



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала ДВФУ
в г. Арсеньеве
Ю.Ф.Огнев
« 06 » июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
АЭРОДИНАМИКА**

**Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
специализация/ Вертолетостроение**

Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренное обучение на базе СПО)

курс 3/3.4/3 семестр 6/-/-
лекции 32/16/8 час.
практические занятия – 32/6/6 час.
лабораторные работы 16/4/4 час.
с использованием МАО – 26/8/6 час.
в электронной форме лек. -/ пр./ лаб.-.
всего часов контактной работы 80/26/18 час.
в том числе с использованием МАО 26/8/6 час, в электронной форме - час.
самостоятельная работа 100/154/54 час.
в том числе на подготовку к зачету, экзамену – 36/13/9 час.
изучено и зачтено: -/-/108 час.
курсовая работа- курсовой- проект не предусмотрены
зачет семестр, курс: -/3/-
экзамен: 6/-/- семестр, 3/4/3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2016 г. № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 05 от «26» июня 2018 г.

Составитель (ли): к.н., доцент И.А. Шипитько

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Совета филиала:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Совета филиала:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Аэродинамика»

Рабочая учебная программа дисциплины «Аэродинамика» предназначена для студентов очной и заочной формы обучения по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», специализация «Вертолетостроение». Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов в том числе аудиторной работы 80/26/18 часов (лекции 36/16/8 часа, практические занятия 32/6/6 час. и лабораторные работы 16/4/4 часа), самостоятельная работа студента составляет 72/126/128 час в том числе на контроль отведено 27/9/9 час.

Промежуточный контроль – зачет, экзамен.

Дисциплина «Аэродинамика» относится к базовой части учебного плана. При изучении курса необходимы знания, полученные студентами на таких дисциплинах, как «Математика», «Физика», «Термодинамика и теплопередача» и «Теоретическая механика». Изучение дисциплины «Аэродинамика» предваряет изучение студентами таких дисциплин, как «Динамика полёта», «Прочность конструкции» и «Проектирование самолётов (вертолётов)».

Предмет дисциплины – изучение законов движения воздуха и взаимодействия его с движущимся твердым телом.

Целью дисциплины аэродинамики, является теоретическая и практическая подготовка специалиста в области законов движения воздуха, законов взаимодействия между воздушной средой и движущимся в ней твердым телом в такой степени, чтобы они могли выполнять расчет аэродинамических характеристик самолета. Аэродинамика, являясь частью механики – науки о движении тел вообще, изучает законы движения воздуха в зависимости от действующих сил и на их основе устанавливает частные законы взаимодействия между воздухом и движущимся в нем твердым телом. Так как прежде необходимо узнать о том, какие именно аэродинамические силы и моменты будут действовать на самолет в полете и как эти силы распределяются по его поверхности. Изучение силового взаимодействия между телом и обтекающим его воздухом и составляет основную задачу аэродинамики

Задачей дисциплины является формирование у студентов:

- знаний законов аэродинамики и методов расчета аэродинамических характеристик летательных аппаратов;
- понятий принципов действия и устройства приборов для проведения экспериментальных исследований летательных аппаратов;
- знаний теории подобия для обработки результатов исследований;

– умений производить измерения основных аэродинамических характеристик летательных аппаратов;

– приобретения умений по расчету аэродинамических характеристик самолета.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются и расширяются следующие профессиональные элементы компетенций.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций	
ОК-6 - способность к социальному взаимодействию на основе принятых моральных и правовых норм, толерантному отношению к культурам, способностью создавать в коллективе отношения сотрудничества, владеть методами конструктивного разрешения конфликтных ситуаций;	знает	Правила написания документов, используемых в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
	умеет	Составлять и оформлять документы, используемые в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
	владеет	Правилами составления и оформления документов, используемых в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
ОК-7 - владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения;	знает	методы анализа и обобщения
	умеет	обобщать, проводить анализ, критически осмысливать, систематизировать, прогнозировать, ставить цели и выбирать пути их достижения
	владеет	<i>культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию</i>
ОПК-6 – способность самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	знает	средства и методы получения нового знания
	умеет	самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск,
	владеет	специальными средствами и методами получения нового знания
ПК-17 - наличие навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований;	знает	стандартные пакеты математического моделирования процессов и объектов
	умеет	проводить исследования по смоделированным процессам и объектам
	владеет	навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований
ПК-18 - готовность к подготовке и проведению экспериментов и анализу их результатов;	знает	способы и порядок проведения экспериментов
	умеет	проводить анализ по результатам проведенных экспериментов
	владеет	методами анализа результатов проведенных экспериментов
ПСК-2.4 - способность и готовность к проведению проекторочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономии	знает	методики проведения проекторочных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали

мики проектируемого вертолѐта		на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолѐта
	владеет	методиками проектировочных расчѐтов аэродинамики, динамики полѐта, прочности и экономики проектируемого вертолѐта

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Аэродинамика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- проблемная лекция;
- учебная дискуссия;
- лекция с запланированными ошибками;
- поисковая практическая работа;
- самостоятельная работа с литературой;
- выполнение учебного проекта.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Теоретическая часть (32 / 16 часов)

Содержание теоретической части курса разбивается на темы, по которым проводятся аудиторные занятия лекционного типа с применением методов активного обучения: проблемная лекция, лекция с запланированными ошибками, учебная дискуссия.

Тема 1. Основные положения аэродинамики. Свойства газа. Свойства атмосферы (2/1 час.)

Аэродинамика и ее место в учебном процессе. Аэродинамика малых и больших сверхзвуковых скоростей. Принцип обращения движения. История аэродинамики как науки. Роль отечественных ученых. Понятие о физической структуре газа; гипотеза сплошности среды; внутреннее трение и вязкость; понятие идеальный газ; параметры газа; уравнение состояния газа; функции состояния газа; сжимаемость газов; скорость распространения звука в газе; теплопроводность; понятие о стандартной атмосфере.

Тема 2. Методы исследования движения жидкости и газа (2/1 час.)

Методы исследования (Эйлера и Лагранжа) движения жидкости (газа); линия тока, трубка тока, элементарная струйка; уравнение неразрывности; теорема Коши-Гельмгольца о разложении скорости жидкого элемента

Тема 3. Свойства потенциальных течений (2/1 час.)

Понятие о потенциальном течении; свойства потенциала скорости; Плоскопараллельное течение жидкости, функция тока; однородный поступательный поток; источник и сток; пара источник-сток, диполь; наложение однородного потока на диполь.

Тема 4. Свойства вихревого движения (2/1 час.)

Основные определения; напряжение вихревого шнура; теорема Гельмгольца; циркуляция скорости и ее связь с потенциалом скоростей; связь элементарной циркуляции с напряжением вихря, теорема Стокса; циркуляционное невихревое движение; формула Био-Савара о вихревом влиянии.

Тема 5. Свойства движения идеальной жидкости (2/1 час.)

Общие понятия; уравнение движения идеальной жидкости; дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеки; интеграл Бернулли-частное решение уравнений Эйлера-Громеки; пределы применимости уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости к газу.

