

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ФМАТ

И.Г. Дроздов

« 11 » сентября 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Аэродинамика летательных аппаратов с применением цифровых технологий»

Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Специализация "Самолетостроение"

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

 /В.В. Самохвалов/

Заведующий кафедрой
Самолетостроения

 /Е.Н. Некравцев/

Руководитель ОПОП

 /Е.Н. Некравцев /

Воронеж 2023 г

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у обучающихся компетенций в области аэродинамического проектирования, расчета и анализа аэродинамических характеристик ЛА с использованием передовых цифровых методов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

формирование навыков работы с программными комплексами для аэродинамического моделирования и симуляции; применение цифровых технологий для решения практических задач, связанных с расчетом и анализом аэродинамических характеристик и устойчивости ЛА

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Аэродинамика летательных аппаратов с применением цифровых технологий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Аэродинамика летательных аппаратов с применением цифровых технологий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен разрабатывать технические проекты авиационной техники, ее модернизации или модификации;

ПК-9 - Способен разрабатывать сложные математические модели с учетом особенностей авиационных конструкций и протекающих процессов;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать возможности современных цифровых инженерных платформ.
	Уметь выполнять аэродинамический анализ, подбирать рациональные конструктивные схемы, обосновывать технические решения результатами численного анализа (ВГ/МКЭ)
	Владеть навыками проведения цифровых испытаний (ВГ/МКЭ) и использования их результатов для принятия конструкторских решений при проектировании ЛА.
ПК-9	Знать математические основы ВГ и МКЭ, особенности моделирования реальных процессов в авиационных конструкциях.
	Уметь формулировать инженерные задачи, строить математические модели аэродинамических процессов, проводить численный анализ.
	Владеть приемами численного моделирования, методами анализа результатов расчетов и навыками проверки и интерпретации математических моделей.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Аэродинамика летательных аппаратов с применением цифровых технологий» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	90	90
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Цифровые технологии в аэродинамике летательных аппаратов	Место ВГ/МКЭ в проектировании ЛА Обзор ANSYS Fluent Требования к САД-моделям для аэродинамических расчётов.	2	4	10	16
2	Подготовка геометрии летательного аппарата для МКЭ-анализа, генерация расчётных сеток	Принципы очистки и упрощения геометрии; устранение разрывов, зазоров Создание расчётной области Типы сеток, критерии качества сетки и их влияние на точность расчётов	4	8	20	32
3	Постановка аэродинамической задачи и проведение МКЭ-расчётов	Выбор граничных условий Источники ошибок Моделирование обтекания профиля, анализ результатов	4	8	20	32
4	Прочностной анализ элементов ЛА с использованием МКЭ	Экспорт распределения давлений Построение нагрузочных случаев Определение напряжений, прогибов, запасов прочности	4	8	20	32
5	Комплексный	Создание полного цифрового	4	8	20	32

	цифровой проект аэродинамики ЛА	расчётного цикла Интеграция результатов Цифровые испытания				
Итого			18	36	90	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Знакомство с интерфейсом ANSYS Fluent и импорт простой геометрии
2. Очистка и упрощение геометрии профиля крыла
3. Создание сетки и оценка её качества
4. Аэродинамические испытания крыла. Анализ результатов.
5. Прочностной анализ элементов ЛА с использованием МКЭ

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать возможности современных цифровых инженерных платформ.	Посещение лекций. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять аэродинамический анализ, подбирать рациональные конструктивные схемы, обосновывать технические	Посещение лекций. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	решения результатами численного анализа (ВГ/МКЭ)			
	Владеть навыками проведения цифровых испытаний (ВГ/МКЭ) и использования их результатов для принятия конструкторских решений при проектировании ЛА.	Посещение лекций.. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	Знать математические основы ВГ и МКЭ, особенности моделирования реальных процессов в авиационных конструкциях.	Посещение лекций. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь формулировать инженерные задачи, строить математические модели аэродинамических процессов, проводить численный анализ.	Посещение лекций. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть приёмами численного моделирования, методами анализа результатов расчётов и навыками проверки и интерпретации математических моделей.	Посещение лекций. Выполнение и защита лабораторных работ.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать возможности современных цифровых инженерных платформ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выполнять аэродинамический анализ, подбирать рациональные конструктивные схемы, обосновывать технические решения результатами численного анализа (ВГ/МКЭ)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками проведения цифровых испытаний (ВГ/МКЭ) и использования их результатов для принятия конструкторских решений при проектировании ЛА.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	Знать математические основы ВГ и МКЭ, особенности моделирования реальных процессов в авиационных конструкциях.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь формулировать инженерные задачи, строить математические модели аэродинамически	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	х процессов, проводить численный анализ.					
	Владеть приёмами численного моделирования, методами анализа результатов расчётов и навыками проверки и интерпретации математических моделей.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие преимущества дают методы вычислительной аэродинамики (CFD) при проектировании ЛА?

