

8ТСа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология самолетостроения»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

сентябрь

2018 г.


## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Аэродинамика самолётов»  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки специалистов  
по специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение»  
специализация «Технологическое проектирование  
высокоскоростных конструкций самолётов и вертолётов»

Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы  
старший преподаватель кафедры  
«Технология самолётостроения»


 И.В. Лозовский  
« 1 » марта 2018 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

 И.А. Романовская  
« 12 » 03 2018 г.


Заведующий кафедрой  
«Технология самолетостроения»

 А.В. Бобков  
« 02 » 03 2018 г.

Заведующий выпускающей кафедры  
«Технология самолетостроения»

 А.В. Бобков  
« 02 » 03 2018 г.

Декан факультета заочного и  
дистанционного обучения

 М.В. Семибратова  
« 5 » 03 2018 г.

Начальник учебно-методического  
управления

 Е.Е. Поздеева  
« 7 » 03 2018 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Аэродинамика самолётов» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.09.2016 № 1165, и основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов по специальности 24.05.07 «Самолёто- и вертолётостроение».

## 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Аэродинамика самолётов							
Цель дисциплины	Теоретическая и практическая подготовка студента 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.							
Задачи дисциплины	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.							
Основные разделы дисциплины	1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Земная атмосфера. 2. Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости 3. Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке 4. Элементы теории подобия 5. Профили крыльев и их аэродинамические характеристики 6. Основы теории крыла конечного размаха							
Общая трудоемкость дисциплины	4 зач ед/ 144 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промеж уточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	6	12	4	4	-	115	9	144
ИТОГО:		12	4	4	-	115	9	144

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Аэродинамика самолётов» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
<b>ПСК-4.1</b> Способность и готовность участвовать в разработке проектов летательных аппаратов различной конструкции	31 (ПСК-4.1-3) <b>Знать:</b> законы аэродинамики и методы расчета аэродинамических характеристик летательных аппаратов	У1 (ПСК-4.1-3) <b>Уметь:</b> выполнять расчет аэродинамических характеристик самолёта	Н1 (ПСК-4.1-3) <b>Владеть:</b> базовой терминологией и понятиями в области аэродинамики самолета
	32 (ПСК-4.1-3) <b>Знать:</b> принципы действия и устройства приборов для проведения экспериментальных исследований летательных аппаратов	У2 (ПСК-4.1-3) <b>Уметь:</b> производить измерения основных аэродинамических характеристик летательных аппаратов	Н2 (ПСК-4.1-3) <b>Владеть:</b> современной нормативно-справочной литературы (ГОСТ, ОСТ, нормалей, инструкций и рекомендаций)
	33 (ПСК-4.1-3) <b>Знать:</b> теорию подобия для обработки результатов исследований	У3 (ПСК-4.1-3) <b>Уметь:</b> обрабатывать результаты экспериментальных данных	Н3 (ПСК-4.1-3) <b>Владеть:</b> современными компьютерными технологиями виртуального моделирования и инженерного анализа расчете аэродинамики самолета

### 3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аэродинамика самолётов» изучается на 3-ем курсе в 6-ом семестре.

Она является обязательной дисциплиной, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПСК-4.1 в процессе изучения дисциплин и прохождения практик:

Этап 1: ПСК-4.1-1 «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)»;

Этап 2: ПСК-4.1-2 «Конструкция самолётов»;

Этап 3: ПСК-4.1-3 «» и «Строительная механика самолетов»

Входной контроль не проводится.

**4 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц или 144 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

<b>Объем дисциплины</b>	<b>заочная форма обучения</b>
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	20
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками):	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	8
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	115
Промежуточная аттестация обучающихся	9

