



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра «Авиационные двигатели»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

 Н. В. Лобов
«27» 06/2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Аэродинамика и летательные аппараты»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

**Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных
и ракетных двигателей»**

Специализация программы специалитета:	«Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»
Квалификация выпускника:	специалист
Выпускающая кафедра:	«Авиационные двигатели»
Форма обучения:	очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч

Виды контроля:

Экзамен: **нет** - Диф.зачёт: 7 Зачёт: **нет** Курсовой проект: **нет** Курсовая работа: **нет**

Пермь, 2017 г.

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины:

Целью дисциплины является формирование комплекса знания о законах аэродинамики и устройстве летательных аппаратов (ЛА).

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие профессиональные компетенции АОПК-1, АПК.ПК-3:

- Способность применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и общеинженерные знания в их совокупности для профессиональной деятельности, оценивать на базе отстаивания и применения научного подхода основные теории и концепции, границы их применения. (АОПК-1)
- Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений (АПК.ПК-3)

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- **формирование знаний**
– теоретических закономерностей аэродинамических характеристик и конструктивных решений используемых при проектировании летательных аппаратов;
- **формирование умений**
– выполнять расчетно-теоретическое обоснование конструктивного и параметрического облика летательного аппарата, анализ технико-экономического совершенства основных элементов летательного аппарата;
- **формирование навыков**
– выполнения экспериментальных исследований и расчетов аэродинамических характеристик различных частей летательного аппарата.

1.3 Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты:

- физические основы и модели аэродинамических явлений при полёте самолётов;
- применение аэродинамики при проектировании самолетов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аэродинамика и летательные аппараты» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» специализации «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины)
Профессиональные компетенции			
АОПК-1	Способность применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и общетехнические знания в их совокупности для профессиональной деятельности, оценивать на базе отстаивания и применения научного подхода основные теории и концепции, границы их применения	Б1.Б.04 Экономика, Б1.Б.02 Философия, Б1.Б.11 Физика, Б1.Б.12 Теоретическая механика, Б1.Б.26 Механика жидкости и газа	Б1.Б.26 Механика жидкости и газа
АПК.ПК-3	Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений	Б1.В.07 Теория и расчет лопаточных машин	Б1.В.07 Теория и расчет лопаточных машин, Б1.В.13 Организация и планирование предприятия, Б2.Б.04 Производственная практика (стажировка инженерная)

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций АОПК-1, АПК.ПК-3

2.1 Дисциплинарная карта компетенции АОПК-1

Код АОПК-1	Формулировка компетенции:
	Способность применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и общетехнические знания в их совокупности для профессиональной деятельности, оценивать на базе отстаивания и применения научного подхода основные теории и концепции, границы их применения

Код АОПК-1.Б1.В.05	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность изучать и анализировать аэродинамические характеристики проектируемых летательных аппаратов и их частей расчетно и на основе теоретических знаний.

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – законы аэродинамики;	Лабораторные работы. Самостоятельная	Вопросы контрольных работ текущего и ру-

– влияние воздействия внешних сил на конструкцию ЛА;	работа студентов по изучению теоретического материала.	бежного контроля Вопросы к экзамену
Уметь: – анализировать аэродинамические характеристики планера самолета и вертолета;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов	Отчёты по лабораторным работам
Владеть: – методами и приемами экспериментальных исследований с использованием аэродинамической трубы;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа	Отчёты по лабораторным работам

2.2 Дисциплинарная карта компетенции АПК.ПК-3

Код АПК.ПК-3	Формулировка компетенции: Способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с научно-техническим и технико-экономическим обоснованием принятых проектно-технических решений
---------------------	--