Тема 6. Свойства бесциркуляционного и циркуляционного обтекания (2/1 час.)

Бесциркуляционное обтекание кругового цилиндра, парадокс Даламбера-Эйлера; циркуляционное обтекание кругового цилиндра, подъемная сила кругового цилиндра; теорема Н.Е. Жуковского о подъемной силе; постулат Жуковского-Чаплыгина.

Тема 7. Основные соотношения для одномерных изэнтропических установившихся течений газа; зависимость между площадью поперечного сечения струйки и скоростью газа (2/1 час.)

Тема 8. Свойства обтекания сверхзвуковым потоком (2/1 час.)

Распространение малых возмущений; обтекание тупого внутреннего угла плоскопараллельным сверхзвуковым потоком; основные соотношения для прямого скачка уплотнения; давление в критической точке за прямым скачком; косые скачки уплотнения; связь между положением фронта косого скачка и углом поворота сверхзвукового потока; ударная поляра и ее применение к решению задач; изменение давления при отклонении сверхзвукового потока на малые углы.

Тема 9. Законы подобия и их применение в экспериментальной аэродинамике (2/1 час.)

Понятие о подобии потоков; масштабные множители; аэродинамическое моделирование; основные законы подобия; критерии подобия и их анализ; основные формулы экспериментальной аэродинамики.

Тема 10. Свойства пограничного слоя (2/1 час.)

Понятие о пограничном слое; ламинарный и турбулентный режимы течения; интегральное соотношение для установившегося течения в погра-

ничном слое несжимаемой жидкости и его применение для расчета характеристик ламинарного и турбулентного пограничного слоя плоской пластины; определение сопротивления плоской пластины; отрыв течения в пограничном слое; управление пограничным слоем.

Тема 11. Аэродинамические силы и моменты (4/2 час.)

Аэродинамические силы и момент профиля, и их коэффициенты в дозвуковом потоке; влияние сжимаемости на аэродинамические характеристики профиля; понятие о критическом числе $M_{кр}$; влияние угла атаки и формы профиля на $M_{кр}$ и структуру течения около профиля; распределение давления по профилю при наличии скачков уплотнения и расчет волнового сопротивления профиля.

Тема 12. Свойства крыла конечного размаха (4/2 час.)

Аэродинамическая модель крыла конечного размаха; приближенный расчет индуктивного сопротивления; понятие о стреловидности крыла и ее эффекте.

Тема 13. Свойства несущего винта вертолета (4/2 час.)

Особенности работы несущего винта вертолета; влияние косой обдувки на аэродинамику винта; Аэродинамические характеристики несущего винта вертолета.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (16/(4лр+6пз) час.)

Практические занятия проводятся в форме аудиторного занятия с использованием средств вычислительной техники, содержащего предварительную проблемно-ориентированную учебную дискуссию с групповым выполнением примера задания, после чего студенты приступают к выполнению индивидуального проектного задания.

В первой части занятия преподаватель у интерактивной доски выполняет пример расчета.. Студенты одновременно с преподавателем выполняют это же

задание индивидуально. После этого происходит обсуждение: студенты задают вопросы о проделанной работе. Могут предложить свои варианты решения поставленной задачи.

Во второй части преподаватель раздает студентам индивидуальное задание (аналогичное по структуре предыдущему). Во время выполнения индивидуального задания студенты также могут задавать вопросы преподавателю. Преподаватель по мере необходимости может корректировать действия студента для достижения поставленной цели, указывать на грубые ошибки.

По результатам выполнения работы студент оформляет отчет по практической работе, который оценивается по системе «зачтено/ не зачтено».

Практическая работа №1. Подготовка исходных данных для определения аэродинамических характеристик самолета (4/2 час.)

Поэлементный расчет геометрических параметров самолета. Составление исходной информации для расчета аэродинамических характеристик самолета.

Практическая работа №2. Расчет взлетно-посадочных и крейсерских аэродинамических характеристик самолета (4/2 час.)

Определение максимального коэффициента подъемной силы крыла и построение вспомогательной зависимости $c_{ya}(\alpha)$; определение максимального коэффициента подъемной силы крыла на взлете и посадке и построение зависимостей $c_{ya}(\alpha)$; расчет и построение крейсерских зависимостей $c_{ya}(\alpha, M)$.

Практическая работа №3. Расчет коэффициента сопротивления самолета и построение поляр самолета (4/2 час.)

Поэлементный расчет коэффициентов сопротивления частей самолета для взлетно-посадочных и крейсерских режимов полета самолета и построение поляр самолета для этих режимов полета в зависимости от числа М: $c_{xa}(c_{ya}, M)$.

Практическая работа №4 Расчет аэродинамических характеристик самолета при околозвуковых скоростях полета (4/4 час.)

Приобрести навыки в исследовании влияния геометрических параметров крыла, фюзеляжа и оперения на поляру самолета $c_{xa}(c_{ya}, M)$.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Аэродинамика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1 - Тема 13	ОК-6, 7; ОПК-6; ПК-17, 18; ПСК-2.4	Знает	Реферат, опрос	экзамен
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	РГР	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности,

а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Динамика полета : учебник / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2011. – 776 с.
2. Егер, С.М. Основы авиационной техники : учебник для вузов / С.М. Егер, А.М. Матвиенко, И.А. Шаталов; под ред. И.А. Шаталова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2003. – 720 с. : ил.
3. Основы авиа- и ракетостроения : учеб. пособие для вузов / А.С. Чумадин, В.И. Ершов, К.А. Макаров и др. – М. : Инфра-М, 2008. – 992 с. : ил.

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Аржаников Н.С., Садекова Г.С. Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов.-М.: Высш. Шк., 1983.-359 с.
2. Закс,Н.А. Основы экспериментальной аэродинамики, М., Оборонгиз,1953. - 372 с.
3. Игнаткин, Ю.М. Аэродинамика элементов вертолета. М., МАИ,1987.
4. Игнаткин, Ю.М. Конспект лекций по курсу "Аэродинамический расчет вертолета", "Экспериментальная аэродинамика вертолета", М., МАИ, 1975. .- 656 с.