A. Полностью заменяют натурные испытания

B. Позволяют быстро оценивать влияние изменений геометрии на аэродинамику

C. Исключают необходимость использования CAD-моделей

D. Обеспечивают абсолютную точность результатов

2. Что является обязательным требованием к CAD-модели для корректного проведения CFD-анализа?

A. Модель должна быть построена только в NURBS-представлении

B. Модель должна содержать максимально подробные мелкие элементы

C. Модель должна быть водонепроницаемой (watertight)

D. Модель должна быть импортирована в формате .stl

3. Зачем при подготовке геометрии выполняют удаление мелких элементов (болтов, ниш, фасок)?

A. Чтобы повысить реализм симуляции

B. Чтобы сократить расчётное время и избежать генерации слишком мелкой сетки

C. Чтобы упростить визуализацию

D. Чтобы уменьшить массу модели

4. Какой тип сетки чаще всего используется для моделирования обтекания профиля крыла?

A. Тетраэдральная нерегулярная сетка

B. Полностью структурированная сетка

C. Гибридная сетка (структурированная около профиля +

тетраэдры/полиэдры дальше)

D. Сетка из треугольников только на поверхности

5. Что относится к граничным условиям при аэродинамических CFD-расчётах?

A. Коэффициент Пуассона

B. Скорость и направление набегающего потока

C. Коэффициент запаса прочности

D. Тип материала конструкции

6. Какой из факторов чаще всего приводит к расходимости или ошибкам расчёта в CFD?

A. Использование слишком крупной сетки

B. Отсутствие визуализации результатов

C. Большой размер CAD-модели

D. Применение единственного монитора

7. Что требуется для выполнения прочностного расчёта конструкции, основанного на результатах CFD?

A. Только форма конструкции

B. Только значения модулей упругости

C. Поле давлений, полученное в аэродинамическом расчёте

D. Список граничных условий из CAD-системы

8. Что понимается под нагрузочным случаем в прочностном анализе ЛА?

A. Тип используемой сетки

B. Набор внешних воздействий (силы, давление, температура), приложенных к конструкции

C. Формат файла, импортируемого в CAE-систему

D. Алгоритм решения уравнений упругости

9. Что является ключевым преимуществом цифровых испытаний (virtual testing)?

A. Они полностью заменяют лётные испытания

B. Позволяют проверять поведение ЛА без необходимости создания физического прототипа

C. Не требуют квалифицированных специалистов

D. Выполняются быстрее, чем создаётся CAD-модель

10. Что включает в себя полный цифровой расчётный цикл в проектировании ЛА?

A. Только подготовку сетки

B. CFD + прочностной анализ + интеграция данных + оптимизация

C. Только визуализацию результатов

D. Только генерацию CAD-модели

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Какой формат наиболее надёжен для передачи CAD-геометрии в CFD-пакеты?

- A. .obj
- B. .iges
- C. step
- D. .png

Какой параметр качества сетки наиболее критичен для точного моделирования приграничного слоя?

- A. Площадь треугольника
- B. y^+
- C. Количество элементов по длине крыла
- D. Масштаб визуализации

Что из перечисленного относится к внутренним граничным условиям?

- A. Выходное давление
- B. Плоскость симметрии
- C. Скорость на входе
- D. Стенка (wall)

Какой метод турбулентности наиболее часто используется при расчёте обтекания профиля крыла в ANSYS Fluent?

- A. DNS
- B. $k-\omega$ SST
- C. LES
- D. RANS Spalart-Allmaras

Почему важно проверять качество сетки (orthogonality) и skewness?

- A. Чтобы улучшить визуальный вид модели
- B. Чтобы уменьшить объём оперативной памяти
- C. Чтобы повысить устойчивость и точность численного решения
- D. Чтобы уменьшить массу конструкции

Какой результат CFD обычно экспортируют для дальнейшего прочностного анализа?

