ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 23.01.2022

С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.10 Аэрогидрогазодинамика РКТ
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 21.01.2022

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Терехин А. А.
Пользователь: terekhinaa
Дата подписания: 21.01.2022

А. А. Терехин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по аэрогидрогазодинамике ракетно-космической технике (РКТ). Предоставление обучающимся сведений, являющихся базовыми при расчетах и проектировании ракет, расчете аэрогидрогазодинамических процессов и параметров внешней аэродинамики

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина содержит основные понятия и уравнения аэрогидрогазодинамики; основы механики разреженных и сплошных сред; расчет потенциальных течений; расчет вихревых течений; сопротивление тонких тел; влияние формы тела на волновое сопротивление; влияние вязкости потока и донного разрежения на сопротивление; определение коэффициентов нормальной силы, момента и центра давления; расчет распределения давления при несимметричном обтекании; интерференция между отдельными частями ЛА; аэродинамика различных тел при гиперзвуковых скоростях.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Знать:Основные физические положения, законы аэрогидрогаазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогидрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов и ракет
	Уметь:Применять основные законы аэрогидрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов
	Владеть:Владеть навыками проведения

	аэродинамических, газодинамических процессов внешних и внутренних течений в ракетных системах, иметь опыт исполнения схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач, разработки планов исследований, выполнения экспериментов.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.02 Математический анализ, Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, ДВ.1.02.02 Современные программные расчетные комплексы, Б.1.08 Химия, Б.1.06 Физика	ДВ.1.05.02 Баллистика ракет, Б.1.30 Проектирование РКТ, Б.1.38 Динамика рабочих процессов в РКТ

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
ДВ.1.02.02 Современные программные расчетные комплексы	Решение задач газодинамики и теплообмена в одномерной и многомерной постановках сеточными методами
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Иметь представление о решениях задач термодинамики и теплообмена в газовых потоках больших скоростей
Б.1.08 Химия	Иметь представление и понимание процессов диссоциации и ионизации происходящих в газах при высоких темпиратурах
Б.1.06 Физика	Знать основные физические законы и явления; основные физические величины и константы, способы и единицы измерения; основные формулы и методы решения задач, необходимых при проектировании элементов пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и средств обслуживания стартовых комплексов
Б.1.05.02 Математический анализ	Знать дифференциальное и интегральное исчисление; линейные и нелинейные дифференциальные уравнения; уравнения в частных производных

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	80	80
Подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	20	20
Подготовка к экзамену	10	10
Выполнение курсовой работы	50	50
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории. Связь с ранее изучаемыми дисциплинами и важность для последующих дисциплин. Основные модели, свойства, методы.	8	4	2	2
2	Общие вопросы аэрогазогидродинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа)	10	6	2	2
3	Потенциальные течения	4	4	0	0
4	Течения со сверхзвуковыми скоростями	8	4	2	2
5	Аэродинамика ЛА	20	6	8	6
6	Пограничный слой	4	2	0	2
7	Гидростатика и гидравлика	8	4	2	2
8	Перспективы развития разделов и методов решения задач	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Основные свойства жидкостей и газов: сплошности, вязкости, сжимаемости, диссоциации и ионизации. Свойство сплошности, свойство вязкости, свойство сжимаемости, свойство изменения теплоемкости, диссоциации и ионизации.	4
3-4	2	Силы в жидкостях и газах. Объемные и поверхностные силы в жидкости,	4

