

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	5	180	68	17	34	17	112	36	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Клочков Александр Викторович, к.т.н., доцент

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 — способность проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-7

знания:

на уровне представлений:

– знать особенности различных физических моделей, применяемых для описания газовых течений;

– знать методы расчета основных параметров течения и аэродинамических характеристик ЛА;

– знать методы и технику экспериментальных исследований;

на уровне воспроизведения и понимания:

– понимать физический смысл аэрогазодинамических явлений;

– знать методы расчета основных параметров течения и аэродинамических характеристик ЛА;

– знать методы и технику экспериментальных исследований в аэродинамике ЛА;

на уровне воспроизведения и понимания:

– понимать физический смысл аэродинамических явлений;

умения:

– уметь устанавливать связь между физической моделью изучаемого явления и математической постановкой задачи;

– уметь устанавливать связь между физической моделью изучаемого явления и математической постановкой задачи;

– уметь проводить анализ аэродинамических характеристик ЛА;

навыки:

иметь навыки и владеть –

– владеть методиками определения аэродинамических коэффициентов летательных аппаратов (ЛА) и расчета аэродинамических сил, действующих на ЛА;

– владеть методиками определения аэродинамических коэффициентов ЛА и расчета аэродинамических сил, действующих на ЛА;

– владеть навыками проведения анализа аэродинамических характеристик ЛА;;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ГИДРОАЭРОДИНАМИКИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТНОЙ БАЛЛИСТИКЕ, ТЕОРИЯ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	Раздел 1. Основные понятия и определения. Предмет и задачи курса. Модели газовой среды. Схемы взаимодействия потока с телом. Сведения из кинематики (движение жидкой частицы, деформация жидкой частицы; дивергенция, градиент, ротор). Аэродинамические силы и моменты, действующие на тело. Маневренные характеристики подвижного объекта.	60	30	3	18	9	30	10
3	6	Раздел 2. Основные законы и уравнения аэродинамики. Закон сохранения массы. Закон количества движения. Закон сохранения энергии. Замыкающие соотношения. Граничные и начальные условия. 1-й и 2-й закон термодинамики. Приложения к идеальным газам. Термодинамические циклы.	23	3	3	0	0	20	10
3	6	Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения. Интеграл Лагранжа. Интеграл Бернулли. Различные виды уравнения Бернулли. Газодинамические функции. Примеры применения. Качественный анализ уравнений одномерного течения газа по каналу. Сопло Лавалю. Режимы течения по соплу и каналам. Истечение газа из сосуда.	61	28	4	16	8	33	25
3	6	Раздел 4. Ударно-волновые явления в газовых средах. Качественное отличие сверхзвуковых и дозвуковых течений. Распространение малых возмущений в газовой струе. Образование скачков уплотнения. Основные законы и формулы для расчета скачков уплотнения. Примеры. Разрежение сверхзвукового потока. Течение Прандтля-Майера. Примеры применения. Слабое сжатие и расширение сверхзвукового потока. Обтекание пластинки под малым углом атаки. Аэродинамические коэффициенты. Аэродинамический расчет ЛА.	19	4	4	0	0	15	30
3	6	Раздел 5. Понятие о пограничном слое. Уравнения движения вязкого сжимаемого газа (плоский случай). Уравнения пограничного слоя. Интегральные соотношения для расчета динамического пограничного слоя. Коэффициент теплоотдачи. Число Нуссельта. Аналогия Рейнольдса.	17	3	3	0	0	14	25
Всего за 6 семестр			180	68	17	34	17	112	100
Всего по дисциплине			180	68	17	34	17	112	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Определение аэродинамических характеристик профиля крыла по измеренному распределению давления на его поверхности	9
2	Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения.	Истечение газа из сосуда конечного размера	8
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Методика аэрогидродинамического эксперимента	9
2		Определение аэродинамических характеристик осесимметричного тела	9
3	Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения.	Течение газа по соплу Лавалю	16
Всего за 6 семестр			34

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование	Содержание учебного задания	Объем, часов
-------	----------------------	-----------------------------	--------------

	раздела дисциплины		
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 1 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	30
2	Раздел 2. Основные законы и уравнения аэродинамики.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение 1 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	20
3	Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 2 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	33
4	Раздел 4. Ударно-волновые явления в газовых средах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 2 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	15
5	Раздел 5. Понятие о пограничном слое.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам	14
Всего за 6 семестр			112