- A. Линейную сетку
- B. Профиль скорости
- C. Модель CAD целиком
- D. Поле распределённого давления

Что является типичным признаком недостаточно сетки?

- A. Быстрый расчёт
- B. Нестабильная или расходящаяся сходимость
- C. Минимальный размер файла
- D. Малое количество узлов

Что означает коэффициент запаса прочности меньше 1?

- A. Конструкция имеет избыточную массу
- B. Конструкция оптимальна
- C. Конструкция не выдерживает заданную нагрузку
- D. Материал выбран корректно

Что является преимуществом интеграции CFD и прочностных расчётов в едином цикле?

- A. Возможность отказаться от CAD

- В. Уменьшение количества инженеров в проекте
 - С. Быстрая оценка влияния аэродинамических нагрузок на прочность конструкции
 - Д. Переход к двумерному моделированию
- Что включает в себя подготовка расчётной области для аэродинамического моделирования?
- А. Построение 3D-анимации
 - В. Удаление ненужных частотных мод
 - С. Создание внешнего объёма вокруг ЛА с достаточным отступом для потока
 - Д. Импорт материалов в базу данных

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Что такое CFD?
- А. Компьютерная визуализация
 - В. Численное моделирование течений (Computational Fluid Dynamics)
 - С. Программа для расчёта прочности
 - Д. Методика сборки CAD-моделей
- Какой из следующих элементов НЕ является типом сетки в CFD?
- А. Тетраэдрическая
 - В. Гексаэдрическая
 - С. Плоская (2D)
 - Д. Призма
- Для чего применяют упрощение геометрии перед МКЭ-анализом?
- А. Улучшить качество визуализации
 - В. Уменьшить время печати 3D-модели
 - С. Снизить количество элементов сетки и уменьшить время расчёта
 - Д. Для окраски модели
- Какое значение имеет параметр y^+ ?
- А. Определяет плотность материала
 - В. Оценивает разрешение сетки в пограничном слое
 - С. Скорость на входе
 - Д. Прочность соединений
- Какой из факторов наиболее критичен для стабильности численного решения CFD?
- А. Цвет модели
 - В. Размер экрана
 - С. Качество сетки и шаг по времени (time step)
 - Д. Размер файла
- Что такое граничное условие типа "wall"?
- А. Выходной поток
 - В. Поверхность, где скорость жидкости равна нулю
 - С. Входной поток
 - Д. Симметрия

Что влияет на точность расчёта обтекания профиля крыла?

- A. Размер элементов сетки и турбулентная модель
- B. Масса модели
- C. Цвет крыла
- D. Время визуализации

В МКЭ-анализе прочности что такое "случай нагружения"?

- A. Вариант САД-модели
- B. Определённый набор сил и граничных условий для расчёта
- C. Граничное условие температуры
- D. Толщина сетки

Почему часто используют симметрию в CFD моделях?

- A. Для красоты изображения
- B. Чтобы уменьшить массу модели
- C. Чтобы сократить объём расчётной области и ускорить вычисления
- D. Чтобы добавить цвета

Что такое «косость» (skewness) сетки?

- A. Визуальный эффект
- B. Мера отклонения углов элементов от оптимальных значений
- C. Скорость потока
- D. Коэффициент прочности

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

Какой файл САД наиболее часто используют для импорта в ANSYS?

- A. .jpg
- B. .pdf
- C. .step
- D. .txt

Что означает термин "статическая сетка"?

- A. Сетка без САД-модели
- B. Сетка для динамических расчётов
- C. Сетка, которая не изменяется во времени при расчётах
- D. Сетка для анимации

Почему важно удалять разрывы и зазоры в САД перед МКЭ?

- A. Для красоты модели
- B. Для уменьшения размера файла
- C. Чтобы элементы сетки корректно формировались и решение было

точным

- D. Чтобы ускорить печать

Какой тип нагрузки можно импортировать из CFD в прочностной анализ?

- A. Вес модели
- B. Распределённое давление на поверхности конструкции
- C. Цвет модели
- D. Плотность материала

Что означает интеграция результатов CFD и прочности?

A. Автоматическая окраска модели

B. Печать модели на 3D-принтере

C. Передача аэродинамических нагрузок на конструкцию для анализа прочности

D. Создание презентации

Какой результат CFD чаще всего проверяют первым?

