

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан механико-математического
факультета
Л.В. Гензе

Оценочные материалы по дисциплине

Аэродинамика

по направлению подготовки

01.03.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки:
**Основы научно-исследовательской деятельности в области механики и
математического моделирования**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-4 – способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.
- ПК-1 – способность проводить научно-исследовательские разработки по отдельным разделам выбранной темы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 4.1 Владеет навыками проведения поиска и обработки научной и научно-технической информации, необходимой для решения исследовательских задач

ИОПК 4.2 Оценивает полученные результаты и формулирует выводы по итогам проведенных исследований

ИПК 1.1 Владеет навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ИПК 1.2 Владеет навыками подготовки планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательской работы

ИПК 1.3. Владеет навыками проведения отдельных этапов научно-исследовательской работы

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты по лекционному материалу;
- посещаемость;
- домашние задания;
- контрольная работа;
- реферат.

Пример

Тест (ИОПК 4.1)

1. Чему равна плотность воздуха на высоте 10 км над уровнем моря согласно ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная. Параметры»?
 - а) 0.041 кг/м²
 - б) 4,1 кг/м³
 - в) 0.41 кг/м²
 - г) 4.1 кг/см²
2. Чему равна скорость звука в тропосфере на высоте 2000 м?
 - а) 299 м/с
 - б) 331 м/с
 - в) 340 м/с
 - г) 300 м/с

Ключи: 1в, 2б

Критерии оценивания: за выполнение теста начисляется 50 баллов.

Контрольная работа (ИОПК 4.1, ИОПК 4.2)

Контрольная работа состоит из 2 задач.

Примеры задач:

Задача 1

Сверхзвуковой летательный аппарат в форме сферически затупленного конуса движется со скоростью 3 Маха на высоте 10 км. Температура набегающего потока T_∞ равна 223 К. Чему равна температура торможения?

Задача 2

Сверхзвуковой летательный аппарат, имеющий головную часть в форме сферы радиуса $R_N = 1$ м, движется на высоте 12 км. Давление набегающего потока p_∞ равняется 19,5 кПа, а в точке торможения на внешней границе пограничного слоя $p_{e0} = 110$ кПа. Определите с помощью метода Ньютона давление на внешней границе пограничного слоя в точке, которая с точкой торможения формирует центральный угол равный 30 градусов.

Ответы:

Задача 1. 624,4 К.

Задача 2. 87,4 кПа.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы оцениваются по 100 балльной шкале, баллы могут быть переведены в оценки успеваемости следующим образом: 90-100 баллов – «отлично», 70–80 баллов – «хорошо», 60-69 – «удовлетворительно», менее 59 баллов – «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если все задачи решены без ошибок с 1-2 недочетами, снижающими оценку на 3-8 балла каждый, но не более 10 в сумме.

Оценка «хорошо» выставляется, если допущены 1-2 ошибки, снижающих оценку на 11-15 баллов каждая, но не более 30 в сумме.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если допущены 1-2 ошибки и 3–4 недочета.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если допущены 3 и более ошибок в сумме более 40 баллов.

Посещение учебных занятий оценивается накопительно следующим образом: каждый час занятий оценивается в 2 балла.

Домашняя и аудиторная работа (ИОПК 4.1, ИПК 1.1)

Домашняя и аудиторная работа оценивает творческий рейтинг, который выставляется за выполнение практических заданий, состоящих из задач различной сложности, в течение семестра.

Критерии оценивания: Результат выполнения домашней и аудиторной работы оцениваются следующим образом: максимальное количество баллов, отводимых на задание (100 баллов) делится на общее количество задач и умножается на количество решенных задач.

Реферат (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3)

Примеры тем рефератов

- 1.1. Обработка экспериментальных данных тарировки датчиков давления;
- 1.2. Определение числа Маха по экспериментальным данным, полученным пневмометрическим способом;
- 1.3. Определение скорости звука по экспериментальным данным температурных измерений;
- 1.4. Определение коэффициента сопротивления модели в сверхзвуковом потоке по экспериментальным данным.

1.5. Определение аэродинамических характеристик по данным модельной траектории.

Результаты работы определяются в форме оценки «зачет/незачет» (200 баллов), которая ставится по результатам самостоятельной работы и после защиты реферата.

Для перевода результатов текущего контроля в пятибалльную систему используется процент полученных баллов от максимально возможного количества баллов в соответствии со следующей таблицей:

Баллы в системе Moodle	5-балльная система
90% и выше	отлично (5)
70–89%	хорошо (4)
60–69%	удовлетворительно (3)
59% и ниже	неудовлетворительно (2)

Студент может быть освобожден от сдачи промежуточной аттестации (зачета с оценкой), если по итогам текущего контроля он набрал более 90% от максимального количества баллов по текущему контролю, но не имеет нулевых результатов (0 баллов) по любому элементу текущего контроля.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет с оценкой в седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа. Промежуточная аттестация дает 40% рейтинга. Итоговая оценка по дифференцированному зачету определяется как средневзвешенная величина оценок по текущему контролю и промежуточной аттестации с весами 60% и 40% соответственно.

Экзаменационный билет состоит из трех частей.

Первая часть содержит один теоритический вопрос, проверяющий ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит 2 вопроса, проверяющих ИОПК-4.1, ИОПК-4.2 и оформленных в виде практических задач. Ответы на вопросы второй части предполагают решение задач и краткую интерпретацию полученных результатов.

Третья часть представляет собой два дополнительных вопроса, проверяющих ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ИОПК-4.1, ИОПК-4.2 по первой и второй части экзамена. Вопросы третьей части предполагают краткий, логичный и аргументированный ответ.