5. Краснов, Н.Ф. Аэродинамика. Ч. 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла.: Учебник для студентов вузов.-3-е изд., перераб. и доп.-М.-: Высш. Школа, 1980.-495 с.
6. Кюхельман Д. Аэродинамическое проектирование самолетов. Пер. с англ./Пер.Н.А. Благовещенский, Г.И. Майкапар; Под ред. Г.И. Майкапара.- М.: Машиностроение, 1983
7. Мхитарян, А.М. Аэродинамика. М., «Машиностроение», 1976.-448 с.
8. Машиностроение. Энциклопедия в 40 т. Т. IV-21: Самолеты и вертолеты. Кн.1. Аэродинамика, динамика полета и прочность / ред. совет К.В. Фролов и др.; под ред. Г.Б. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2002. – 800 с. : ил.
9. Остославский, И.В. Аэродинамика самолета, М., Оборонгиз, 1957.-560 с.
10. Прицкер Д. М., Сахаров Г.И. Аэродинамика, м., «Машиностроение», 1968.-310 с.
11. Фабрикант, Н.Я. Аэродинамика, М., «Наука», 1964, 1964.- 816 с.
12. Шайдаков, В.И. Аэродинамический расчет вертолета. МАИ, М.. 1988, Юрьев, Б.Н. Аэродинамический расчет вертолетов. Оборонгиз, М.. 1956.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Аржаников, Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов : учебник для студентов авиац. спец-тей вузов / Н.С. Аржаников, Г.С. Садекова. – М. : Высш. шк., 1983. – 359 с. : ил. http://maevec.ru/files/cat/7_aerodin/page1-dateA/
2. Динамика полета : учебник / А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко и др.; под ред. Г.С. Бюшгенса. – М. : Машиностроение, 2011. – 776 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2013/>
3. Ильинский Н.Б. Об одной классической оптимизационной задаче аэродинамики // Соросовский образовательный журнал, 1998, №1, с. 107-112. http://window.edu.ru/resource/657/20657/files/9801_107.pdf

4. Касторский, В.Е. Основы аэродинамики и динамики полета: учеб. пособие / В.Е. Касторский. – Рига : Институт транспорта и связи, 2010. – 105 с. <http://padabum.com/d.php?id=17308>
 5. Краснов, Н.Ф. Аэродинамика. Ч. 1. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла : учебник для втузов / Н.Ф. Краснов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1976. – 384 с. : ил. http://www.avialibrary.com/component/option,com_mtree/task,viewlink/link_id,79/Itemid,3/
- Петров, К.П. Аэродинамика элементов летательных аппаратов / К.П. Петров. – М. :Машиностроение, 1985. – 272 с. : ил. <http://airspot.ru/library/book/petrov-k-p-aerodinamika-elementov-letatelnyh-apparatov>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине *Б1.В.ОД.5 «Аэродинамика»* требуется наличие программного пакета MATLAB.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации по работе с литературой

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки является работа с литературой. Для дисциплины «Аэродинамика» это актуально, поскольку большое количество теоретического и практического эмпирического материала, накопленного в отрасли знания, не может быть рассмотрено полностью только на аудиторных занятиях.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – самый известный – метод повторения: прочитанный текст можно заучить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно провести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения. Изучение научной учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей. Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План – первооснова, каркас какой-либо письменной работы, определяющие последовательность изложения материала. План является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Выписки – небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отделы абзацы а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного. Выписки представляют собой более сложную форму записи содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном (чаще последовательном) порядке наиболее важные мысли автора, статистические и даталогические сведения. В отдельных случаях – когда это оправдано с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким дословному.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме. Отличие тезисов от обычных выписок состоит в следующем. Во-первых, тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. Во-вторых, в тезисах отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. В-третьих, чаще всего тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т.е. без использования прямого цитирования.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление. К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Для указанной цели и используется аннотация.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов. Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов. Но, как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

**VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине Б1.В.ОД.5 «Аэродинамика» требуется компьютерный класс с установленным программным пакетом MATLAB.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ФИЛИАЛ ДФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Аэродинамика»**

Специальность 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение»

Специализация «Вертолётостроение»

Форма подготовки очная/заочная

**Арсеньев
2018**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим работам	25/37 час.	Защита лабораторных работ
2	В течение семестра	Подготовка рефератов	25/30 час.	Доклад
3	В течение семестра	Выполнение РГР	25/43 час.	Защита РГР
4	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену	25/44 час.	Экзамен

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

1. Подготовка к практическим занятиям является важным элементом самостоятельной работы и заключается в следующем:

- 1) необходимо предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ;
- 2) внимательно ознакомиться с описанием соответствующей работы и установить, в чем состоит основная цель и задача этой работы;
- 3) по соответствующим литературным источникам изучить теоретическую часть, относящуюся к данной лабораторной работе;
- 4) до проведения лабораторной работы подготовить в рабочей тетради соответствующие маршруты обработки;
- 5) завершает этап подготовки к выполнению лабораторной работы составление ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях.

2. Подготовка реферата начинается с построения плана. План лучше составить до написания работы и опираться на него во время ее написания. Это помогает сосредоточить внимание на рассмотрении определенных вопросов.

План не должен быть слишком сложным и запутанным. То есть для работы на 10-20 страниц вполне достаточно трех пунктов основной части и, возможно по 2-3 подпункта в каждом пункте.

С самого начала следует выделить основные пункты и подпункты, чтобы основное внимание уделять главным, а не второстепенным мыслям. Лучше не приступать к написанию работы до тех пор, пока план не будет приведен в должное состояние.

Названия пунктов плана необходимо формулировать таким образом, чтобы примерное содержание каждого пункта было ясно из самого названия. С другой стороны, не следует давать слишком подробное описание содержания вашего пункта.

В плане должны быть указаны страницы, на которых рассматриваются соответствующие пункты плана

Введение необходимо для обоснования актуальности темы и предполагаемого метода рассуждения. Это значит, что перед тем как перейти к самой теме реферата, необходимо попытаться ответить на вопрос: «Для чего нужно писать реферат по данной теме? Почему я выбрал именно эту тему? В чем ее актуальность?» Отвечать на эти вопросы следует кратко. Как правило, введение содержит основные направления работы, вопросы, на которые автор собирается ответить, информацию, необходимую для лучшего понимания и изложения темы.

Основная часть работы содержит рассуждения по теме, то есть раскрытие темы, ответ на поставленные вопросы, аргументы, примеры и так далее. Все существенное содержание работы должно быть изложено в основной части. Как правило, основную часть можно разбить на блоки информации. Таким образом, можно последовательно работать с каждым блоком, развивая аргументы, приводя примеры, делая промежуточные выводы.

Разбивая основную часть на пункты (блоки), необходимо помнить о том, что они должны быть примерно одинаковыми по объему, то есть необходимо соблюдать баланс. Если рассмотрение первого пункта занимает 10 страниц

работы, а на второй и третий выделено только по две страницы, то налицо несбалансированность, что свидетельствует о недостаточной продуманности основной части работы.

Заключение необходимо для того, чтобы еще раз повторить и закрепить уже сказанное. Как правило, в заключении уже не дается никакой новой информации, а даются основные выводы и рекомендации, вытекающие из содержания работы. Заключение должно с одной стороны плавно завершать реферат, с другой стороны соотноситься со вступлением так, чтобы вопросы и цели, поставленные в начале работы могли соотноситься с ответами и выводами в заключении.

Реферат должен отвечать следующим требованиям:

Читабельность. Это значит, что реферат должен хорошо читаться, то есть при его чтении реферата не должно возникать проблем с пониманием слов и выражений автора. В хорошем реферате легко следовать за мыслью автора, его доказательствами и выводами.

Необходимо помнить, что для передачи мысли требуется не только умение писать, но и умение выражать свою мысль. Как научиться верно и ясно выражать мысль словами? Самый лучший способ – чтение книг и написание рефератов, потому что приобретение умения писать требует постоянного упражнения и стремления к более высокому уровню.

