно» (0-60 балл) «не зачтено» – менее 50% понимания основного содержания текста, искажение содержания, превышение количества грамматических и лексических ошибок, студент владеет недостаточным словарным запасом, затрудняется в изложении прочитанного.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 11 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения и содержание оценочных средств промежуточной аттестации

Экзамен проводится в форме письменно-устного опроса. На письменный ответ магистранта отводится 40 минут, затем ответ проверяется преподавателем, при необходимости могут быть заданы уточняющие вопросы.

Вопросы для экзамена

1. Необходимость проведения наземной (лабораторной) гидроаэрогазодинамической отработки. Основные этапы отработки.
2. Основные проблемы, связанные с подводным стартом.
3. Способы подводного старта, их основные особенности и отличия.
4. Способы снижения гидродинамических нагрузок при подводном старте.
5. Основные аналитические зависимости подводного старта.
6. Физические процессы, сопровождающие подводный старт модели изделия из шахты.
7. Этапы подводного старта, их характерные особенности.
8. Моделирование подводного старта, основные критерии подобия.
9. Основные требования к оборудованию для экспериментальных исследований подводного старта.
10. Гидробаллистические установки (отечественные и зарубежные) для экспериментальных исследований подводного старта. Основные системы и элементы этих установок.
11. Баллистические модели и тензомодели для экспериментальных исследований подводного старта. Их особенности и отличия. Требования к моделям.
12. Аналитические зависимости расчёта силы тяги модельного твердотопливного двигателя. Методика и оборудование для экспериментального определения силы тяги и давления модельного РДДТ.
13. Методика экспериментального определения гидродинамических и шахтных параметров при движении модели изделия в шахте (глубоководный газодинамический стенд).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики			
Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 12 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

14. Методика экспериментального определения гидродинамических нагрузок с использованием тензометрических моделей (гидробаллистический бассейн).

15. Методика исследований процессов подводного старта (после выхода из шахты) при движении модели изделия на подводном участке (гидробаллистический бассейн).

16. Средства измерения, применяемые при исследованиях процессов подводного старта. Требования к ним. Бортовой регистратор для регистрирования измеряемых параметров.

17. Метод газогидравлической аналогии при изучении и исследовании процессов подводного старта.

18. Общие зависимости для гидродинамических сил и моментов. Безразмерные коэффициенты сил и моментов.

19. Понятие о присоединённых массах. Экспериментальные методы определения коэффициентов присоединённых масс тел заданной формы.

20. Системы осей координат в экспериментальной гидродинамике. Опишите связанную и скоростную системы координат при проведении весовых испытаний в большой скоростной гидродинамической трубе.

21. Общая проблема сопротивления тел при движении в воде в режиме сплошного обтекания. Методы уменьшения сопротивления. Сопротивление тел с частичной и полной кавитацией.


22. Моделирование произвольного неустановившегося движения тела в жидкости при сплошном и кавитационном обтеканиях. Критерии Фруда, Рейнольдса, Эйлера, числа кавитации.

23. Позиционные гидродинамические характеристики тел вращения. Основные методы и экспериментальное оборудование (отечественное и зарубежное) для их определения.

24. Большие скоростные гидродинамические трубы ГРЦ с горизонтальным и вертикальным рабочими участками. Основные системы. Особенности, характеристики.

25. Модели изделий и их элементов для испытаний в гидродинамических трубах. Особенности и требования к моделям (в зависимости от вида испытаний). Эталонные модели.

26. Задачи весовых испытаний моделей при сплошном и двухфазном обтеканиях в гидродинамических трубах. В чём заключается методика проведения весовых испытаний?

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 13 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

27. Какие гидродинамические характеристики можно определить на основании весовых испытаний? Где и как можно использовать результаты подобных испытаний?

28. Гидродинамические трёхкомпонентные весы «Тритон ЗПС-3» и «Тритон-ЗПС-4». Их особенности и отличия. Принцип действия этих гидродинамических весов. Каким образом в данных весах учитывается взаимное влияние компонент?

29. Определение кавитации. Природа возникновения кавитации. Стадии кавитации. Методы организации развитых кавитационных течений.

30. Принципы моделирования кавитационных течений. Критерии Фруда, Рейнольдса, Вебера, число кавитации. Какими путями можно достигать низких чисел кавитации (на примере анализа аналитической зависимости числа кавитации)?

31. Практические пути использования развитой кавитации для объектов, движущихся под водой, в том числе и при подводном старте.

32. Методика образования искусственной каверны за счёт поддува газа. Коэффициент расхода поддуваемого газа, от каких параметров он зависит?

33. Каверны в горизонтальных и вертикальных потоках жидкости (особенности и отличия). Влияние чисел Фруда и кавитации на геометрические параметры осесимметричной развитой каверны в вертикальном потоке жидкости.