Код АПК.ПК-3. Б1.В.05	Формулировка дисциплинарной части компетенции: Способность проводить технико-экономическое обоснование проектных решений при создании летательных аппаратов
------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: – основные аэродинамические характеристики необходимые при проектировании планера ЛА; – конструктивные элементы ЛА и силовых установок;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы контрольных работ текущего и рубежного контроля Вопросы к экзамену
Уметь: – разрабатывать элементы конструкции ЛА в соответствии с техническим заданием;	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов	Отчёты по лабораторным работам
Владеть: – навыками принятия обоснованных расчетных и проектных решений при разработке летательных аппаратов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов	Отчёты по лабораторным работам

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость		
		по семестрам		всего
1	2	7	8	5
1	Аудиторная (контактная) работа	64	2	64
	– лекции (Л)	44		44

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость	
		по семестрам	всего
	– лабораторные работы (ЛР)	16	16
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
2	Самостоятельная работа студентов (СРС)	80	80
	– изучение теоретического материала	32	32
	– выполнение курсовой работы, подготовка пояснительной записки по курсовой работе		
	– подготовка к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным)	32	32
	– подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: экзамен	0	0
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	144 4	144 (ч) 4 (ЗЕ)

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)					Итоговый контроль	самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа			Итоговый контроль	самостоятельная работа			
			всего	в том числе						
				Л	ЛР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	Введение	3	3				2	5 / 0,13	
		1	2	2				5	7 / 0,19	
		2	6	3	3			6	12 / 0,34	
		3	2	2				5	9 / 0,25	
		4	7	3	3	1		5,5	13 / 0,36	
		5	3	3				10	13 / 0,36	
		6	7	4	2	1		6,5	13,5 / 0,375	
Всего по модулю:			32	22	8	2		40	72 / 2	
2	2	7	4	3	1			8	12 / 0,31	
		8	4	3	1			6	9 / 0,25	
		9	5	3	1	1		12	17 / 0,47	
		10	5	3	1	1		5	10 / 0,36	
		11	5	3	2			5	10 / 0,36	
		12	5	4	1			2	7 / 0,19	
		13	4	3	1			2	5 / 0,14	
Всего по модулю:			32	22	8	2		40	72 / 2	
Промежуточная аттестация:										
Итого:			64	44	16	4		80	144 / 4	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Основы аэродинамики

Л – 22 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 40 ч, КСР – 2 ч.

Раздел 1. Основы аэродинамики

Л – 22 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 40 ч, КСР – 2ч.

Введение. Предмет и прикладное значение курса. Физические основы полета. Классификация ЛА по принципу полета и по назначению. Применение аэродинамики при проектировании самолетов

Тема 1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Кинематика жидкой среды.

Понятие о физической структуре жидкости и газа. Плотность и удельный вес. Внутреннее трение и вязкость. Гидростатическое давление. Силы, действующие в движущейся жидкости. Уравнение состояния идеального газа. Сжимаемость газов. Скорость распространения звука в газе. Состав и строение атмосферы.

Методы исследования движения жидкости . Линия тока. Трубка тока. Элементарная струйка.

Тема 2. Основы теории вихревого течения

Вихревое течение жидкости. Основные определения. Напряжение вихревого шнура. Теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости и ее связь с потенциалом скоростей. Связь элементарной циркуляции с напряжением вихря. Теорема Стокса.

Тема 3. Динамика идеальной жидкости

Общие понятия. Уравнения 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 4. Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости

Бесциркуляционное обтекание кругового цилиндра. Парадокс Даламбера — Эйлера. Циркуляционное обтекание кругового цилиндра. Подъемная сила кругового цилиндра в несимметричном плоскопараллельном потоке. Теорема Жуковского о подъемной силе для случая обтекания цилиндрического тела произвольной формы . Возникновение циркуляции скорости и подъемной силы на крыле. Постулат Жуковского — Чаплыгина.

Тема 5. Основные соотношения газовой динамики . Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке

Основные соотношения для одномерных изэнтропических установившихся течений газа. Зависимость между площадью поперечного сечения струйки и скоростью газа. Расчет сверхзвукового сопла. Получение сверхзвукового потока в пористой цилиндрической трубе.

