

Кафедра аэрогидродинамики

“ ” _____ Г.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

ФГОС введен в действие приказом №170 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 24.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АГД, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.ф-м.н. Лебига В. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Саленко С. Д.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Обуховский А. Д.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.10 способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы; в части следующих результатов обучения:
з1. использовать современные приборы и оборудование
Компетенция ФГОС: ОК.12 стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; в части следующих результатов обучения:
з1. перспектив профессионального роста
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов; в части следующих результатов обучения:
у2. умение использовать экспериментальные методы при решении сложных задач гидроаэродинамики
Компетенция ФГОС: ОПК.6 осознанием необходимости и способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии; в части следующих результатов обучения:
у1. самостоятельно обучаться
Компетенция ФГОС: 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; в части следующих результатов обучения:
у2. проводить физические эксперименты в области баллистики и гидроаэродинамики
Компетенция ФГОС: 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; в части следующих результатов обучения:
у1. подготовить и провести сложный физический эксперимент в области гидроаэродинамики
Компетенция ФГОС: ПК.13 способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; в части следующих результатов обучения:
з1. взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования
Компетенция ФГОС: ПК.17 способность и готовность проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований; в части следующих результатов обучения:
з2. методов определения точности и достоверности полученных результатов
Компетенция ФГОС: ПК.18 способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, использованию современной измерительной и вычислительной техники; в части следующих результатов обучения:
з1. физических основ проведения экспериментов в области гидроаэродинамики
з2. методов математической обработки результатов эксперимента
у1. пользоваться современным экспериментальным оборудованием и приборами

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Испытание объектов: техника и методы	
ОПК.4.у2 умение использовать экспериментальные методы при решении сложных задач гидроаэродинамики	
1. О значениях и постановке экспериментальных исследований в аэродинамике применительно к задачам авиационно-космической техники	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

2.О методах измерения характеристик турбулентности в потоках	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.y1 самостоятельно обучаться	
3.самостоятельно обучаться	Лекции; Самостоятельная работа
ОК.10.z1 использовать современные приборы и оборудование	
4.Методы и средства пневмометрических измерений в газовых потоках и на поверхности тел.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.11.y2 проводить физические эксперименты в области баллистики и гидроаэролиники	
5.О методах измерения в пограничных слоях	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОК.12.z1 перспектив профессионального роста	
6.перспектив профессионального роста	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.12.y1 подготовить и провести сложный физический эксперимент в области гидроаэродинамики	
7.О методах визуализации газовых потоков	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.13.z1 взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования	
8.Об общих вопросах теории погрешностей средств измерений и результатов измерений	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.17.z2 методов определения точности и достоверности полученных результатов	
9.О методах вероятностного описания погрешностей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
10.Проводить оценку погрешностей результатов измерений.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.z1 физических основ проведения экспериментов в области гидроаэродинамики	
11.Об оптических методах исследования газовых потоков	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.18.z2 методов математической обработки результатов эксперимента	
12.О методах статистической обработки результатов измерений	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.О методах обработки и оценки погрешностей при однофакторном эксперименте.	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
14.Основные методы обработки результатов аэродинамического эксперимента и оценки погрешностей измерений.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
15.методами обработки полученных результатов	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.18.y1 пользоваться современным экспериментальным оборудованием и приборами	
16.Проводить измерения характеристик пограничного слоя, включая измерения тепловых потоков.	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
17.Методами измерений основных параметров потока и характеристик исследуемых моделей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Оптические методы диагностики газовых потоков			
1. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков.	0	1	1, 11, 17, 3, 7
2. Приемники излучения и их основные характеристики. Порог чувствительности, коэффициент преобразования, постоянная времени.	0	1	1, 17, 7
3. Лазерное излучение. Направленность. Яркость. Пространственная и временная когерентность.	0	1	1, 17, 7
4. Физические принципы работы лазеров. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициент Эйнштейна. Лазерная накачка.	0	1	1, 17, 7
5. Характеристики лазерного излучения. Модовый состав. Методы и схемы селекции мод.	0	2	1, 17, 7
6. Типы промышленных лазеров, основные параметры.	0	1	1, 17, 7
7. Распространение оптического пучка в среде (поглощение, изменение фазы, рефракция, поляризация). Оптические методы определения размера частиц. Теневые и шпирен - методы для визуализации течений. Чувствительность и диапазон измерений.	0	2	1, 17, 7
9. Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц.	0	2	1, 12, 7, 8, 9
10. Панорамные измерители скорости потоков. Спекл - интерферометрия. Когерентно - оптические методы обработки много - экспозиционных изображений.	0	2	1, 17, 7
11. Резонансная интерферометрия. Принципиальные оптические схемы. Резонансное рассеяние света. Общие принципы применения рассеяния света для измерения скорости, температуры и концентрации. Методы лазерно - индуцированной флуоресценции.	0	1	1, 17, 7
12. Применение нелинейного рассеяния света для оптической диагностики. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние. Структурная схема КАРС - спектрометра. Эмиссионные и сорбционные методы спектральных измерений в газовых средах. Приемники инфракрасного излучения. Приемники излучения и устройства для регистрации пространственной информации.	0	2	1, 17, 7
13. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения.	0	2	1, 17, 7
Семестр: 2			
Дидактическая единица: Термоанемометрические методы диагностики газовых потоков			