3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. 1 этап курсового проекта "Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата". 1. Получение задания на курсовой проект (КП). Проведение анализа литературы по индивидуальному заданию на КП. 2. Выбор прототипа летательного аппарата (ЛА). Выбор формы и геометрических параметров ЛА. Задание основных ТТХ ЛА, исходных данных для аэродинамического расчета (по согласованию с руководителем). 3. Расчет безразмерных аэродинамических коэффициентов: - коэффициента лобового сопротивления; - коэффициента подъемной силы - коэффициент стабилизирующего момента; - коэффициент тушащего момента; - коэффициент управляющего момента для трех чисел Маха (М) и не менее чем для 3-х значений углов атаки (α) (по указанию руководителя) на основе полуэмпирического метода Лебедева А.А., Чернобровкина Л.С.	1 - 8	18
Этап 2. 2 этап курсового проекта "Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата". 4. Расчет безразмерных аэродинамических коэффициентов: - коэффициента лобового сопротивления; - коэффициента подъемной силы - коэффициента стабилизирующего момента для трех чисел Маха (М) и не менее чем для 3-х значений углов атаки (α) (по указанию руководителя) с помощью современных компьютерных технологий (с использованием пакетов Solid Works, Ansis и др. по заданию руководителя КП). (Исследование сеточной сходимости обязательно). 5. Определение запаса устойчивости ЛА, балансировки ЛА 6. Анализ результатов исследований. 7. Оформление пояснительной записки и презентации к докладу	9 - 16	18

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				ЛР, Тест, Отчет		ДР		ЛР, Отчет		ДР		ЛР, Отчет		Тест		ДР	КП, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Тест – тест;
- Отчет – отчет;
- КП – курсовой проект;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- тест;
- отчет;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
2. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
3. Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 352 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. SolidWorks 2015 R5;
3. ANSYS 2020 R2.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. образцы РКТ;
2. Microsoft Office;
3. SolidWorks 2015 R5;
4. ANSYS 2020 R2.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Газодинамическая установка разреженных струй (ГУРС-1);
2. Дозвуковая аэродинамическая труба АСТ-1;
3. Microsoft Office.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ОПК-7 способность проводить экспериментальные исследования в области аэробаллистики, организовывать проведение научных космических исследований и разработок, а также представлять и аргументированно защищать полученные результаты.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением газодинамических процессов, сопровождающих функционирование летательных аппаратов (ЛА) на всех этапах движения. Излагаются особенности физических моделей, применяемых для описания газовых течений, связь между физической моделью явления и математической моделью, методы расчета параметров течения и аэродинамических характеристик ЛА, а также методы и техника экспериментальных исследований в аэродинамике ЛА.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- тест;
- отчет;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные понятия и определения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 1 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (с. 6-12) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (введение, описание лабораторных работ № 1 и №2) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (с.27-34, с.39-51)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Основные законы и уравнения аэродинамики.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение 1 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (с.52-64) А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (с.40-58)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 2 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (с.68-83, л/р №3, л/р №4, л/р № 5 и л/р № 6, раздел 5) Г. А. Акимов, В. А. Зазимко, М. Г. Моисеев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Аэрогазодинамика. Ч. 2 Описание лабораторных работ: БГТУ	33

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (л/р №4)	
Итого по разделу 3		33
Раздел 4. Ударно-волновые явления в газовых средах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам. Выполнение 2 этапа курсового проекта «Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата»	А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (с.98-119, с.387-409, разд.9,10,1)	15
Итого по разделу 4		15
Раздел 5. Понятие о пограничном слое.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам	А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (с.52-57, с.57-68, раздел 5)	14
Итого по разделу 5		14

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- курсовой проект;
- отчет;
- лабораторная работа;
- тест;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Курсовой проект

Критерии оценки защиты курсового проекта (КП):

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он решил все задачи, поставленные перед ним в КП и ответил на все вопросы комиссии, организованной на кафедре для защиты КП, связанные с материалами, изложенными в пояснительной записке к КП.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он решил все задачи, поставленные перед ним в КП и ответил на 50% вопросов комиссии, организованной на кафедре для защиты КП, связанные с материалами, изложенными в пояснительной записке к КП.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он решил все задачи, поставленные перед ним в КП, но не ответил на вопросы комиссии, организованной на кафедре для защиты КП, связанные с материалами, изложенными в пояснительной записке к КП.
- оценка «не защитил» выставляется обучающемуся, если он не решил все задачи, поставленные перед ним в КП.