34. Необходимость введения поправок к результатам измерений, получаемых при экспериментальных исследованиях гидродинамических характеристик тел вращения в гидродинамических трубах. Перечислить основные поправки (с объяснениями) для больших скоростных гидродинамических труб.

35. Основы методики учёта влияния стенок рабочего участка большой скоростной гидродинамической трубы, взаимного влияния подвесных устройств и модели на результаты экспериментальных исследований.

36. Силы и моменты, действующие на летательный аппарат в полёте. Коэффициенты аэродинамических сил и моментов, коэффициент давления.

37. Основные критерии подобия в экспериментальной аэродинамике. Критерии подобия по сжимаемости и по вязкости среды.

38. Классификация аэродинамических труб, виды и типы. Принцип устройства аэродинамических труб. Особенности и основные параметры отраслевых аэродинамических труб.

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)		
	Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»			
Версия документа - 1	стр. 14 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

39. Модели изделий (тел вращения) и их элементов для испытаний в аэродинамических трубах и газодинамических барокамерах. Модели для типовых испытаний. Основные требования к моделям (в том числе к размеру моделей). Нестандартные модели.

39. Особенности типовых испытаний: весовые, дренажные, калориметрические, струйные, кинематические, бросковые.

40. Методика проведения дренажных испытаний. Средства измерения. Расчёт аэродинамических коэффициентов по диаграммам распределения давления на поверхности тела вращения.

41. Методика проведения весовых испытаний. Принцип действия тензометрических аэродинамических весов. Расчёт аэродинамических коэффициентов на основании результатов весовых испытаний.

42. Газодинамические барокамеры. Исследуемые газодинамические задачи при отработке летательных аппаратов. Барокамеры ЦНИИМАШ (г.Королёв). Большой вакуумно-динамический стенд ГРЦ, особенности.

43. Моделирование газодинамических процессов при проведении исследований в газодинамических барокамерах. Основные критерии подобия. Виды испытаний. Способы имитации струй двигателей.


44. Методы бросковых испытаний. Их основные особенности и отличия от испытаний в аэродинамических трубах. Преимущества, недостатки. Аэробаллистические трубы. Области моделирования. Нестандартные исследования.

45. Аэробаллистические трассы (отечественные и зарубежные). Открытая аэробаллистическая трасса, основные параметры, особенности. Измерение скорости полёта тел вращения на трассе. Методы регистрации моментов полёта на трассе.

46. Метательные устройства (пороховые, одноступенчатые и двухступенчатые легкогазовые пушки). Модели для экспериментальных аэробаллистических исследований, основные требования при проектировании, особенности и отличия. Поддоны для моделей и способы их отделения от моделей в полёте.

47. Методики экспериментального определения коэффициента лобового сопротивления тел вращения при испытаниях на аэробаллистической трассе. Параметры, влияющие на точность результатов эксперимента.

48. Основные принципы работы первичных преобразователей (датчиков), применяемых при гидроаэрогазодинамических исследованиях

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 15 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

(тензорезистивный эффект, пьезоэлектрический эффект, эффект измерения электрической ёмкости, электромагнитные явления).

49. Способы измерения давлений при гидроаэрогазодинамических исследованиях в потоке жидкости или газа, на поверхности тел вращения.

50. Способы измерения скоростей потока жидкости или газа при гидроаэродинамических исследованиях (малые скорости, большие скорости).

51. Способы измерения температуры газа в потоке аэродинамической трубы, температуры парогазовой смеси в шахте при подводном старте модели изделия.

52. Оптические методы исследований обтекания тел вращения потоком жидкости или газа в гидроаэродинамических установках (теневой, шпирен-теневой, интерференционный). Особенности, отличия.

53. Методы визуализации течения на поверхности тел вращения в аэродинамических трубах (метод шелковинок, метод масляной плёнки и размываемого покрытия, метод каолинового покрытия, метод парового экрана и лазерного ножа, метод высоковольтного разряда и др.).

54. Ошибки измерений (грубые, систематические, случайные). Методика обработки результатов эксперимента в случае прямого измерения исследуемого параметра.

55. Ошибки измерений. Косвенные измерения. Методика обработки результатов эксперимента в случае косвенных измерений искомого параметра.

56. Методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэрогазодинамических характеристик.

57. Автоматизированные системы обработки экспериментальных данных на гидроаэрогазодинамических стендах ГРЦ.