Распространение малых возмущений. Обтекание углов плоскопараллельным сверхзвуковым потоком. Основные соотношения для прямого скачка уплотне-

ния. Давление в критической точке за прямым скачком. Косые скачки уплотнения. Связь между положением фронта косоугольного скачка и углом поворота сверхзвукового потока. Ударная полара и ее применение к решению задач. Изменение давления при отклонении сверхзвукового потока на малые углы

Тема 6. Основы экспериментальной аэродинамики. Два режима течения жидкости.

Задачи экспериментальной аэродинамики и методы их решения. Принципы построения аэродинамических труб. Аэродинамические трубы малых дозвуковых скоростей. Аэродинамические трубы больших скоростей. Аэродинамические спектры. Измерение скорости воздушного потока. Определение ламинарного и турбулентного режимов течения вязкой жидкости. Турбулентное течение жидкости. Степенной закон распределения скоростей.

Модуль 2. Аэродинамика в проектировании ЛА

Л – 22 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 40 ч, КСР – 2 ч.

Раздел 2. Аэродинамика в проектировании ЛА

Л – 22 ч, ЛР – 8 ч, СРС – 40 ч, КСР – 2 ч.

Тема 7. Основы теории пограничного слоя

Понятие о пограничном слое. Интегральное соотношение для установившегося течения в пограничном слое несжимаемой жидкости. Применение интегрального соотношения для расчета характеристик ламинарного пограничного слоя плоской пластины. Применение интегрального соотношения для расчета турбулентного пограничного слоя и определение сопротивления плоской пластины. Расчет смешанного пограничного слоя на пластине. Влияние сжимаемости воздуха на пограничный слой. Интегральное соотношение для расчета двумерного пограничного слоя на криволинейной поверхности. Отрыв течения в пограничном слое. Управление пограничным слоем.

Тема 8. Основы конструкции ЛА

Основные элементы конструкции самолета и вертолета и их назначение. Основные требования к конструкции ЛА. Схемы ЛА, их достоинства и недостатки.

Тема 9. Крыло и оперение. Профили крыльев и их аэродинамические характеристики.

Нагрузки, действующие на крыло. Работа крыла под нагрузкой. Формы, геометрические характеристики и параметры крыльев. Конструктивные схемы крыльев. Конструкция и работа основных элементов крыла. Механизация крыла.

Геометрические характеристики и внешние формы оперения. Конструкция оперения. Компенсация и балансировка.

Аэродинамические характеристики оперения. Аэродинамические характеристики элеронов.

Тема 10. Аэродинамические характеристики профиля в дозвуковом, околозвуковом (трансзвуковом), сверхзвуковом потоке.

Основные уравнения установившегося двумерного движения газа и их линеаризация методом малых возмущений. Связь между дозвуковым потоком газа и потоком несжимаемой жидкости около тонких профилей. Влияние сжимаемости на аэродинамические характеристики профиля.

Понятие о критическом числе M . Ударные волны. Влияние угла атаки и формы профиля на $M_{кр}$ и структур течения около профиля. Распределение давления по профилю при наличии местных скачков уплотнения и расчет волнового сопротивления профиля.

Особенности обтекания тел сверхзвуковым потоком. Плоская пластина в сверхзвуковом потоке. Распределение давления по профилю. Тонкий профиль в сверхзвуковом потоке. Аэродинамические коэффициенты профилей некоторых характерных форм

Тема 11. Воздушные винты. Особенности аэродинамики несущего винта вертолета

Принцип действия воздушных винтов, их геометрические и кинематические характеристики. Теория идеального воздушного винта. Теория изолированного элемента лопасти винта. Условия аэродинамического подобия и аэродинамические характеристики воздушных винтов. Взаимное влияние воздушного винта и самолета. Влияние сжимаемости воздуха на КПД винта. Работа винта на режимах отрицательных тяг и авторотации. Особенности работы винтов турбовинтовых двигателей (ТВД). Механизм возникновения отрицательных тяг в ТВД. Влияние скорости полета на величину отрицательной тяги винта.