A. Массу модели

B. Цвет элементов

C. Поле скорости и давления потока

D. Толщину сетки

В прочностном анализе что является критерием безопасности конструкции?

A. Коэффициент запаса прочности

B. Масса конструкции

C. Цвет материала

D. Длина CAD-модели

Что такое "область расчёта" в CFD?

A. Программный модуль

B. Внутренний файл модели

C. Внешний объём, в котором моделируется поток вокруг объекта

D. Размер файла

Какой тип сетки лучше всего использовать для сложной аэродинамической геометрии с мелкими деталями?

A. Простую квадратную

B. Комбинированную тетраэдрическую с призматическим пограничным слоем

C. Одномерную линию

D. Только кубическую

Почему после МКЭ расчётов проводят анализ погрешностей и сходимости?

A. Для создания отчёта

B. Для уменьшения веса модели

C. Чтобы убедиться в точности и стабильности результатов расчёта

D. Чтобы добавить цвета

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по тест- билетам, каждый из которых содержит 10 тестовых вопросов, 1 стандартную задачу и 10 прикладных задач.

Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. За выполнение теста на 70-100% (один правильный ответ- 10%) студент получает 7-10 баллов.

Выполнение 1 стандартной задачи оценивается по 10 балльной системе. Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены -10 баллов.

Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены -7-9 баллов.

Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены -6-1 балл.

Демонстрирует непонимание проблемы – 0 баллов.

За правильное решение одной прикладной задачи студент получает 1балл, за десять – 10 баллов.

Максимальное количество набранных баллов – 30.

Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент продемонстрировано знание основных понятий, идей и концепций при наличии некоторых несущественных пробелов. Целостное видение рассматриваемой проблемы присутствует, но может быть не до конца выражено в авторском анализе. Количество набранных баллов – свыше 21.

Выполнение каждого задания должен быть оценено, не менее чем на 7баллов.

Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент продемонстрировал низкий уровень знаний. Допущены существенные ошибки. Отсутствие логических рассуждений, понимания проблемы, необоснованность выводов. Количество набранных баллов – менее 21, или выполнение одного из заданий было оценено, менее чем на 7 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Цифровые технологии в аэродинамике летательных аппаратов	ПК-4, ПК-9	Тест, прикладные задачи, стандартные задачи
2	Подготовка геометрии летательного аппарата для МКЭ-анализа, генерация расчётных сеток	ПК-4, ПК-9	Тест, прикладные задачи, стандартные задачи
3	Постановка аэродинамической задачи и проведение МКЭ-расчётов	ПК-4, ПК-9	Тест, прикладные задачи, стандартные задачи
4	Прочностной анализ элементов ЛА с использованием МКЭ	ПК-4, ПК-9	Тест, прикладные задачи, стандартные задачи
5	Комплексный цифровой проект аэродинамики ЛА	ПК-4, ПК-9	Тест, прикладные задачи, стандартные задачи

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Методы решения профессиональных задач на ЭВМ: учебное пособие для высшего профессионального образования / А.В. Пилипенко, О.В. Пилипенко, А.А. Федотов. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК», 2012. – 91 с.

2. Лысенко Д.А. Моделирование крупных вихрей для задач аэродинамики плохообтекаемых тел на основе технологий Ansys Fluent и OpenFOAM® – 2-е издание – 273 с.: ил.

3. Построение сеток в задачах авиационной и космической техники / А. М. Молчанов, М. А. Щербаков, Д. С. Янышев, М. Ю. Куприков, Л. В. Быков; МАИ – Москва, 2013. – 260 с., с ил.

4. Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS Fluent: учеб. пособие / Л.С. Шаблий, А.В. Кривцов, Д.А. Колмакова. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. – 108 с.: ил.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

<http://window.edu.ru/> - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам";

<https://www.rsl.ru/> - Российская государственная библиотека;

<https://elibrary.ru/> - Электронная библиотека;

<http://www.avia.ru> - Информационный портал о гражданской авиации ;

<http://www.favt.ru> - Официальный сайт «Росавиации»;

- электронная информационно-образовательная среда ВГТУ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Аудитория для проведения лекционных занятий.

2. Ноутбук, проектор, экран.

3. Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Аэродинамика летательных аппаратов с применением цифровых технологий» читаются лекции и проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			