Для того чтобы реферат был читабельным, он не должен содержать псевдонаучные слова. Часто «мудреные» фразы вставляются в работу, чтобы произвести впечатление на читающего, хотя обычно это производит обратный эффект. Стоит автору употребить какое-нибудь слово неверно, и у читателя закрадывается сомнение в компетентности автора. Неизвестные слова лучше пояснять, научные термины употреблять только в крайних случаях.

Стиль реферата должен быть научно-публицистическим, то есть текст должен быть написан как научная статья, публикация.

Последовательность и логичность. Еще одной важной характеристикой хорошего реферата является ее последовательность и логичность. При напи-

сании реферата необходимо обратить особое внимание на то, чтобы все аргументы были четко и ясно сформулированы, а все доказательства были логичны и располагались в определенной последовательности.

Аргументы должны быть подтверждающими основное утверждение реферата, то есть все аргументы в пользу того или иного утверждения должны быть четко сформулированы и направлены на доказательство конкретной истины.

Доказательство должно постоянно проверяться на предмет точного следования теме. Ведь очень легко во время доказательства перейти на другие темы и, в конце концов, доказывать совсем не то, что изначально требовалось. Не случайно существует специальная фраза, которой традиционно заканчиваются доказательства: «Что и требовалось доказать»².

Широта проведенного исследования, количество книг в списке литературы всегда производит впечатление на читателя, так как чем больше автор реферата проработал различных источников, чем больше разных мнений он рассмотрел, тем более убедительным будут выводы, сделанные на основании исследований.

1. Подготовка к экзамену.

Подготовка студента к экзамену включает в себя три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к зачету/экзамену рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников.

Готовиться к зачету необходимо по строго продуманному графику, последовательно переходя от темы к теме, не пропуская ни одну из них.

Сложные вопросы, недостаточно уясненные в процессе подготовки к зачету, необходимо записать и получить на них разъяснения у преподавателей во время консультаций.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Отчеты по практическим работам, рефераты и расчетно-графические работы должны быть оформлены в соответствии с требованиями оформления письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Практические работы, расчетно-графическая работа и рефераты оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено».

Практические работы

Оценка «*зачтено*» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- самостоятельно и рационально выбрал и методы расчета и проектирования;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по практической работе;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «*не зачтено*» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- неправильно выбрал методы расчета и проектирования;
- не предоставил отчет по практической работе либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

Расчетно-графическая работа

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по РГР;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- не предоставил отчет по РГР либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

Рефераты

Оценка «зачтено» ставится, если:

- реферат соответствует заданной теме;
- реферат имеет логичную структуру (введение, основная часть, заключение) и аккуратно оформлен;
- студент сделал устный доклад по реферату и ответил на дополнительные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если:

- реферат не соответствует заданной теме;
- реферат не имеет логичной структуры (введение, основная часть, заключение) и/или небрежно оформлен;
- студент не сделал устный доклад по реферату и/или не ответил на дополнительные вопросы.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Аэродинамика»

Специальность 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение»

Специализация «Вертолётостроение»

Форма подготовки очная, заочная

**Арсеньев
2018**

Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине
«Аэродинамика»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций	
ОК-6 - способность к социальному взаимодействию на основе принятых моральных и правовых норм, толерантному отношению к культурам, способностью создавать в коллективе отношения сотрудничества, владеть методами конструктивного разрешения конфликтных ситуаций;	знает	Правила написания документов, используемых в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
	умеет	Составлять и оформлять документы, используемые в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
	владеет	Правилами составления и оформления документов, используемых в профессиональной деятельности для межличностного и межкультурного взаимодействия.
ОК-7 - владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения;	знает	методы анализа и обобщения
	умеет	обобщать, проводить анализ, критически осмысливать, систематизировать, прогнозировать, ставить цели и выбирать пути их достижения
	владеет	культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию
ОПК-6 – способность самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания	знает	средства и методы получения нового знания
	умеет	самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск,
	владеет	специальными средствами и методами получения нового знания
	умеет	работать с компьютером как средством управления информацией
	владеет	основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
	умеет	использовать методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий
	владеет	основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
	владеет	методами контроля соблюдения экологической безопасности
ПК-17 - наличие навыков математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований;	знает	стандартные пакеты математического моделирования процессов и объектов
	умеет	проводить исследования по смоделированным процессам и объектам
	владеет	навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований

ПК-18 - готовность к подготовке и проведению экспериментов и анализу их результатов;	знает	способы и порядок проведения экспериментов
	умеет	проводить анализ по результатам проведенных экспериментов
	владеет	методами анализа результатов проведенных экспериментов
	умеет	распределять работу между членами коллектива, работающими над проектом создания вертолета
	владеет	организаторскими способностями
ПСК-2.4 - способность и готовность к проведению проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета	знает	методики проведения проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета
	умеет	производить расчет аэродинамических и летных характеристик вертолета, рассчитывать отдельные узлы и детали на прочность, определять экономическую целесообразность создания вертолета
	владеет	методиками проектных расчетов аэродинамики, динамики полета, прочности и экономики проектируемого вертолета

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1 - Тема 13	ОК-6, 7; ОПК-6; ПК-17, 18; ПСК-2.4	Знает	Реферат	экзамен
			Умеет	Практическая работа	
			Владеет	РГР	

Экзаменационные материалы

по дисциплине

«Аэродинамика»

Вопросы к экзамену

1. Понятие о физической структуре жидкости и газа, идеальный и реальный газ, параметры газа.
2. Внутреннее трение и вязкость газа, пограничный слой.
3. Уравнение состояния идеального газа.
4. Понятие обратимый и необратимый процессы в газах. Адиабатический процесс.
5. Понятие внутренняя энергия газа.
6. Понятие теплоемкость и теплосодержание.
7. Понятие энтропия и ее изменение.
8. Понятие скорость звука, сжимаемость газов.
9. Строение атмосферы, стандартная атмосфера.
10. Объясните методы исследования жидкости по Эйлеру и Лагранжу.
11. Понятие линия тока, трубка тока, уравнение линии тока.
12. Вывод уравнения неразрывности для потока жидкости, его физический смысл.
13. Вывод уравнения неразрывности для элементарной струйки.
14. Физический смысл теоремы Коши-Гельмгольца о разложении жидкого элемента.
15. Объясните физические свойства потенциального течения.
16. Понятие функция тока и потенциал скорости их свойства.
17. Понятие эквипотенциальные поверхности, их свойства.
18. Гидродинамическая сетка ее свойства.
19. Понятие однородный поступательный поток, источник, сток.
20. Понятие диполь, физический смысл «наложение» однородного потока на диполь.
21. Понятие вихревое движение.
22. Определения: вихревая линия, трубка, шнур; уравнение вихревой линии.
23. Понятие напряжение вихря.