14. Датчики термоанемометра - проволочные и пленочные. Свойства материалов чувствительных элементов. Х-образные датчики, с наклонной нитью, вращающиеся, для пульсаций плотности, концентрации, давления, напряжения Рейнольдса, многоэлементные пленочные.	0	4	1, 15, 17, 2, 6
15. Теоретические основы измерения с помощью нагретых датчиков. Определяющие критерии подобия. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Влияние сжимаемости, температурного фактора.	0	4	1, 2, 5
16. Соотношения для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометра постоянного напряжения.	0	4	1, 2, 5
17. Взаимосвязь коэффициентов чувствительности к температуре и массовому расходу для датчиков термоанемометров различного типа. Относительный коэффициент чувствительности.	0	4	1, 2, 5
18. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока, напряжения и сопротивления, блок-схемы. Измерительные мосты термоанемометров. Коррекция частотной характеристики датчика	0	4	1, 2, 5
19. Источники паразитных сигналов, тензоэффект. Чувствительность датчиков к механическим и аэродинамическим нагрузкам и способы их снижения.	0	4	1, 2, 5
20. Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов.. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного.	0	4	1, 2, 5
21. Моды пульсаций Коважного. Частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод. Измерение характеристик пульсаций и разделения мод в сверхзвуковом потоке.	0	4	1, 17, 2, 5
22. Акустическая мода пульсаций при больших дозвуковых скоростях. Плоские звуковые волны и частные случаи ориентации. Точечный источник звука.	0	2	1, 14, 17
23. Диаграмма пульсаций для распределенных по поверхности источников звука. Частный случай равномерно распределенных на плоскости источников.	0	2	1, 2

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Оптические методы диагностики газовых потоков				
1. Метод "лазерного ножа"	0	4	1, 11, 17, 7	проведение экспериментов
2. Измерение концентрации и температуры среды по спектрам поглощения.	0	4	1, 17, 7	проведение экспериментов
3. Обработка информации в ЭВМ. Системы ввода экспериментальной информации в ЭВМ.	0	6	1, 12, 13, 15, 17, 7	проведение эксперимента