4.2. Критерии оценивания компетенций в ходе промежуточной аттестации

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания			
		отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
ПК-2	Знает: современные методы физических исследований моделей летательных	Знает и применяет современные методы физических исследований моделей летательных	Знает современные методы физических исследований моделей летательных	Знает некоторые современные методы физических исследований моделей летательных	Не знает: современные методы физических исследований моделей летательных



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 16 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	аппаратов в аэродинамических трубах	аппаратов в аэродинамических трубах	аппаратов в аэродинамических трубах	аппаратов в аэродинамических трубах	аппаратов в аэродинамических трубах
	Умеет: применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик	Умеет самостоятельно применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик	Умеет применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик	Неуверенно применяет методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик	Не умеет: применять методы оценки суммарной погрешности экспериментального определения гидроаэродинамических характеристик
	Владеет: навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэродинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений	Уверенно владеет навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэродинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений	Владеет навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэродинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений	В целом владеет навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэродинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений	Не владеет: навыками исследований параметров среды и моделей в гидроаэродинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений
ПК-3	Знает: теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов	Знает и корректно применяет теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов	Знает теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов	Неуверенно знает теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов	Не знает: теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов
	Умеет: выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы автоматизирован	Умеет самостоятельно выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы	Умеет выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы автоматизирован	С некоторой помощью, умеет выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы	Не умеет: выбирать необходимое оборудование, аппаратные средства, составлять структурные схемы автоматизирован



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»


Версия документа - 1

стр. 17 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	ных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем	автоматизированных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем	ных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем	автоматизированных систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем	ых систем экспериментальных исследований, применять программное обеспечение для таких систем
	Владеет: навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.	Уверенно владеет навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.	Владеет навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.	Неуверенно владеет навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.	Не владеет: навыками постановки экспериментальных гидроаэрогазодинамических исследований, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения.
УК-4	<i>Знает</i> технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке.	<i>Знает</i> и понимает технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке	<i>Знает</i> в целом технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке	<i>Знает</i> некоторые технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке	<i>Не знает</i> технические термины и основные понятия аэрогазодинамики на английском языке
	<i>Умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык.	<i>Умеет</i> самостоятельно переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык.	<i>Умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык.	<i>Умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык.	<i>Не умеет</i> переводить технические и научные статьи по аэрогазодинамике с английского на русский язык.
	<i>Владеет</i> навыками	<i>Владеет</i> уверенно	<i>Владеет</i> в целом	<i>Владеет</i> частично	<i>Не владеет</i> навыками

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 18 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке	навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке	навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке	навыками чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке	чтения научных статей по аэрогазодинамике на английском языке
---	--	--	--	---

4.3. Критерии оценивания экзамена

«Отлично» (5).

Магистрант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер.

«Хорошо» (4).

Ответ магистранта соответствует указанным выше критерия, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются магистрантом после дополнительных вопросов экзаменатора.

«Удовлетворительно» (3).

Магистрант обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

«Неудовлетворительно» (2). Магистрант имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Миасский филиал
Кафедра прикладной математики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент»
по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического
моделирования в ракетно-космической технике»

Версия документа - 1

стр. 19 из 20

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

4.4. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровень освоения компетенций	Оценка
Продвинутый	отлично
Базовый	хорошо
Пороговый	удовлетворительно
компетенции не сформированы	неудовлетворительно

Уровни формирования компетенций:

1. Пороговый уровень:


предполагает формирование компетенций на начальном уровне: магистрант знает терминологию, применяемую при проведении аэрогазодинамических исследований; основные положения теории моделирования; современные методы физических исследований моделей летательных аппаратов в аэродинамических трубах; методы обработки экспериментальных данных и источники ошибок в эксперименте. Владеет некоторыми техническими терминами на английском языке.

2. Базовый уровень:

предполагает формирование компетенций на более высоком уровне: магистрант знает теоретическую основу экспериментальных аэрогазодинамических исследований и методы математического планирования экспериментов; владеет навыками: исследований параметров среды и моделей в гидроаэрогазодинамических установках; измерений, регистрации и обработки результатов измерений. Владеет техническими терминами на английском языке, понимает тексты по гидроаэрогазодинамике на английском языке.

3. Продвинутый уровень:

предполагает формирование компетенций на высоком уровне, готовность к самостоятельной профессиональной деятельности: владеет навыками

	МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Миасский филиал Кафедра прикладной математики		
	Фонд оценочных средств по дисциплине «Аэрогазодинамический эксперимент» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Методы математического моделирования в ракетно-космической технике»		
Версия документа - 1	стр. 20 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

постановки гидроаэрогазодинамических экспериментов, навыками математического планирования экспериментов и применения программного обеспечения; способен выбрать необходимое оборудование, аппаратные средства, составить структурные схемы автоматизированных систем экспериментальных исследований, применять необходимое программное обеспечение и анализировать экспериментальные данные. Владеет уверенно техническими терминами на английском языке, читает свободно научную литературу по гидроаэрогазодинамике на английском языке.