Особенности работы несущего винта. Влияние косо́й обдувки на аэродинамику винта. Условия динамического подобия винтов при косо́й обдувке. Аэродинамические характеристики несущего винта.

Тема 12. Несущий комплекс. Фюзеляж и кабины. Взлетно-посадочные устройства

Внешние формы и геометрические характеристики. Нагрузки, действующие на фюзеляж. Конструктивные схемы фюзеляжей. Кабины: экипажа, пассажирские, грузовые. Обеспечение безопасности экипажа. Обогрев и вентиляция. Герметичные кабины.

Основные схемы шасси. Геометрические характеристики шасси. Силы, действующие на шасси. Основные части шасси.

Тема 13. Энергетический комплекс. Силовые установки (СУ) ЛА. Основное и вспомогательное оборудование.

Состав и назначение СУ, требования к ним. Расположение СУ на ЛА. Типы двигателей. Воздушные винты и вентиляторы. Рабочие схемы авиационных СУ. Крепление СУ.

Приборное оборудование. Электро-, гидро- и пневмосистемы. Радиоэлектронное оборудование. Противообледенительные системы. Высотное оборудование.

4.3 Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.2 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	4	Изучение параметров воздушного потока с помощью малой аэродинамической трубы
2	4	Исследование обтекания тел различной формы в дымовой трубе
3	6	Изучение спектров обтекания аэродинамических профилей в аэродинамической трубе: определение подъемной силы и аэродинамического сопротивления
4	7	Изучение спектров обтекания аэродинамических профилей в аэродинамической трубе: распределение давления по профилю
5	8	Изучение аэродинамической схемы, управляющих и стабилизирующих аэродинамических поверхностей планера самолета, на примере пассажирского самолета ИЛ-96
6	11	Изучение аэродинамической схемы, управляющих и стабилизирующих аэродинамических поверхностей планера вертолета, на примере многоцелевого вертолета МИ-8
7	13	Симуляция работы авиационного ГТД с использованием симулятора EngineSim
8	13	Симуляция полета пассажирского самолета с использованием симулятора FlightGear

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
Тема 1	- изучение теоретического материала	10
Тема 2	- изучение теоретического материала	10
Тема 3	- изучение теоретического материала	5
Тема 4	- изучение теоретического материала	5
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Тема 5	- изучение теоретического материала	5
Тема 6	- изучение теоретического материала	5
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Тема 7	- изучение теоретического материала	5
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Тема 8	- изучение теоретического материала	6
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Тема 9	- изучение теоретического материала	5
Тема 10	- изучение теоретического материала	5
Тема 11	- изучение теоретического материала	6
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Тема 12	- изучение теоретического материала	5
Тема 13	- изучение теоретического материала	4
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	5
Итого: в ч / в ЗЕ		80ч / 2,22

5.1. Тематика для самостоятельного изучения дисциплины

Тема 1: Основные физические свойства жидкостей и газов. Кинематика жидкой среды

Тема 2: Основы теории вихревого течения

Тема 3: Динамика идеальной жидкости

Тема 4: Основы теории обтекания тел потенциальным потоком жидкости

Тема 5: Основные соотношения газовой динамики. Малые возмущения и скачки уплотнения в газовом потоке

Тема 6: Основы экспериментальной аэродинамики. Два режима течения жидкости

Тема 7: Основы теории пограничного слоя

Тема 8: Основы конструкции ЛА

Тема 9: Несущий комплекс. Крыло и оперение. Профили крыльев и их аэродинамические характеристики

Тема 10: Аэродинамические характеристики профиля в дозвуковом, околозвуковом (трансзвуковом), сверхзвуковом потоке.