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Раздел 1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Земная атмосфера.</b>					
<b>Тема</b> Понятие о физической структуре жидкости и газа. Атмосфера. МСА	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	10	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	З1(ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 1</b>	Занятия лекционного типа	2	-	-	-
	Занятия семинарского типа	0			
	Самостоятельная работа обучающихся	10	-	-	-
<b>Раздел 2. Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости</b>					
<b>Тема</b> Теорема Жуковского о подъемной силе. Постулат Жуковского - Чаплыгина	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	З1(ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Циркуляция потока. Теорема Жуковского.	Практическая работа	1	Групповое и индивидуальное решение типовых задач	ПСК-4.1	У1 (ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2 (ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	10	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	З1(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	10	Выполнение РГР	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2 (ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 2</b>	Занятия лекционного типа	2	-	-	-
	Занятия семинарского типа	1	-	-	-
	Самостоятельная работа	20	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
обучающихся					
<b>Раздел 3. Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке</b>					
<b>Тема</b> Распространение малых возмущений	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Косые скачки уплотнения. Основные соотношения для прямого скачка уплотнения	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Трансзвуковое, сверхзвуковое течение газов.	Практическая работа	1	Групповое и индивидуальное решение типовых задач	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	10	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2 (ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	10	Выполнение РГР	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 3</b>	Занятия лекционного типа	2	-	-	-
	Занятия семинарского типа	1	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	20	-	-	-
<b>Раздел 4. Элементы теории подобия</b>					
<b>Тема</b> Аэродинамическое моделирование. Основные законы подобия. Критерии подобия	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) 32(ПСК-4.1-2) 33(ПСК-4.1-2)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Тема</b> Аэродинамические трубы	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) 32(ПСК-4.1-2) 33(ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Изучение конструкций аэродинамических труб, физических приборов	Лабораторная работа	2	Ознакомление с конструкцией аэродинамических труб, приборами, применяемыми при измерении скоростей, давлений и аэродинамических сил	ПСК-4.1	У2(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Критерии подобия	Практическая работа	1	Групповое и индивидуальное решение типовых задач	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	10	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	31(ПСК-4.1-2) 32(ПСК-4.1-2) 33(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	10	Выполнение РГР	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2(ПСК-4.1-2) Н3(ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Занятия лекционного типа	2			
	Занятия семинарского типа	3			
	Самостоятельная работа обучающихся	20			
<b>1. Раздел 5. Профили крыльев и их аэродинамические характеристики</b>					
<b>Тема</b> Геометрические характеристики профиля крыла	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	33(ПСК-4.1-2) Н1 (ПСК-4.1-2)



Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Тема</b> Аэродинамические силы и моменты. Их коэффициенты. Основные зависимости	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	ЗЗ (ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Распределение давления по профилю. Центр давления. Фокус профиля.	Практическая работа	1	Групповое и индивидуальное решение типовых задач	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) У2(ПСК-4.1-2) У3(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	12	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	ЗЗ(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	10	Выполнение РГР	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) У2(ПСК-4.1-2) У3(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2(ПСК-4.1-2) Н3(ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 5</b>	Занятия лекционного типа	22			
	Занятия семинарского типа	1			
	Самостоятельная работа обучающихся	6			
<b>Раздел 6. Основы теории крыла конечного размаха</b>					
<b>Тема</b> Индуктивная скорость. Скос потока у крыла. Индуктивное сопротивление крыла	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	З1(ПСК-4.1-2) Н1 (ПСК-4.1-2)
<b>Тема</b> Механизация крыла	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПСК-4.1	З1(ПСК-4.1-2) Н1 (ПСК-4.1-2)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Тема</b> Определение аэродинамических характеристик модели крыла	Лабораторная работа	2	Измерение подъемной силы, сопротивления и момента крыла	ПСК-4.1	У2(ПСК-4.1-2) У3(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н3(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	12	Чтение основной и дополнительной литературы. Конспектирование	ПСК-4.1	З3(ПСК-4.1-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (выполнение РГР)	11	Выполнение РГР	ПСК-4.1	У1(ПСК-4.1-2) Н1(ПСК-4.1-2) Н2(ПСК-4.1-2) Н3(ПСК-4.1-2)
<b>ИТОГО по разделу 6</b>	Занятия лекционного типа	2			
	Занятия семинарского типа	2			
	Самостоятельная работа обучающихся	23			
Промежуточная аттестация		9	экзамен		
<b>Итого по дисциплине</b>	Лекции	12			
	Занятия семинарного типа	8			
	СРС	115			
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 144 часа, в том числе с использованием активных методов обучения 20 часов					

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Аэродинамика самолётов», состоит из следующих компонентов: изучения теоретических разделов дисциплины; подготовки к практическим занятиям; выполнении РГР.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». – Введ. 2016-03-10. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – 56 с.