Перечень тем курсовых проектов представлен в УМК дисциплины.

Отчет

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе.

При оформлении ПР требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

ПР выполняются на листах бумаги формата А4. На титульном листе указываются название дисциплины, тема ПР, фамилия и инициалы студента и преподавателя, номер группы, номер и вариант задания.

В начале описательной части излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями.

Все вычисления заносятся в таблицы. Табличные данные в соответствии с требованиями ПР представляются в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ. Результаты машинного счета оформляются в виде приложения.

По каждой ПР обучающийся должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае, если оформление отчета и поведение обучающегося во время защиты соответствуют необходимым требованиям, он получает максимальное количество баллов (5).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max (5) до min (3) являются:

- небрежное выполнение отчета по ПР,

- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

- ответы не на все вопросы преподавателя по теме ПР.

Для получения оценки "5" - студент должен ответить верно на 5 вопросов преподавателя по теме ПР,

для получения оценки "4" - студент должен ответить верно на 4 вопроса преподавателя по теме ПР,

для получения оценки "3" - студент должен ответить на 3 вопроса преподавателя по теме ПР.

Лабораторная работа

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении ЛР требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

ЛР выполняются на листах бумаги формата А4.

На титульном листе указываются название дисциплины, тема и номер ЛР, фамилия и инициалы студента и преподавателя, номер группы, номер и вариант задания.

В начале описательной части излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями и заносятся в таблицы.

Табличные данные в соответствии с требованиями ЛР представляются в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ. Результаты машинного счета оформляются в виде приложения.

По каждой ЛР студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

Студент обязан выполнять все ЛР в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям работа считается сданной.

Тест

Текущее тестирование проводится на лекционных и практических занятиях в виде опроса по теме занятия.

Тестовое задание состоит из 5 вопросов.

Верный ответ на один вопрос оценивается в "1" балл. Успешное написание Тестового задания подразумевает правильный ответ не менее чем на три вопроса (3 балла).

Тестовые задания по дисциплине приведены в УМК по дисциплине

Дифференцированный зачет

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета, который проставляется при условии выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий по результатам работы в семестре.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется, как среднее арифметическое суммарных оценок, полученных обучающимся за выполнение лабораторных работ, практических работ и Тестового задания.

Критерии оценивания дифференцированного зачета :

- оценка «зачтено - отлично» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических работ и Тестового задания равно 4.5 баллов и выше;
- оценка «зачтено - хорошо» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических работ и Тестового задания находится в пределах 3.5 - 4.4 балла;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических работ и Тестового задания находится в пределах 2.4 балла и ниже;
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «зачтено - удовлетворительно»

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-7	
3	6	Раздел 1. Основные понятия и определения.	60	30	3	18	9	30	10	Лабораторная работа, Отчет, Курсовой проект
3	6	Раздел 2. Основные законы и уравнения аэродинамики.	23	3	3	0	0	20	10	Тест
3	6	Раздел 3. Динамика идеальной жидкости. Приложения.	61	28	4	16	8	33	25	Тест, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Ударно-волновые явления в газовых средах.	19	4	4	0	0	15	30	Тест
3	6	Раздел 5. Понятие о пограничном слое.	17	3	3	0	0	14	25	Тест
Всего за 6 семестр			180	68	17	34	17	112	100	
Всего по дисциплине			180	68	17	34	17	112	100	

Критерии оценивания

ОПК-7

Вопросы открытого типа:

- № 1 В каком диапазоне чисел Маха происходит резкое возрастание коэффициента лобового сопротивления?
- № 2 Для чего используются вихревые генераторы на верхней поверхности крыльев