Тема 11: Воздушные винты. Особенности аэродинамики несущего винта вертолета

Тема 12: Несущий комплекс. Фюзеляж и кабины. Взлетно-посадочные устройства

Тема 13: Энергетический комплекс. Силовые установки (СУ) ЛА. Основное и вспомогательное оборудование

5.2. Курсовая работа

Курсовой проект (работа) не предусмотрена.

5.3. Реферат

Реферат не предусмотрен.

5.4. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5.5. Индивидуальное задание

Индивидуальное задание не предусмотрено.

5.6 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

После изучения темы дисциплины в часы лекционных занятий студенты в часы самостоятельной работы должны повторить по конспектам лекций материал, пользуясь основной и дополнительной литературой либо более глубоко разобраться в проблемных вопросах, на которые акцентировано внимание лектора, либо изучить материал, не требующий специальных пояснений преподавателя.

Лабораторные работы охватывают первый и второй модуль содержания дисциплины и выполняются как в часы лабораторных работ, так и часы самостоятельной работы. Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом, особенно на этапе разработки физической модели исследуемого объекта, условий проведения эксперимента и методики обработки результатов измерения. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях

сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия. Этапы лабораторных работ, связанные с изучением литературы, оформление отчетов, подготовкой к защите и т.д. выполняются с часами самостоятельной работы с использованием компьютерной техники и современных средств телекоммуникаций.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в указанных ниже формах.

- Защита отчётов по лабораторным работам. Всего предусмотрено 8 отчётов по лабораторным работам внутри каждого учебного модуля (модуль 1 – 3 работ; модуль 2 – 5 работы).

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в указанных ниже формах.

- Рубежная контрольная работа (модуль 1, модуль 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1 «Основы аэродинамики»

1. Состав и строение атмосферы. Стандартная атмосфера. Основные уравнения аэродинамики.
2. Уравнение Бернулли. Закон сохранения энергии.
3. Уравнение неразрывности. Закон сохранения массы.
4. Полное и частичное динамическое подобие при моделировании аэродинамических процессов.
5. Критерии подобия при моделировании аэродинамических процессов.
6. Сжимаемость и несжимаемость жидкости.
7. Системы связанных и скоростных координат.

Модуль 2 «Аэродинамика и проектирование ЛА»

1. Аэродинамические характеристики крыла и самолета. Поляры крыла и самолета. Интерференция
2. Нагрузки, действующие на крыло. Работа крыла под нагрузкой.
3. Профиль крыла в плане. Центр масс и центр давления крыла.
4. Зависимость коэффициента подъемной силы от величины угла атаки.
5. Наивыгоднейший угол атаки, критический угол атаки. Аэродинамическое качество крыла.
6. Профильное сопротивление крыла. Индуктивное сопротивление.
7. Вредное сопротивление самолёта. Сопротивление интерференции.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

2) Дифференцированный зачёт.

Зачёт по дисциплине проводится с использованием фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (разрабатывается отдельным документом).

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и промежуточного контроля, при выполнении всех лабораторных работ, при защите всех тем, предусмотренных для самостоятельной работы студентов с учётом результатов рубежного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания к лабораторным работам, контрольные работы, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля						
	Текущий и промежуточный		Рубежный			Промежуточная аттестация	
	ТКР	ЛР	КР				Экзамен
Усвоенные знания							
31. Влияние аэродинамических показателей крыла и фюзеляжа на безопасность полета;	ТКР 1	ЛР 1	КР 1				ТВ
32. Нормы летной годности;	ТКР 1	ЛР 2	КР 1				ТВ
33. Основные аэродинамические характеристики необходимые при проектировании планера ЛА;	ТКР 1	ЛР 3	КР 2				ТВ
34. Конструктивные элементы ЛА и силовых установок;	ТКР 2	ЛР 4	КР 2				ТВ
3.1. Законы аэродинамики;	ТКР 2	ЛР 4	КР 2				ТВ
3.2. Влияние воздействия внешних сил на конструкцию ЛА;	ТКР 2	ЛР 4	КР 3				ТВ
Освоенные умения							
У.1 проявлять ответственность и принимать обоснованные самостоятельные решения при проектировании ЛА;		ЛР 1,2,3					
У.2 разрабатывать элементы конструкции ЛА в соответствии с техническим заданием;		ЛР 4,5,6					
У.3 анализировать аэродинамические характеристики планера самолета и вертолета;		ЛР 7,8					
Приобретенные владения							