Перечень теоретических вопросов:

1. Основные понятия аэродинамики. Классификация принципов полета. Строение атмосферы. Стандартная атмосфера
2. Основные физико-механические характеристики воздуха. Классификация по числам Маха .
3. Модели описания течения газов. Основные законы движения газов. Понятие воздушного потока. Закон Бернулли.
4. Критерии подобия в аэродинамике. Траектория полета.

5. Пограничный слой. Число Рейнольдса.
6. Особенности движения сжимаемого газа. Конус Маха .
7. Изоэнтропические течения и скачки уплотнения. Ударная волна. Прямой скачок уплотнения. Соотношения Рэнкина-Гюгио .
8. Невязкое осесимметричное течение около затупленного тела. Уравнения Эйлера. Адиабата Пуассона .
9. Критическая и максимальная скорость. Сопло Лавалья. Коэффициент восстановления полного давления. Формула Рэлея .
10. Методы определения распределения давления на поверхности летательного аппарата. Формула Ньютона .
11. Математическое моделирование вязких течений. Пограничный слой. Уравнения Навье-Стокса .
12. Ламинарный, турбулентный и смешанный характер течения в пограничном слое. Отрыв пограничного слоя. Звуковая линия .
13. Аэродинамические формы сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов. Системы координат, применяемые в аэродинамике .
14. Пространственное сверхзвуковое обтекание летательного аппарата. Система уравнений пространственного вязкого и невязкого течения .
15. Параметры течения при пространственном обтекании ЛА. Влияние угла атаки на характеристики течения .
16. Аэродинамические силы и моменты, действующие на тело в сверхзвуковом потоке. Компоненты силы лобового сопротивления. Сопротивление давления и трения .
17. Аэродинамическое сопротивление летательных аппаратов с различной геометрией. Применение метода Ньютона для расчета аэродинамических коэффициентов .
18. Аэродинамический нагрев. Аэродинамические формы сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов. Распределение теплового потока .
19. Дифференциальные уравнения движения вязкого газа в криволинейной системе координат .
20. Особенности гиперзвукового обтекания. Модель химически равновесного воздуха. Аэродинамическое сопротивление и нагрев летательного аппарата при гиперзвуковом обтекании .

Примеры задач:

Задача 1

Сверхзвуковой летательный аппарат в форме сферически затупленного конуса движется со скоростью 3 Маха на высоте 10 км. Температура набегающего потока T_∞ равна 223 К. Чему равна температура торможения?

Задача 2

Сверхзвуковой летательный аппарат, имеющий головную часть в форме сферы радиуса $R_N = 1$ м, движется на высоте 12 км. Давление набегающего потока p_∞ равняется 19,5 кПа, а в точке торможения на внешней границе пограничного слоя $p_{e0} = 110$ кПа. Определите с помощью метода Ньютона давление на внешней границе пограничного слоя в точке, которая с точкой торможения формирует центральный угол равный 30 градусов.

Ответы:

Задача 1. 624,4 К.

Задача 2. 87,4 кПа.

Критерии оценивания:

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

Оценка «отлично» выставляется, если на теоретический вопрос дан правильный и развернутый ответ, все задачи решены без ошибок с 1-2 недочетами, даны правильные и логичные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан правильный ответ на теоретический вопрос, но не все изложено развернуто и логически структурировано, при решении задач допущены 1-2 ошибки, в целом даются правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если на теоретический вопрос в целом дан правильный ответ на вопрос, но он изложен поверхностно и с нарушением логики изложения, при решении задач допущены 1-2 ошибки и 3–4 недочета, студент испытывает трудности с объяснениями.

Оценка «неудовлетворительно» ставится если студент не способен дать ответ на теоретический вопрос, допущены 3 и более ошибок при решении задач, не даны ответы на дополнительные вопросы.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособрнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке). Вопросы данного раздела показывают вклад дисциплины в образовательный результат образовательной программы. Объем заданий в данном разделе зависит как от количества формируемых индикаторов достижения компетенций, так и от объема дисциплины по учебному плану.

Тест (ИОПК 4.1)

1. Чему равна плотность воздуха на высоте 10 км над уровнем моря согласно ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная. Параметры»?
 - а) 0.041 кг/м^2
 - б) $4,1 \text{ кг/м}^3$
 - в) 0.41 кг/м^2
 - г) 4.1 кг/см^2
2. Чему равна скорость звука в тропосфере на высоте 2000 м?
 - а) 299 м/с
 - б) 331 м/с
 - в) 340 м/с
 - г) 300 м/с

Ключи: 1в, 2б

Задачи (ИОПК 4.1, ИОПК 4.2)

Задача 1

Сверхзвуковой летательный аппарат в форме сферически затупленного конуса движется со скоростью 3 Маха на высоте 10 км. Температура набегающего потока T_∞ равна 223 К. Чему равна температура торможения?

Задача 2

Сверхзвуковой летательный аппарат, имеющий головную часть в форме сферы радиуса $R_N = 1$ м, движется на высоте 12 км. Давление набегающего потока p_∞ равняется 19,5 кПа, а в точке торможения на внешней границе пограничного слоя $p_{e0} = 110$ кПа. Определите с помощью метода Ньютона давление на внешней границе пограничного слоя в точке, которая с точкой торможения формирует центральный угол равный 30 градусам.

Ответы:

Задача 1. 624,4 К.

Задача 2. 87,4 кПа.

Информация о разработчиках

Овчинников Вячеслав Александрович, к.ф.-м.н., кафедра физической и вычислительной механики, доцент