24. Понятие циркуляция скорости и ее связь с напряжением вихря.
25. Физический смысл формулы Био-Савара.
26. Вывод уравнения движения идеальной жидкости; объяснить физический смысл его отдельных членов.
27. Напишите уравнение Бернулли для сжимаемого и несжимаемого газа и объясните физический смысл его отдельных членов.
28. Объясните физический смысл парадокса Даламбера-Эйлера.
29. Понятие коэффициент давления, для каких целей им пользуются?
30. Пределы применимости уравнения Бернулли для несжимаемой жидкости к газу.
31. Отличие циркуляционного обтекания цилиндра от бесциркуляционного обтекания.
32. Физический смысл теоремы Жуковского о подъемной силе.
33. Смысл и значение постулата Жуковского-Чаплыгина для определения подъемной силы на профиле.
34. Чем объяснить более быстрое возрастание числа M по сравнению с коэффициентом λ при возрастании скорости потока V ?
35. Какие параметры характеризуют полную энергию потока?
36. Объясните явление увеличения скорости сверхзвукового потока в расширяющемся сопле?
37. Объясните явление возникновения скачка уплотнения при обтекании тела сверхзвуковым потоком.
38. Напишите основные соотношения для прямого скачка уплотнения.
39. Написать основные соотношения для косого скачка уплотнения.
40. Как связана форма головного скачка уплотнения и его положение с формой головной части тела (качественно).
41. В чем отличие обычного адиабатического процесса сжатия от процесса сжатия на скачке?
42. Ударная поляра и ее применение в решении задач аэродинамики.
43. Назовите основные критерии подобия и объясните влияние, каких параметров они отображают?
44. Как достигнуть одновременного подобия по числам M и Re ?
45. Каким образом производят пересчет модельных данных на натуру?
46. Ламинарный и турбулентный пограничные слои, причины образования их; объяснить явление перехода из одного слоя в другой.

47. Уравнение импульсов, физический смысл его членов.
48. Методика расчета коэффициента трения с использованием уравнения импульсов.
49. Объясните явление отрыва пограничного слоя и возможность им управлять.
50. Напишите аэродинамические коэффициенты в скоростной системе координат, если известны эти коэффициенты в связанной системе координат.
51. Дать определение «центр давления» и аэродинамического фокуса профиля.
52. Какое влияние оказывает сжимаемость воздуха на аэродинамические коэффициенты?
53. Что такое критическое число Маха, и какие факторы влияют на его величину?
54. Местные скачки уплотнения, причины их возникновения.
55. Какое влияние оказывает увеличение числа M на аэродинамические коэффициенты c_{ya} и c_{xa} профилей (объяснение сопроводить физической картиной происходящего)?
56. Волновое сопротивление. Факторы, влияющие на величину волнового сопротивления при $M < 1$.
57. Индуктивное сопротивление, вывод формулы для определения коэффициента индуктивного сопротивления крыла при дозвуковых скоростях полета.
58. Напишите формулы для определения коэффициентов c_{ya} и c_{xa} пластины, обтекаемой сверхзвуковым потоком под углом атаки α .
59. Напишите формулу для определения коэффициента c_{xa} тонкого профиля, обтекаемого сверхзвуковым потоком под малым углом атаки.
60. Чем различаются картины распределения давления по поверхности профиля в дозвуковом и сверхзвуковом потоках?
61. Какие преимущества имеют симметричные профили при сверхзвуковых скоростях? Как влияет толщина профиля на величину волнового сопротивления при сверхзвуковых скоростях?
62. Влияние формы крыла в плане на характер его обтекания сверхзвуковым потоком.
63. Объясните, в каких случаях при обтекании крыла сверхзвуковым потоком может возникнуть подсосывающая сила.

64. Как изменяются аэродинамические коэффициенты c_{ya} и c_{xa} крыла при увеличении числа M ?
65. Как изменяется индуктивное сопротивление крыла при переходе от околозвуковых к сверхзвуковым скоростям?
66. Объясните необходимость применения геометрической крутки лопасти воздушного винта.
67. Почему КПД воздушного винта даже в невязкой среде всегда меньше единицы? Каким образом можно увеличить КПД при этих условиях?
68. При каких условиях можно получить отрицательную тягу, если направление и скорость вращения сохраняются неизменными, а угол установки лопасти не отрицателен?
69. Как будет изменяться угол установки и угол атаки лопасти в процессе разгона самолета при постоянной скорости вращения воздушного винта?
70. Объясните причины трехшарнирного крепления лопастей несущего винта вертолета.
71. Какие условия работы вертолета учитываются характеристикой режима работы винта μ ?
72. Какие критерии подобия вертолетных винтов используются при моделировании?

Оценочные средства для текущей аттестации

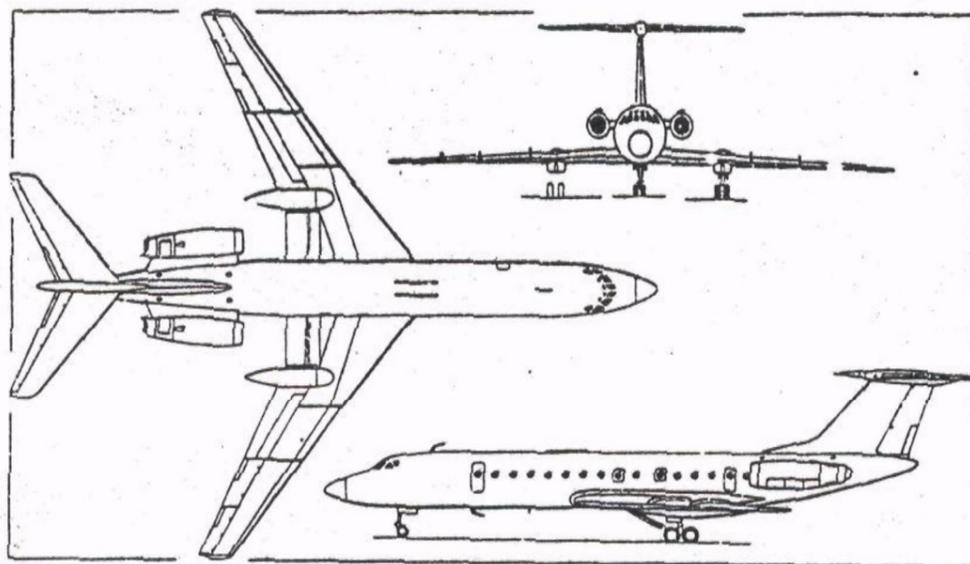
Пример задания для практической работы

по дисциплине

«Аэродинамика»

Практическая работа «Расчет аэродинамических характеристик самолета»

Согласно рисунку самолета и исходным данным по его весовым, геометрическим и энергетическим параметрам и взлетно-посадочным и летно-техническим характеристикам требуется определить аэродинамические характеристики самолета и построить его взлетно-посадочные и крейсерские поляры.