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p style="text-align: center;">Б1.В.05 Аэродинамика и летательные аппараты</p> <p style="text-align: center;">(индекс и полное название дисциплины)</p>	БЛОК 1. Дисциплины (модули)													
	(цикл дисциплины)													
	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная												
	<input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> по выбору студента												
<p>24.05.02</p> <p>(код направления подготовки / специальности)</p>	<p><i>Проектирование авиационных и ракетных двигателей / Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок</i></p> <p>(полное название направления подготовки / специальности)</p>													
<p><i>АРД / АД</i></p> <p>(аббревиатура направления / специальности)</p>	<p>Уровень подготовки</p> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>бакалавр</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>магистр</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	специалист	<input type="checkbox"/>	бакалавр	<input type="checkbox"/>	магистр	<p>Форма обучения</p> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>очная</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>заочная</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	очная	<input type="checkbox"/>	заочная	<input type="checkbox"/>	очно-заочная
<input checked="" type="checkbox"/>	специалист													
<input type="checkbox"/>	бакалавр													
<input type="checkbox"/>	магистр													
<input checked="" type="checkbox"/>	очная													
<input type="checkbox"/>	заочная													
<input type="checkbox"/>	очно-заочная													
<p>2017</p> <p>(год утверждения учебного плана ОПОП)</p>	<p>Семестр(ы): <u>7</u></p>	<p>Количество групп <u>1</u></p>												
		<p>Количество студентов <u>30</u></p>												
<p><u>Саженов Н.А.</u></p> <p>(фамилия, инициалы преподавателя)</p>	<p><u>ассистент</u></p> <p>(должность)</p>													
<p><u>Аэрокосмический</u></p> <p>(факультет)</p>														
<p><u>АД</u></p> <p>(кафедра)</p>	<p><u>тел. 2391361</u></p> <p>(контактная информация)</p>													

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электрон- ных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1.	А. Г. Голубев. Аэродинамика : учебное пособие для вузов.— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 .— 687 с.	2
2.	А.А. Григорьев. Введение в авиационную технику : учебное пособие для вузов. - Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007 .— 84 с.	98
3.	А.А. Григорьев. Введение в авиационную и ракетную технику : учебное пособие для вузов. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014 .— 175 с	50 + ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
4.	Мишин В.П. Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы): Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 2005.-375с.	26
5.	Егер С.М. Проектирование самолетов: Учебник для вузов.- М.: Логос, 2005.- 624 с.	1
6.	Егер С.М. Основы авиационной техники: учебник для вузов. - М. : Машиностроение, 2003 .— 720 с.	58
2.2 Периодические издания		
Не предусмотрены		
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрены		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрены		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке + кафедре; местонахождение электрон- ных изданий
1	2	3
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на 29.04.2017
(дата составления рабочей программы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки _____ *Н.В. Тюрикова* Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

основная литература обеспечена не обеспечена

дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1.	Лабораторные работы	FlightGear	001	Программа предназначена для симуляции полета самолета
2.	Лабораторные работы	EngineSim	002	Программа предназначена для симуляции работы авиационного двигателя

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Специализированная комплексная аудитория	Кафедра АД	211, к.Г	36	15

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Дымовая аэродинамическая труба для изучения спектров обтекания и малая аэродинамическая труба НТБ-16 с набором аэродинамических тел	1	собственность	211, к.Г

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		