2. СТО 7.5-17 Положение о самостоятельной работе студентов ФГБОУ ВПО «КНАГТУ». – Введ. 2015-04-06. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 24 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 4 – График выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к практическим занятиям														3	3	3	4	13
Изучение теоретических разделов дисциплины	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51
Выполнение РГР	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51
<b>ИТОГО в 6 семестре</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>115</b>

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код контролируем ой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Показатели оценки</b>
Основные физические свойства жидкостей и газов. Земная атмосфера.	31(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости	31(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке	31(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
Элементы теории подобия	31(ПСК-4.1-3) 32(ПСК-4.1-3) 33(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
	У2(ПСК-4.1-3) У3(ПСК-4.1-3) Н1(ПСК-4.1-3) Н2(ПСК-4.1-3)	лабораторная работа	Сумма баллов, которая может быть получена за защиту лабораторной работы
Профили крыльев и их аэродинамические характеристики	31(ПСК-4.1-3) 32(ПСК-4.1-3) 33(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
	У2(ПСК-4.1-3) У3(ПСК-4.1-3) Н1(ПСК-4.1-3) Н2(ПСК-4.1-3)	лабораторная работа	Сумма баллов, которая может быть получена за защиту лабораторной работы
Основы теории крыла конечного размаха	31(ПСК-4.1-3)	Экспресс-тест по разделу	Сумма баллов, которая может быть получена за тест
	У2(ПСК-4.1-3) У3(ПСК-4.1-3) Н1(ПСК-4.1-3) Н2(ПСК-4.1-3)	лабораторная работа	Сумма баллов, которая может быть получена за защиту лабораторной работы
Все разделы	У1(ПСК-4.1-3) Н1(ПСК-4.1-3) Н2(ПСК-4.1-3) Н3(ПСК-4.1-3)	РГР	Сумма баллов, которая может быть получена за защиту РГР

Все разделы	31(ПСК-4.1-3) 32(ПСК-4.1-3) 33(ПСК-4.1-3) У1(ПСК-4.1-3) У2(ПСК-4.1-3) У3(ПСК-4.1-3)	Экзамен	Сумма баллов, которая может быть получена за экзамен
-------------	--	---------	--

Промежуточную аттестацию проводят в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Экспресс-тест по разделу	В течение семестра	от 2 до 5 баллов	5 баллов – студент правильно ответил на вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент ответил на вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент ответил на вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – при ответе на вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
2	лабораторная работа	В течение семестра	от 2 до 5 баллов	5 баллов – студент выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите 4 балла – студент выполнил работу с небольшими неточностями. Показал хорошие

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
				<p>владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство вопросов на защите</p> <p>3 балла – студент выполнил работу с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы допустил много неточностей.</p> <p>2 балла – при выполнении работы студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы допустил множество неточностей.</p>
3	РГР	17-я неделя	от 2 до 5 баллов	<p>5 баллов - студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>4 балла – студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>3 балла – студент полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.
				2 балла – студент не полностью выполнил задание РГР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.
4	Экзамен	В течение сессии	от 2 до 5 баллов	5 баллов – студент правильно и в полном объеме ответил на вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.
				4 балла – студент ответил на все вопросы, но с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках учебного материала.
				3 балла – студент ответил на вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала.
				2 балла – при ответе на все вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
	Текущий контроль:		до 50 баллов	-
	Экзамен:		до 5 баллов	
	ИТОГО:	-	до 55 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

### Заданий для текущего контроля

#### Вопросы экспресс-теста по разделу Основные физические свойства жидкостей и газов. Земная атмосфера.

1. Назовите основные параметры газа
2. Как меняется температура воздуха от высоты?
3. От чего зависит скорость звука в воздухе?



**Вопросы экспресс-теста по разделу Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости**

1. В чем суть парадокса Даламбера – Эйлера?
2. Что такое циркуляция потока?
3. Какие способы изменения циркуляции могут быть?