4. Термовизионные методы исследования параметров теплообмена на моделях в аэродинамических трубах.	0	4	1, 17, 7	проведение экспериментов
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Термоанемометрические методы диагностики газовых потоков				
5. Методы определения перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный.	0	4	1, 14, 16, 17, 2, 5	проведение экспериментов
6. Определение интегральных характеристик пограничного слоя.	0	4	1, 16, 2, 5	проведение экспериментов
7. Измерение поверхностного трения	0	4	1, 15, 17, 2, 5	проведение экспериментов
8. Измерение акустических возмущений в дозвуковом потоке	0	4	1, 15, 17, 2, 5	проведение экспериментов
9. Градуировка термоанемометра	0	2	1, 15, 17, 2, 5	проведение экспериментов

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Оптические методы диагностики газовых потоков				
1. Ошибки и искажения, возникающие при преобразовании информации.	0	4	1, 10, 12, 13, 15, 8, 9	решение задач
2. Обработка данных оптического диагностического эксперимента. Эмиссия, абсорбция, прохождение и рассеяние электромагнитного излучения.	0	4	1, 12, 13, 14, 7, 8, 9	решение задач
3. Обратные задачи оптической диагностики. Понятие некорректно поставленной обратной задачи. Статистическая регуляризация.	0	4	1, 15, 7	решение задач
4. Задача томографии. Уравнение Абеля. Постановка задачи дифракционной томографии. Регуляризованное решение задачи томографии.	0	6	1, 11, 15, 17, 7	решение задач
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Термоанемометрические методы диагностики газовых потоков				
5. Получение аналитических выражений для коэффициентов чувствительности датчиков к температуре и массовому расходу при постоянном сопротивлении датчика. Выбор температуры для коэффициентов вязкости и теплопроводности.	0	4	1, 14, 15, 16, 17, 2, 5	решение задач

6. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометра постоянного тока. Зависимость от перегрева датчиков.	0	4	1, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 5, 8	решение задач
7. Прямое экспериментальное определение коэффициентов чувствительности датчика термоанемометра. Замена тарировки по массовому расходу тарировкой по давлению.	0	2	1, 10, 13, 2, 4, 5	решение задач
8. Решение уравнения теплоотдачи для датчиков термоанемометра с учетом тепловой инерции проволочных датчиков. Постоянная времени датчика термоанемометра.	0	2	1, 13, 2, 5	решение задач
9. Особенности измерения низких и высоких уровней пульсаций. Линеаризация зависимости напряжения на датчике от скорости потока - причины, вызывающие необходимость линеаризации.	0	4	1, 2, 5	решение задач
10. Особенности измерения низких и высоких уровней пульсаций. Линеаризация зависимости напряжения на датчике от скорости потока - причины, вызывающие необходимость линеаризации.	0	2	1, 16, 2, 5	решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Контрольные работы	1	10	0
подготовка к решению задач: Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556				
2	Подготовка к занятиям	1	3	0
подготовка к лабораторным работам: Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с.				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	36	3

повторение теоретического материала по всей дидактической единице: Методы аэрофизического эксперимента. Ч. 2 : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. Д. Бродецкий, Л. Г. Васенев, В. И. Звезгинцев и др. ; под ред. А. М. Харитоновой]. - Новосибирск, 1995. - 163-278 с. : ил Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556

Семестр: 2

1	Курсовая работа	1, 3	10	0
---	-----------------	------	----	---

: Методы аэрофизического эксперимента. Ч. 2 : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. Д. Бродецкий, Л. Г. Васенев, В. И. Звезгинцев и др. ; под ред. А. М. Харитоновой]. - Новосибирск, 1995. - 163-278 с. : ил Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556

2	Подготовка к занятиям	1, 2	5	0
---	-----------------------	------	---	---

подготовка к лабораторным занятиям: Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556

3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	16	3
---	-------------------------	---	----	---

повторение материала по всей дидактической единице: Методы аэрофизического эксперимента. Ч. 2 : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. Д. Бродецкий, Л. Г. Васенев, В. И. Звезгинцев и др. ; под ред. А. М. Харитоновой]. - Новосибирск, 1995. - 163-278 с. : ил Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:agd@craft.nstu.ru