Ту-134А

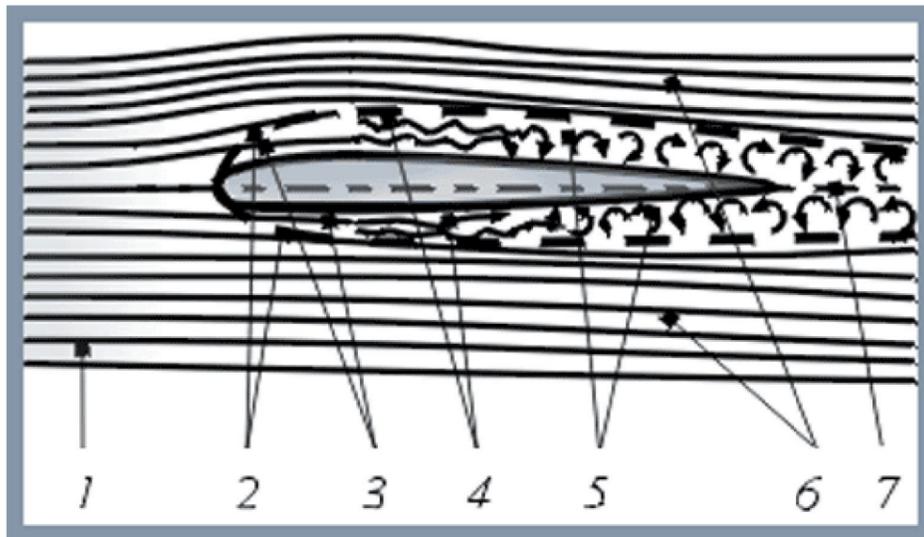
Наименование параметров характеристик	Обозначение, размерность	Числовое значение
Экипаж	$n_{\text{ЭК}}$	3
1 Число мест пассажиров	$n_{\text{ПАС}} / n_{\text{ПАС МАХ}}$	68/80
Размах крыла	$l, \text{ м}$	29

Площадь крыла	$S, \text{ м}^2$	127,3
Стреловидность крыла	$\chi_{0,25}, \text{ град}$	35
Относит. толщина крыла: корн./концев.	\bar{c}_0 / \bar{c}_k	0,130/0,097
Диаметр фюзеляжа	$D_{\text{ф}}, \text{ м}$	2,9
Число и тип двигателей	$n_{\text{дв}}$	2, ТРДД
Взлетная тяга одного двигателя	$P_0, \text{ даН}$	6800
Взлетная мощность одного двигателя	$N_0, \text{ кВт}$	-
Взлетная масса самолета	$m_0, \text{ кг}$	47000
Масса пустого снаряженного самолета	$m_{\text{п.сн}}, \text{ кг}$	29000
Платная нагрузка	$m_{\text{пл}}, \text{ кг}$	8200
Запас топлива	$m_{\text{т}}, \text{ кг}$	9800
Дальность полета	$L, \text{ км}$	2000
Крейсерская скорость	$V_{\text{крейс}}, \text{ км/ч}$	850
Крейсерская высота полета	$H, \text{ км}$	10
Скорость при заходе на посадку	$V_{\text{зах}}, \text{ км/ч}$	260
Длина взлетной дорожки	$l_{\text{взл}}, \text{ м}$	1400
Длина посадочной дорожки	$l_{\text{пос}}, \text{ м}$	1340

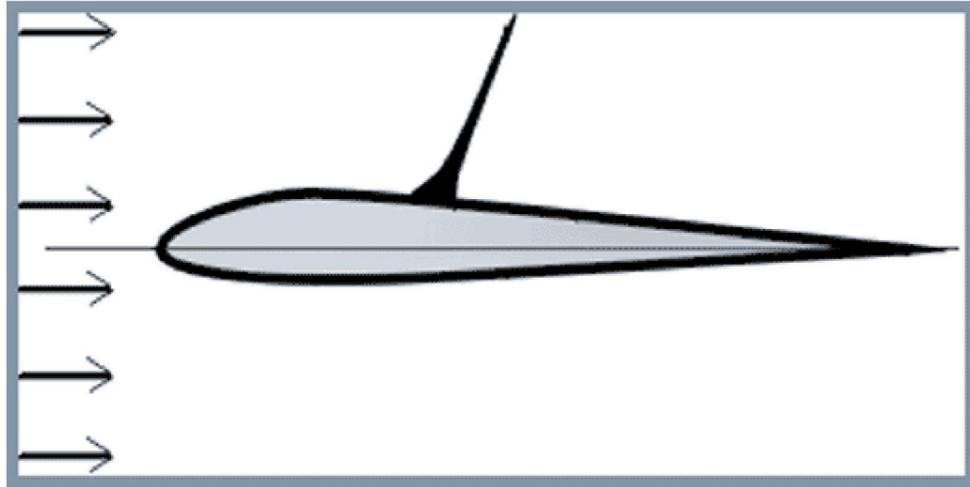
Перечень вопросов при защите практических работ

1. Что такое полет?
2. Что такое летательный аппарат?
3. Какие виды летательных аппаратов бывают?
4. Что такое подъемная сила, какие способы создания подъемной силы бывают?
5. От каких факторов зависит подъемная сила крыла самолета, как она определяется?
6. Что такое коэффициент подъемной силы, от чего он зависит, как определяется?
7. От каких факторов зависит сила аэродинамического сопротивления самолета, как она определяется?
8. Что такое коэффициент силы аэродинамического сопротивления, от чего он зависит, как определяется?

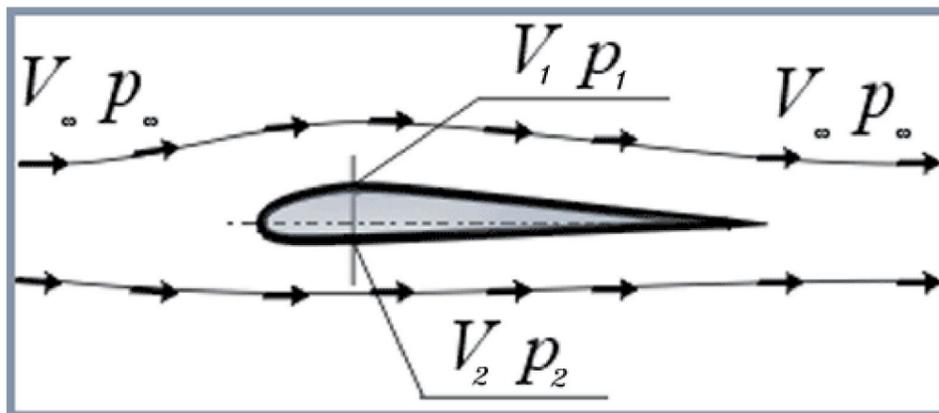
9. Какие системы координат применяются в аэродинамике?
10. Что такое угол атаки?
11. Что такое угол крена?
12. Что такое угол тангажа?
13. Как зависит коэффициент подъемной силы от угла атаки?
14. Как зависит коэффициент силы сопротивления от угла атаки?
15. Что такое аэродинамическая поляра?
16. Как определяется аэродинамическое качество и от каких факторов оно зависит?
17. Как зависит подъемная сила крыла от высоты полета?
18. Как зависит сила аэродинамического сопротивления от высоты полета?
19. Как зависит подъемная сила от скорости полета?
20. Как зависит сила аэродинамического сопротивления от скорости полета?
21. Назовите и охарактеризуйте части 1–7 спектра обтекания профиля.