**Вопросы экспресс-теста по разделу Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке**

1. Что такое конус Маха?
2. Чем отличается косой и прямой скачек уплотнения?
3. Что такое аэродинамический нагрев?

**Вопросы экспресс-теста по разделу Элементы теории подобия**

1. Назовите основные критерии подобия.
2. Перечислите основные виды аэродинамических труб
3. Какие приборы применяются при экспериментальных исследованиях?

**Вопросы экспресс-теста по разделу Профили крыльев и их аэродинамические характеристики**

1. Назовите основные геометрические параметры профиля крыла.
2. Как влияет распределение давления по поверхности на подъемную силу и сопротивление?
3. От каких параметров зависит подъемная сила?

**Вопросы экспресс-теста по разделу Основы теории крыла конечного размаха**

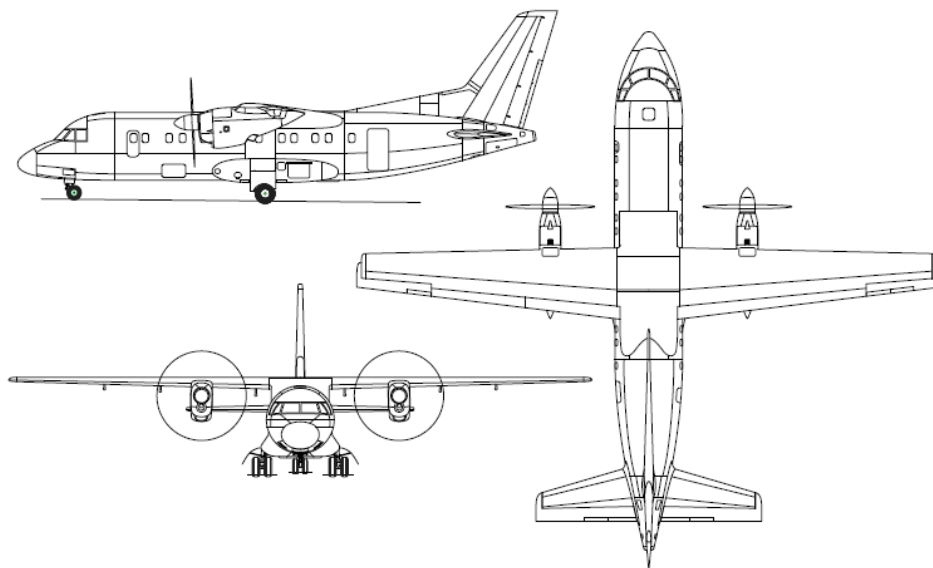
1. Что такое удлинение крыла? На что оно влияет?
2. Для чего увеличивают стреловидность крыла?
3. Как достичь максимально возможную подъемную силу?

## Пример задания РГР

**Название:** «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.

### Ан-140-100



ЛТХ:	
Модификация	Ан-140-100
Размах крыла, м	25.505
Длина самолета, м	22.605
Высота самолета, м	8.232
Площадь крыла, м <sup>2</sup>	51.00
Масса, кг	
пустого	13100
максимальная взлетная	21500
топлива	4522
Тип двигателя	2 ТВД ТВ3-117ВМА-СБМ1
Мощность, л.с.	2 x 2500
Макс. крейсерская скорость, км/ч	533
Перегоночная дальность, км	3680
Практическая дальность, км	
с максимальной нагрузкой	1300
с 52 пассажирами	2340
Практический потолок, м	7600
Экипаж, чел	2
Полезная нагрузка:	52 пассажира или 6000 кг груза

## Темы лабораторных работ и требования к их защите

Л.Р.1 Изучение конструкций аэродинамических труб, физических приборов. Изучается конструкция двух аэродинамических труб. Основные их характеристики. Приборы для измерения параметров, насадки, модели.

Л.Р. 2 Определение аэродинамических характеристик модели крыла. Для определения используется трёхкомпонентные аэродинамические весы. Вычисляются силы и моменты в зависимости от установленного угла атаки. Силы пересчитываются на аэродинамические коэффициенты. Приобрести навыки в исследовании влияния геометрических параметров крыла на его поляру  $c_{xa}(c_{ya}, M)$  и зависимость  $c_{ya}(\alpha, M)$ .