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лабораторная:</i>	0	20
<i>Практические занятия:</i>	0	20
<i>Контрольные работы:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	0	40
Контролирующие материалы - список вопросов		
Семестр: 2		
<i>Лабораторная:</i>	20	40
<i>Практические занятия:</i>	20	40
<i>Курсовая работа:</i>	50	100 (в состав баллов за КР)
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля			
		Контр. раб.	Защита КП/КР	Зачет	Экзамен
ОК.10	з1. использовать современные приборы и оборудование			+	+
ОК.12	з1. перспектив профессионального роста				+
ОПК.4	у2. умение использовать экспериментальные методы при решении сложных задач гидроаэродинамики	+		+	+
ОПК.6	у1. самостоятельно обучаться				+
ПК.11	у2. проводить физические эксперименты в области баллистики и гидроаэродинамики		+	+	+
ПК.12	у1. подготовить и провести сложный физический эксперимент в области гидроаэродинамики				+
ПК.13	з1. взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования				+
ПК.17	з2. методов определения точности и достоверности полученных результатов				+
ПК.18	з1. физических основ проведения экспериментов в области гидроаэродинамики				+
	з2. методов математической обработки результатов эксперимента				+
	у1. пользоваться современным экспериментальным оборудованием и приборами			+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. 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. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157312

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Лебига В. А. Термоанемометрия сжимаемых потоков : учебное пособие для студентов, магистрантов, аспирантов фак. ЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1997. - 82 с.
2. Аэродинамика : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2008. - 61, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081556
3. Методы аэрофизического эксперимента. Ч. 2 : лабораторный практикум для 3-4 курсов ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. Д. Бродецкий, Л. Г. Васенев, В. И. Звегинцев и др. ; под ред. А. М. Харитонова]. - Новосибирск, 1995. - 163-278 с. : ил

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	используется для проведения презентаций при чтении лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

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

Кафедра аэрогидродинамики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА
д.т.н., профессор С.Д. Саленко
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Испытание объектов: техника и методы

Образовательная программа: 24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика, магистерская
программа: Гидроаэродинамика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Испытание объектов: техника и методы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.10 способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы)	з1. использовать современные приборы и оборудование	Прямое экспериментальное определение коэффициентов чувствительности датчика термоанемометра. Замена тарировки по массовому расходу тарировкой по давлению.		Зачет, вопросы с 1 по 4...
ОК.12 стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства	з1. перспектив профессионального роста	Датчики термоанемометра - проволочные и пленочные. Свойства материалов чувствительных элементов. Х-образные датчики, с наклонной нитью, вращающиеся, для пульсаций плотности, концентрации, давления, напряжения Рейнольдса, многоэлементные пленочные.		Зачет, вопросы..с 1 по2.
ОПК.4 способность осознавать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов	у2. умение использовать экспериментальные методы при решении сложных задач гидроаэродинамики	Акустическая мода пульсаций при больших дозвуковых скоростях. Плоские звуковые волны и частные случаи ориентации. Точечный источник звука. Взаимосвязь коэффициентов чувствительности к температуре и массовому расходу для датчиков термоанемометров различного типа. Относительный коэффициент чувствительности. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометра постоянного тока. Зависимость от перегрева датчиков. Градуировка термоанемометра Датчики термоанемометра - проволочные и пленочные. Свойства материалов чувствительных элементов. Х-образные датчики, с наклонной нитью, вращающиеся, для пульсаций плотности, концентрации, давления, напряжения		Зачет вопросы с 1 по 12