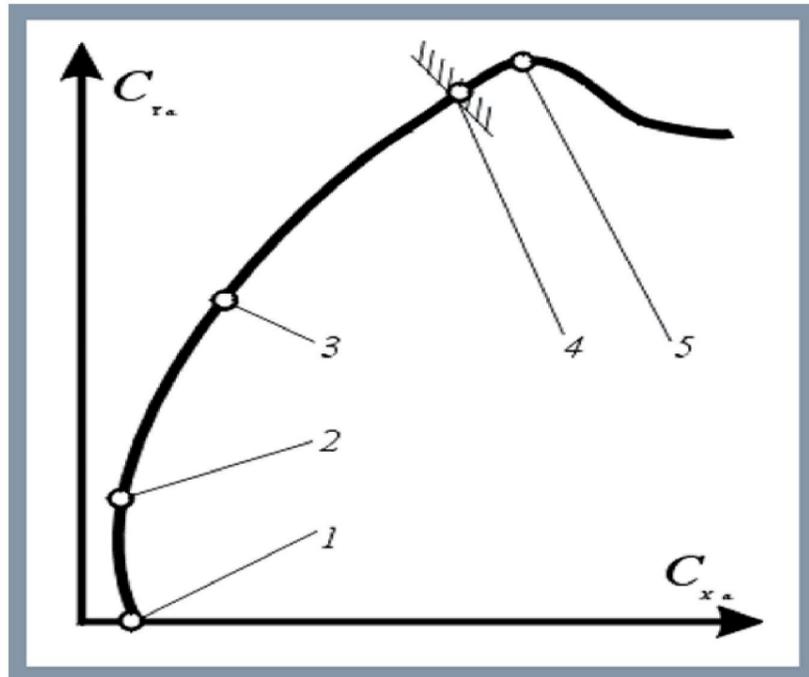
22. Охарактеризуйте соотношения параметров потока V и ρ .



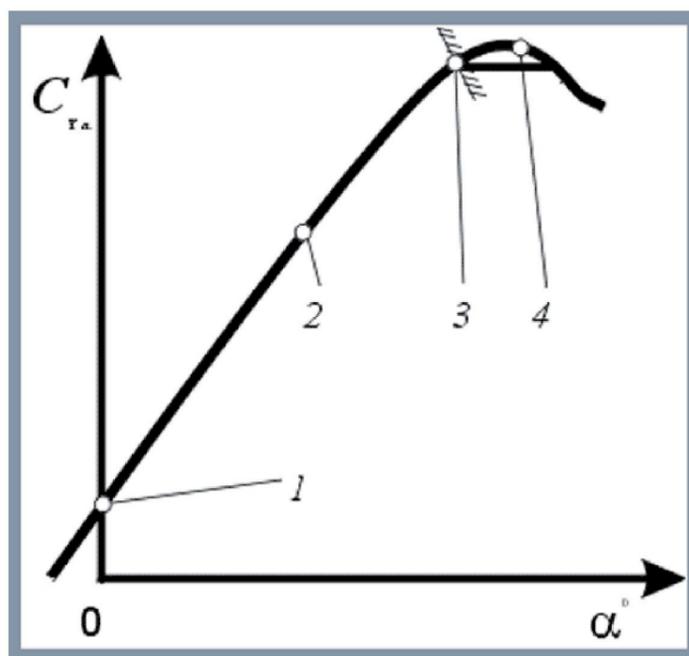
23. Охарактеризуйте соотношения параметров потока V и p ; Проиллюстрируйте графически распределение давления по профилю.



24. Проиллюстрируйте графически характер обтекания профиля и распределение давления по профилю, соответствующие точкам 1-5.



25. Проиллюстрируйте графически характер обтекания профиля и распределение давления по профилю, соответствующие точкам 1-4. Назовите характерные углы атаки, соответствующие точкам 3 и 4.



26. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:
 - аэродинамика;
 - взаимодействие силовое, тепловое, химическое.

27. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- скорости дозвуковые, околозвуковые, транзвуковые, сверхзвуковые, гиперзвуковые.

28. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- эксперимент аэродинамический;
- принцип обратимости;
- весы аэродинамические;
- критерии подобия определяющие;
- труба аэродинамическая;
- спектр аэродинамический.

29. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- поток невозмущенный;
- поток возмущенный;
- пограничный ламинарный;
- пограничный турбулентный;
- струя спутная;
- поток свободный;
- эпюра поля скоростей;
- срыв потока;
- эпюра давления;
- мидель.

30. Г и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- сила полная аэродинамическая;
- центр давления;
- сила подъемная;
- сила сопротивления лобового;
- сила сопротивления индуктивного;
- сила боковая.

31. Графически и словесно интерпретировать следующие основные понятия:

- движение неустановившееся;
- гипотеза неразрывности среды;

- газ идеальный сжимаемый;
- газ идеальный несжимаемый.

32. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- уравнение неразрывности;
- трубка тока;
- расход газа массовый секундный;
- уравнение Бернулли;
- напор скоростной;
- давление статическое;
- циркуляция скорости;
- вихрь П-образный.

33. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- системы осей координат;
- углы атаки характерные;
- углы тангажа, крена, рыскания, скольжения.

34. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- коэффициенты безразмерные сил аэродинамических;
- поляра;
- отвал поляры;
- диапазон летных углов атаки.

35. Графически и словесно интерпретируйте следующие основные понятия:

- возмущения слабые;
- волна ударная;
- скачок уплотнения;
- сопротивление волновое;
- барьер звуковой;
- нагрев кинетический

Критерии оценки

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- самостоятельно и рационально выбрал методы расчета;

- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по практической работе;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

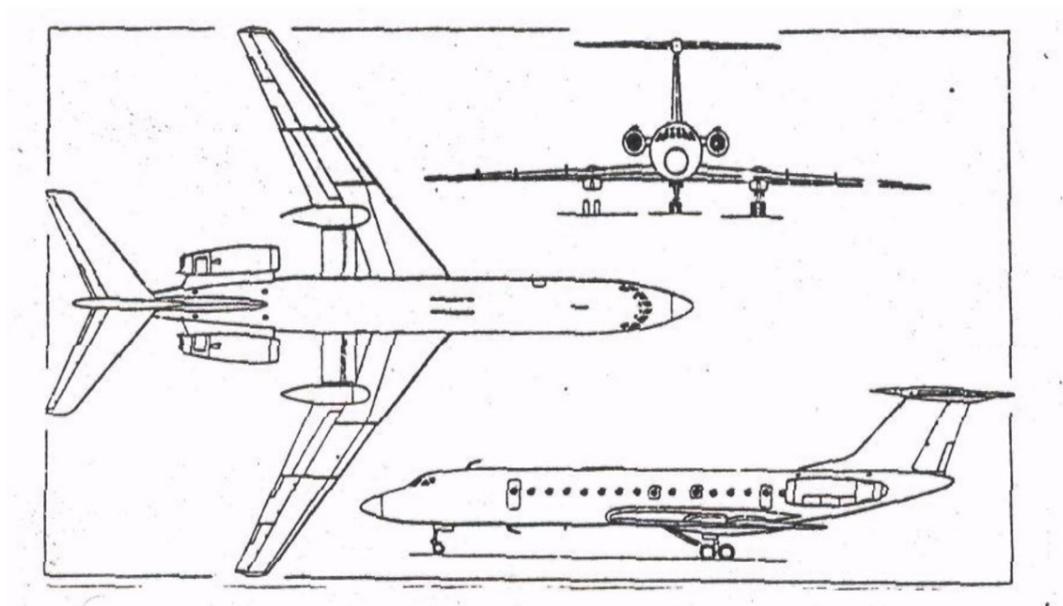
Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- неправильно выбрал методы расчета;
- не предоставил отчет по практической либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