### Задания для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет включает три вопроса. Вариант экзаменационного билета приведен ниже.

#### Контрольные 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  $\lambda$  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 косоугольного 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  $\alpha$
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  $c_{y\alpha}$  и  $c_{x\alpha}$  крыла при увеличении числа  $M$ ?

### **Пример экзаменационного билета**

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ФГБОУ ВО Комсомольский-на-Амуре государственный  
университет**

2016/2017 учебный год      6 семестр

**Экзаменационный билет №   1**

**по дисциплине “Аэродинамика самолётов”**

1. Понятие скорость звука, сжимаемость газов
2. Напишите формулу для определения коэффициента  $c_{x\alpha}$  тонкого профиля, обтекаемого сверхзвуковым потоком под малым углом атаки.

Заведующий кафедрой

А.В. Бобков

### **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **8.1 Основная литература**

1. Игнатьева, А. В. Расчет аэродинамических характеристик самолета с механизацией крыла [Электронный ресурс] : учебное пособие / Игнатьева А.В., Чемезов В.Л. - Новосиб.:НГТУ, 2010. - 46 с. //

ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Технологическое обеспечение аэродинамических обводов современного самолёта / Под ред. Б.Н.Марьина, В.И.Меркулова, В.Ф.Кузьмина. - М.: Машиностроение, 2001. - 428с.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Фролов, В.А. Аэродинамические характеристики профиля и крыла [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Фролов. – Самара, 2007. // БиблиоРоссика: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.bibliorossica.com/catalog.html?ln=ru>, ограниченный. – Загл. с экрана.

## 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1 Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru/>.

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение дисциплине «Аэродинамика самолётов» предполагает изучение курса как на аудиторных занятиях, так и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических работ и лабораторных работ. Формы организации всех видов учебной деятельности студента представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекции: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения. Выделять ключевые слова, формулы, отмечать на полях уточняющие вопросы по теме занятия
Практическая работа	Решение задач. Расчет аэродинамических характеристик.
Лабораторная работа	Получение аэродинамических характеристик в аэродинамических трубах
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам,

	изучение теоретических разделов дисциплины, выполнение РГР.
--	---

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины «Аэродинамика самолётов» основывается на активном использовании Microsoft Power Point, Microsoft Office в процессе изучения теоретических разделов дисциплины, подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам, а также при выполнении курсовой работы. С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно- телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий, лабораторных работ и курсовой работы. Для ознакомления с расчетными методами аэродинамики используется система XFLR5. Для выполнения РГР используются расчетные системы Microsoft Excel и MathCAD

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Аэродинамика самолётов» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8



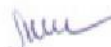
Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Ауд. 112 3 корпус	Мультимедийный класс ССФ	Экран, мультимедиа проектор, персональный компьютер	Проведение лекционных занятий в виде презентаций
Ауд. 112 3 корпус	Лаборатория аэродинамики	Аэродинамическая труба, измерительные приборы, модели тел.	Проведение лабораторных работ

Ауд. 124 3 корпус	Вычислительный центр ССФ	12 персональных компьютеров	Самостоятельное выполнение РГР
Ауд. 111 3 корпус	Лаборатория конструкции самолётов	Натурные образцы самолётов и их агрегатов (МиГ-17, Су-15, Су-22, L- 410, Су-80, Як-52, Су-27, L-13)	Использование в качестве примера конструкторских решений



### Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Номер протокола заседания кафедры, дата утверждения изменения	Количество страниц изменения	Подпись автора РПД
1.	Изменения КУГ, утверждённые Учёным Советом, протокол №6 от 01.09.2017.	Стр. 3, 5 – 10, 12 Всего стр. 8	
2.	Изменение наименования вуза. Приказ №476-О от 17.11.2017	Титульный лист. Всего 1 стр.	
3.	Изменение наименования министерства на 1 листе – приказ №363-О от 10.09.2018 "О внесении изменений в реквизиты бланков документов".	Титульный лист. Всего 1 стр.	
4.			