- № 3 Подъемной силой называется?
- № 4 Что такое аэродинамическое качество ЛА?
- № 5 Силой лобового сопротивления называется?
- № 6 При каком режиме течения пограничный слой на поверхности ЛА менее склонен к отрыву?
- № 7 Что называется волновым сопротивлением ?
- № 8 Что называется средней аэродинамической хордой крыла?
- № 9 Что называют полярной первого рода?
- № 10 Каким критерием оценивается влияние сил трения натекающего потока на аэродинамические коэффициенты ЛА?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Аэродинамическим фокусом ЛА по углу атаки называется:
- точка приложения той части аэродинамической силы, которая обусловлена углом атаки
 - точка, расположенная на его продольной оси, относительно которой коэффициент момента тангажа остается постоянным при малых изменениях угла атаки
 - точка приложения суммарной аэродинамической силы
 - точка, расположенная на его продольной оси, относительно которой момент тангажа равен 0
 - точка, расположенная на его оси продольной оси и совпадающая с центром тяжести на балансировочном угле атаки
- № 2 Где должен находиться центр давления, чтобы полет неуправляемого симметричного ЛА был устойчивым?
- Впереди центра тяжести
 - В носовой части ЛА
 - За центром тяжести
 - В центре тяжести
 - В любой точке ЛА
- № 3 В каких случаях момент тангажа C_{mz} , действующий на летательный аппарат равен нулю?

- При совпадении центра давления и центра тяжести
- При равенстве нулю нормальной силы
- При равенстве нулю силы лобового сопротивления
- При равенстве нулю продольной силы
- При равенстве нулю подъемной силы

№ 4

Какой будет зависимость коэффициента подъемной силы от малых значений угла атаки для симметричного ЛА, если аппроксимировать эту зависимость полиномом с постоянными коэффициентами?

$$C_y = a_1 + a_2\alpha$$

$$C_y = a\alpha^4$$

$$C_y = a\alpha^2$$

$$C_y = a_1 + a_2\alpha^2$$

$$C_y = a_1\alpha + a_2\alpha^3$$

№ 5

Какой будет зависимость коэффициента силы лобового сопротивления от малых значений угла атаки для симметричного ЛА, если аппроксимировать эту зависимость полиномом с постоянными коэффициентами?

$$C_x = a\alpha$$

$$C_x = a\alpha^4$$

$$C_x = a\alpha^2$$

$$C_x = a_1 + a_2\alpha^2$$

$$C_x = a_1 + a_2\alpha + a_3\alpha^2$$

№ 6

Какие действия из перечисленных приведут к повышению степени устойчивости летательного аппарата?

- увеличение площади стабилизаторов
- изменение внутренней компоновки ЛА с перемещением центра тяжести вперед
- изменение внутренней компоновки ЛА с перемещением центра тяжести назад
- уменьшение площади стабилизаторов
- размещение дополнительных аэродинамических поверхностей в передней части ЛА

№ 7

Какие действия из перечисленных приведут к повышению степени управляемости статически устойчивого летательного аппарата?

- увеличение площади стабилизаторов

- изменение внутренней компоновки ЛА с перемещением центра тяжести вперед
 - изменение внутренней компоновки ЛА с перемещением центра тяжести назад
 - уменьшение площади стабилизаторов
 - размещение дополнительных аэродинамических поверхностей (дестабилизаторов) в передней части ЛА
 - увеличение площади рулей
 - использование нормальной аэродинамической компоновки
 - использование аэродинамической схемы «утка»
- № 8 Отрыв пограничного слоя имеет место:
- на верхней поверхности крыла при больших углах атаки и положительном градиенте давления
 - на верхней поверхности крыла при отрицательных углах атаки
 - на передней поверхности крыла при скругленной передней кромке
 - на нижней поверхности крыла при больших углах атаки и отрицательном градиенте давления
- № 9 Укажите какие способы из перечисленных могут применяться для снижения величины индуктивного сопротивления крыла :
- Изменение формы законцовки крыла в плане с целью уменьшения концевой хорды крыла
 - Использование вертикальных законцовок крыла (винглетов)
 - Изменение формы законцовки крыла в плане с целью увеличения концевой хорды крыла
 - Увеличение удлинения крыла
 - Уменьшение удлинения крыла
 - Использование продольной крутки крыла
- № 10 Что из перечисленного определяет величину индуктивного сопротивления крыла:
- Форма крыла в плане
 - Профиль крыла
 - Площадь крыла
 - Корневая хорда крыла
 - Бортовая хорда крыла