		Рейнольдса, многоэлементные пленочные. Диаграмма пульсаций для распределенных по поверхности источников звука. Частный случай равномерно распределенных на плоскости источников. Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов.. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного. Источники паразитных сигналов, тензоэффект. Чувствительность датчиков к механическим и аэродинамическим нагрузкам и способы их снижения. Лазерное излучение. Направленность. Яркость. Пространственная и временная когерентность. Моды пульсаций Коважного. Частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод. Измерение характеристик пульсаций и разделения мод в сверхзвуковом потоке. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока, напряжения и сопротивления, блок-схемы. Измерительные мосты термоанемометров. Коррекция частотной характеристики датчика Обработка данных оптического диагностического эксперимента. Эмиссия, абсорбция, прохождение и рассеяние электромагнитного излучения. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков. Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц. Панорамные измерители скорости потоков. Спекл - интерферометрия. Когерентно - оптические методы обработки много - экспозиционных изображений. Получение аналитических выражений для	Контрольная работа,	Экзамен, вопросы.с 1 по 12..
--	--	--	---------------------	------------------------------

		коэффициентов чувствительности датчиков к температуре и массовому расходу при постоянном сопротивлении датчика. Выбор температуры для коэффициентов вязкости и теплопроводности. Приемники излучения и их основные характеристики. Порог чувствительности, коэффициент преобразования, постоянная времени. Применение нелинейного рассеяния света для оптической диагностики. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние. Структурная схема КАРС - спекрометра. Эмиссионные и сорбционные методы спектральных измерений в газовых средах. Приемники инфракрасного излучения. Приемники излучения и устройства для регистрации пространственной информации. Распространение оптического пучка в среде (поглощение, изменение фазы, рефракция, поляризация). Оптические методы определения размера частиц. Теневые и шлирен - методы для визуализации течений. Чувствительность и диапазон измерений. Резонансная интерферометрия. Принципиальные оптические схемы. Резонансное рассеяние света. Общие принципы применения рассеяния света для измерения скорости, температуры и концентрации. Методы лазерно - индуцированной флуоресценции. Соотношения для коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометра постоянного напряжения. Теоретические основы измерения с помощью нагретых датчиков. Определяющие критерии подобия. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Влияние сжимаемости, температурного фактора. Типы промышленных лазеров, основные параметры. Физические принципы работы лазеров. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициент Энштейна.		
--	--	--	--	--

		Лазерная накачка. Характеристики лазерного излучения. Модовый состав. Методы и схемы селекции мод.		
ОПК.6 осознанием необходимости и способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии	у1. самостоятельно обучаться	Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков.		Экзамен, вопрос 1.
ПК.11/НИ 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	у2. проводить физические эксперименты в области баллистики и гидроаэролиники	Взаимосвязь коэффициентов чувствительности к температуре и массовому расходу для датчиков термоанемометров различного типа. Относительный коэффициент чувствительности. Градуировка термоанемометра Измерение поверхностного трения Интерпретация термоанемометрических измерений. Метод трех перегревов.. Определение пульсаций массового расхода, температуры торможения, коэффициента корреляции между ними с помощью диаграмм пульсаций Коважного. Источники паразитных сигналов, тензoeffект. Чувствительность датчиков к механическим и аэродинамическим нагрузкам и способы их снижения. Методы определения перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Моды пульсаций Коважного. Частные случаи вихревой, энтропийной и акустической мод. Измерение характеристик пульсаций и разделения мод в сверхзвуковом потоке. Назначение и принципы действия термоанемометров постоянного тока, напряжения и сопротивления, блок-схемы. Измерительные мосты термоанемометров. Коррекция частотной характеристики датчика Определение интегральных характеристик пограничного слоя. Особенности измерения низких и высоких уровней пульсаций. Линеаризация зависимости напряжения на датчике от скорости потока - причины, вызывающие необходимость линеаризации. Соотношения для	Курсовая работа, разделы...	Зачет вопросы с1 по 12 ...