Задание на расчетно-графическую работу

«Расчет аэродинамических характеристик самолета»

Согласно рисунку самолета и исходным данным по его весовым, геометрическим и энергетическим параметрам и взлетно-посадочным и летно-техническим характеристикам требуется определить аэродинамические характеристики самолета и построить его взлетно-посадочные и крейсерские поляры.



Ту-134А

Наименование параметров характеристик	Обозначение, размерность	Числовое значение
Экипаж	$n_{ЭК}$	3
2 Число мест пассажиров	$n_{ПАС} / n_{ПАС\ max}$	68/80
Размах крыла	l , м	29
Площадь крыла	S , м ²	127,3
Стреловидность крыла	$\chi_{0,25}$, град	35
Относит. толщина крыла: корн./концев.	\bar{c}_0 / \bar{c}_k	0,130/0,097
Диаметр фюзеляжа	$D_{Ф}$, м	2,9
Число и тип двигателей	$n_{ДВ}$	2, ТРДД
Взлетная тяга одного двигателя	P_0 , даН	6800
Взлетная мощность одного двигателя	N_0 , кВт	-
Взлетная масса самолета	m_0 , кг	47000
Масса пустого снаряженного самолета	$m_{п.сн}$, кг	29000
Платная нагрузка	$m_{пл}$, кг	8200
Запас топлива	m_T , кг	9800
Дальность полета	L , км	2000
Крейсерская скорость	$V_{крейс}$, км/ч	850
Крейсерская высота полета	H , км	10
Скорость при заходе на посадку	$V_{зах}$, км/ч	260
Длина взлетной дорожки	$l_{взл}$, м	1400
Длина посадочной дорожки	$l_{пос}$, м	1340

Критерии оценки

Оценка «зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности;
- показал умение пользоваться справочной литературой;
- аккуратно и правильно оформил отчет по расчетно-графической работе;
- ответил на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент:

- выполнил работу не в полном объеме;
- не предоставил отчет по расчетно-графической работе либо оформил его небрежно;
- не смог ответить на дополнительные вопросы.

Перечень тем для рефератов

по дисциплине

«Аэродинамика»

1. Связанная и скоростная система координат.
2. Коэффициенты сил и моментов в аэродинамике.
3. Критерии подобия Рейнольдса, Маха.
4. Определение циркуляции скорости. Теорема Жуковского.
5. Теорема Жуковского и условие Жуковского – Чаплыгина о конечности скорости на задней кромке.
6. Определение ламинарного и турбулентного пограничного слоя. Типы отрыва.
7. Влияние шероховатости поверхности и градиента давления на отрыв пограничного слоя. Инженерные методы оценки коэффициента трения.
8. Форма представления аэродинамических характеристик.
9. Геометрические характеристики профиля.
10. Теория тонкого профиля. Производная коэффициента подъемной силы по углу атаки и положение фокуса.
11. Изменение зависимости коэффициента подъемной силы по углу атаки при различных типах отрывов.
12. Требования к аэродинамическим характеристикам профиля.
13. Влияние числа Рейнольдса и шероховатости поверхности на аэродинамические характеристики профиля.
14. Семейства профилей. Особенности геометрических и аэродинамических характеристик.
15. Геометрические характеристики крыла конечного размаха.
16. Теория Прандтля. Зависимость величины индуктивного сопротивления от коэффициента подъемной силы и удлинения.
17. Крыло минимального индуктивного сопротивления.
18. Компоненты сопротивления для крыла бесконечного и конечного размаха в дозвуковом потоке.
19. Эффект скольжения. Волновое сопротивление.
20. Зависимость коэффициента подъемной силы, коэффициента сопротивления и положения фокуса профиля при увеличении числа Маха.
21. Профиль минимального волнового сопротивления в сверхзвуковом потоке.
22. Коэффициент подъемной силы и индуктивно-волнового сопротивления пластинки при сверхзвуковом обтекании.

23. Компоненты сопротивления крыла конечного размаха в до- и сверхзвуковом потоке.
24. Механизация крыла конечного размаха. Геометрические характеристики механизации передней и задней кромки.
25. Влияние отклонения механизации передней и задней кромки на аэродинамические характеристики крыла.
26. Геометрические характеристики несущих тел.
27. Эквивалентное тело вращения и правило площадей.

Критерии оценки

Оценка «зачтено» ставится, если:

- реферат соответствует заданной теме;
- реферат имеет логичную структуру (введение, основная часть, заключение) и аккуратно оформлен;
- студент сделал устный доклад по реферату и ответил на дополнительные вопросы.

Оценка «не зачтено» ставится, если:

- реферат не соответствует заданной теме;
- реферат не имеет логичной структуры (введение, основная часть, заключение) и/или небрежно оформлен;
- студент не сделал устный доклад по реферату и/или не ответил на дополнительные вопросы.

**Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания
результатов освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Аэродинамика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Аэродинамика» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практической работы, выполнения расчетно-графической работы и реферата) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине) - оценивается с помощью подготовки и обсуждения рефератов, проверки конспектов;
- степень освоения теоретических знаний – оценивается с помощью подготовки и обсуждения рефератов;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы – оценивается в ходе защиты практических работ и расчетно-графической работы;
- результаты самостоятельной работы – оцениваются в ходе защиты расчетно-графической работы.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Аэродинамика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Аэродинамика» предусмотрено проведение экзамена в устной форме с использованием оценочного средства – устный опрос в форме ответов на вопросы. На зачете студент берет билет, в котором содержится вопрос по дисциплине из списка вопросов для Экзамена. Студент готовится в

течение 30 минут, после чего отвечает на вопрос и дополнительные вопросы, которые может задать преподаватель.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине
«Аэродинамика»**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
от 86 до 100%	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил понятия, определения и законы аэродинамики, их связь с конструкцией и проектированием летательного аппарата. Умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно осуществляет решение расчетных и проектных задач. Правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками применения законов аэродинамики к проектированию конструкции летательного аппарата.
от 76 до 85%	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он в целом знает понятия, определения и законы аэродинамики и их связь с конструкцией и проектированием летательного аппарата, грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения аэродинамики в расчетных и проектных задачах.
от 61 до 75%	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в решении расчетных и проектных задач программного курса.
менее 61%	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет расчетные и проектные задачи программного курса.