		коэффициентов чувствительности датчиков термоанемометра постоянного напряжения. Теоретические основы измерения с помощью нагретых датчиков. Определяющие критерии подобия. Эмпирические законы теплообмена между нитью датчика и потоком. Закон Кинга. Влияние сжимаемости, температурного фактора.		
ПК.12/НИ 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	у1. подготовить и провести сложный физический эксперимент в области гидроаэродинамики	Лазерное излучение. Направленность. Яркость. Пространственная и временная когерентность. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков. Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц. Панорамные измерители скорости потоков. Спекл - интерферометрия. Когерентно - оптические методы обработки много - экспозиционных изображений. Приемники излучения и их основные характеристики. Порог чувствительности, коэффициент преобразования, постоянная времени. Применение нелинейного рассеяния света для оптической диагностики. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние. Структурная схема КАРС - спекрометра. Эмиссионные и сорбционные методы спектральных измерений в газовых средах. Приемники инфракрасного излучения. Приемники излучения и устройства для регистрации пространственной информации. Распространение оптического пучка в среде (поглощение, изменение фазы, рефракция, поляризация). Оптические методы определения размера частиц. Теневые и шлирен - методы для визуализации течений. Чувствительность и диапазон измерений. Резонансная интерферометрия. Принципиальные оптические		Экзамен, вопросы.с 1 по 12..

		схемы. Резонансное рассеяние света. Общие принципы применения рассеяния света для измерения скорости, температуры и концентрации. Методы лазерно - индуцированной флуоресценции. Типы промышленных лазеров, основные параметры. Физические принципы работы лазеров. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициент Эйнштейна. Лазерная накачка. Характеристики лазерного излучения. Модовый состав. Методы и схемы селекции мод.		
ПК.13/НИ способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения	31. взаимосвязь физического эксперимента и математического моделирования	Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц.		Экзамен, вопрос5...
ПК.17/НИ способность и готовность проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований	32. методов определения точности и достоверности полученных результатов	Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц. Ошибки и искажения, возникающие при преобразовании информации.		Экзамен, вопросы.5.6..
ПК.18/НИ способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, использованию современной измерительной и вычислительной техники	31. физических основ проведения экспериментов в области гидроаэродинамики	Задача томографии. Уравнение Абеля. Постановка задачи дифракционной томографии. Регуляризованное решение задачи томографии. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков.		Экзамен, вопросы 1,2,9.
ПК.18/НИ	32. методов математической обработки результатов эксперимента	Обработка данных оптического диагностического эксперимента. Эмиссия, абсорбция, прохождение и рассеяние электромагнитного излучения. Обратные задачи оптической диагностики. Понятие некорректно поставленной обратной задачи. Статистическая регуляризация. Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц. Ошибки и		Экзамен, вопросы с 1 по 9..

		искажения, возникающие при преобразовании информации.		
ПК.18/НИ	у1. пользоваться современным экспериментальным оборудованием и приборами	Лазерное излучение. Направленность. Яркость. Пространственная и временная когерентность. Определение интегральных характеристик пограничного слоя. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков. Панорамные измерители скорости потоков. Спекл - интерферометрия. Когерентно - оптические методы обработки много - экспозиционных изображений. Получение аналитических выражений для коэффициентов чувствительности датчиков к температуре и массовому расходу при постоянном сопротивлении датчика. Выбор температуры для коэффициентов вязкости и теплопроводности. Приемники излучения и их основные характеристики. Порог чувствительности, коэффициент преобразования, постоянная времени. Применение нелинейного рассеяния света для оптической диагностики. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние. Структурная схема КАРС - спекрометра. Эмиссионные и сорбционные методы спектральных измерений в газовых средах. Приемники инфракрасного излучения. Приемники излучения и устройства для регистрации пространственной информации. Распространение оптического пучка в среде (поглощение, изменение фазы, рефракция, поляризация). Оптические методы определения размера частиц. Теневые и шлирен - методы для визуализации течений. Чувствительность и диапазон измерений. Резонансная интерферометрия. Принципиальные оптические схемы. Резонансное рассеяние света. Общие		Экзамен, вопросы с 1 по 12.. Зачет с 1 по 12

		принципы применения рассеяния света для измерения скорости, температуры и концентрации. Методы лазерно - индуцированной флуоресценции. Типы промышленных лазеров, основные параметры. Физические принципы работы лазеров. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициент Эйнштейна. Лазерная накачка. Характеристики лазерного излучения. Модовый состав. Методы и схемы селекции мод.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 1 семестре - в форме экзамена, в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.10, ОК.12, ОПК.4, ОПК.6, ПК.11/НИ, ПК.12/НИ, ПК.13/НИ, ПК.17/НИ, ПК.18/НИ.

Экзамен и зачет проводятся в устной форме, по билетам

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.10, ОК.12, ОПК.4, ОПК.6, ПК.11/НИ, ПК.12/НИ, ПК.13/НИ, ПК.17/НИ, ПК.18/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения

учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

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

Паспорт экзамена

по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 6, второй вопрос из диапазона вопросов с 7 по 12 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы»

1. Типы промышленных лазеров, основные параметры.
2. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения. Термовизионные методы исследования параметров теплообмена на моделях в аэродинамических трубах.

Составил проф.

Лебига В.А.

Утверждаю: зав. кафедрой _АГД_

(подпись)

Саленко С.Д.

(дата)

2. Критерии оценки

Ответ засчитывается на пороговом уровне, если студент дает определение основных понятий, оценка составляет 10...13 баллов.

Ответ засчитывается на базовом уровне, если студент формулирует основные гипотезы, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий оценка составляет 14...17... баллов.

Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если студент проводит сравнительный анализ понятий, теорий, подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, оценка составляет 18...20 баллов

Экзамен считается сданным, если балл по каждому вопросу составляет не менее 10 баллов (по 20 балльной шкале).

Максимальное число баллов, полученных за экзамен, составляет сорок.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы»

1. Основные свойства оптического излучения. Общие принципы оптической диагностики потоков.
2. Физические принципы работы лазеров. Лазерное излучение. Направленность. Яркость. Пространственная и временная когерентность.
3. Типы промышленных лазеров, основные параметры.
4. Теневые и шлирен - методы для визуализации течений. Чувствительность и диапазон измерений. Метод “лазерного ножа”. Основы метода и схемные решения.
5. Основы лазерно - доплеровской анемометрии. Структурные схемы ЛДА. Применение в газодинамическом эксперименте. Точность лазерных методов измерения скорости частиц.
6. Панорамные измерители скорости потоков. Спекл - интерферометрия. Когерентно - оптические методы обработки много - экспозиционных изображений.
7. Применение нелинейного рассеяния света для оптической диагностики. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние. Структурная схема КАРС - спекрометра.
8. Оптические методы измерения интегральных параметров процессов горения. Термовизионные методы исследования параметров теплообмена на моделях в аэродинамических трубах.
9. Задача томографии. Уравнение Абеля. Постановка задачи дифракционной томографии. Регуляризованное решение задачи томографии.
10. Распространение оптического пучка в среде (поглощение, изменение фазы, рефракция, поляризация). Оптические методы определения размера частиц.
11. Резонансное рассеяние света. Общие принципы применения рассеяния света для измерения скорости, температуры и концентрации. Методы лазерно - индуцированной флуоресценции.
12. Измерение концентрации и температуры среды по спектрам поглощения. Аппаратура, чувствительность, динамический диапазон метода.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы», 1 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме **Оптические методы измерений и визуализации высокоскоростных потоков. Физические основы, принцип действия и схемы измерительной аппаратуры.** Включает 2 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

- работа считается **не выполненной**, если содержание темы не раскрыто, суммарная оценка составляет менее 10 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если содержание темы раскрыто недостаточно глубоко, оценка составляет от 10 до 14 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если содержание темы раскрыто, но имеются некоторые недоработки, ответы на дополнительные вопросы - не всегда правильные. Оценка составляет от 15 до 17 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если содержание, оформление. доклад и ответы на вопросы - отвечают самым высоким требованиям; оценка составляет от 18 до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта задания для контрольной работы

1 вопрос. Общее устройство и принцип действия твердотельных лазеров.

2. вопрос. Физические основы оптических методов визуализации газовых потоков.

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов _с 1 по 6, второй вопрос из диапазона вопросов _с 7 по 12_ (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы»

1. Типы термоанемометров.
2. Диаграмма пульсаций для акустической моды при дозвуковых скоростях потока.

Составил проф.

Лебига В.А.

Утверждаю: зав. кафедрой АГД _____

(подпись)

Саленко С.Д.

(дата)

2. Критерии оценки

Ответ засчитывается на пороговом уровне, если студент дает определение основных понятий, оценка составляет 5..6 баллов.

Ответ засчитывается на базовом уровне, если студент формулирует основные гипотезы, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий оценка составляет 7...8 баллов.

Ответ засчитывается на продвинутом уровне, если студент проводит сравнительный анализ понятий, теорий, подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения , оценка составляет 9...10 баллов

Зачет считается сданным, если балл по каждому вопросу составляет не менее 5 баллов (по 10 балльной шкале).

Максимальное число баллов, полученных за зачет, составляет двадцать.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если балл по каждому вопросу составляет не менее 5 баллов (по 10 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Вопросы к зачету по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы»

1. Типы термоанемометров.
2. Искажения выходного сигнала термоанемометра. Нелинейные эффекты.
3. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчика термоанемометра постоянного сопротивления.
4. Вывод соотношений для коэффициентов чувствительности датчика термоанемометра постоянного тока.
5. Метод диаграмм пульсаций Коважного.
6. Диаграмма пульсаций для вихревой моды.
7. Диаграмма пульсаций для энтропийной моды.
8. Диаграмма пульсаций для акустической моды при сверхзвуковых скоростях потока. Волны Маха.
9. Диаграмма пульсаций для акустической моды при дозвуковых скоростях потока.
10. Частные случаи акустической моды при дозвуковых скоростях — плоские звуковые волны.
11. Частный случай акустической моды при дозвуковых скоростях — точечный источник звука.
12. Диаграмма пульсаций для распределенных акустических источников при дозвуковых скоростях потока.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Испытание объектов: техника и методы», 2 семестр

1. Методика оценки.

Задание: Магистрант выполняет работу по индивидуальному заданию, связанному с тематикой его будущей диссертации.

Структура:

- Введение. Обзор различных экспериментальных методов, применяемых в данной области аэрофизических исследований. Обоснование выбранного метода.
- Основная часть. Используемое экспериментальное оборудование. Методика проведения экспериментов. Обработка и анализ полученных результатов.
- Заключение. Выводы о выполненной части работы и перспективы на будущее.

Этапы выполнения и защиты: Работа в основном выполняется на протяжении первых 12 недель семестра. По результатам оформляется пояснительная записка и презентация, используемая при докладе на защите.

Оцениваемые позиции: Содержание - максимальная оценка 50 баллов. Доклад максимальная оценка 20 баллов. Ответы на дополнительные вопросы - максимальная оценка 30 баллов.

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если содержание темы не раскрыто, суммарная оценка составляет менее 50 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если содержание темы раскрыто недостаточно глубоко, оценка составляет от 50 до 70 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если содержание темы раскрыто, но имеются некоторые недоработки, ответы на дополнительные вопросы - не всегда правильные. Оценка составляет от 71 до 85 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если содержание, оформление, доклад и ответы на вопросы - отвечают самым высоким требованиям; оценка составляет от 86 до 100 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсовой работы.

Тема курсовой работы "Экспериментальные методы исследований в аэрофизике" должна быть связана с исследованиями в рамках магистерской диссертации и согласована с преподавателем и руководителем магистерской диссертации.

5. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

Вопросы при защите носят индивидуальный характер и связаны с конкретной тематикой работы.