		аэродинамические силы, аэродинамические коэффициенты сил, действующих на поверхность S, системы координат, аэродинамические коэффициенты моментов ЛА, коэффициент центра давления, статическая устойчивость и коэффициенты, характеризующие ее запас, зависимость АДК от α, M, Re.	
5	2	Осовные уравнения гидродинамики. Методы изучения движения жидкости. Уравнение сплошности (неразрывности). Уравнение движения.	2
6-7	3	Уравнение энергии. Уравнение энергии вязкой, теплопроводной, излучающей жидкости. Иэнтропические течения. Анализ уравнения энергии для газа. Критические параметры. Связь параметров торможения с числом M движущегося газа. Связь критических параметров с параметрами торможения. Зависимость параметров газа, движущегося по соплу, от степени расширения сопла S/S*. Влияние сжимаемости на давление торможения и коэффициент давления.	4
8-9	4	Скачки уплотнения. Прямые скачки. Диссоциирующий газ. Косой скачок уплотнения.Течения около тупого угла (Прандтля – Майера). Обтекание плоских тел. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком (линейная теория). Аэродинамические коэффициенты профиля крыла. Индуктивное сопротивление крыльев (модель несжимаемой среды).	4
10	5	Обтекание тел вращения. Обтекание конуса сверхзвуковым потоком. Обтекание тел вращения с криволинейной образующей (M>1). Аэродинамические коэффициенты для тел вращения.	2
11	5	Кинематика жидкости. Характеристики движения жидкости. Потенциальные течения.	2
12	5	Закон сохранения импульса.	2
13	6	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Относительный покой. Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.	2
14-15	7	Критерии кинематическкого и силового подобия.Гидравлика. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Бернулли с учетом потерь давления на трение. Местные сопротивления. Истечение газов через отверстия и насадки. Нестационарные течения. Неустановившиеся течения жидкостей. Гидравлический удар в трубах.	4
16	8	Пограничный слой. Основные уравнения. Пограничный слой на пластине.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи курса. Основные модели, свойства, методы.	2
2	2	Общие вопросы аэрогазогидродинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа).	2
3	4	Течения со сверхзвуковыми скоростями.	2
4-5	5	Аэродинамика ракет.	4
6-7	5	Аэродинамика ракет.	4
8	7	Гидростатика и гидравлика.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Цель - ознакомить студентов с методами экспериментальных	2

		аэродинамических исследований. Тарировка измерительных приборов.	
2	2	Определение полей скоростей и давлений в аэродинамических трубах.	2
3	4	Исследование распределения давления по крылу; расчет его аэродинамических характеристик.	2
4-5	5	Исследование аэродинамических характеристик тел вращения (корпуса).	4
6	5	Аэродинамические исследования и расчеты аэродинамических характеристик на ЭВМ.	2
7	6	Пограничный слой	2
8	7	Гидростатика и гидравлика	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	Руководство к лабораторным работам по курсу «Аэрогидрогазодинамика» (Указания и вопросы). – Челябинск: Изд-во ЧПИ. – 1977 г. Аэродинамика в вопросах и задачах. Под ред Н.Ф.Краснова. - М.: В. школа, 1985. Давидсон В.Е. Основы газовой динамики в задачах. - М.: Высшая школа, 1965. Яблонский В.С., Исаев И.И. Сборник задач и упражнений по технической гидромеханике. - М: ФМ, 1963.	20
Выполнение курсовой работы	Основная и дополнительная литература.	50
Подготовка к экзамену	Основная и дополнительная литература	10

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проведение интерактивных лекций	Лекции	Использование презентаций при проведении лекционных занятий	4
Использование информационных ресурсов и баз данных	Практические занятия и семинары	Поиск и изучение специальной литературы	8

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Экзамен	1-10
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Курсовая работа	1-20
Все разделы	ПК-8 способностью проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов	Защиты отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	1-20

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Каждому студенты выдается индивидуальное задание, состоящее из трех-четырех вопросов. Задания сформулированы таким образом, чтобы охватить изученные разделы дисциплины	Отлично: студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно и в логической последовательности отвечает на все вопросы билета, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное Хорошо: студент владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); студент самостоятельно, и отчасти при наводящих вопросах, дает полноценные ответы на вопросы билета, не всегда выделяет наиболее

		существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах Удовлетворительно: студент владеет частью предмета, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками, в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора
Курсовая работа	Каждому студенту выдается индивидуальное задание по расчету аэродинамических характеристик летательного аппарата. Задаются исходные данные по геометрической конфигурации и основным элементам летательного аппарата, составляющим его аэродинамическую схему. Результатом курсовой работы является определение аэродинамических характеристик летательного аппарата при различных скоростях полета.	Отлично: студент представил курсовую работу в полном объеме, качественно и без существенных ошибок провел необходимые расчеты в заданном объеме, уверенно обосновывает полученные результаты расчетов, уверенно отвечает на поставленные вопросы, касающиеся курсовой работы. Хорошо: студент представил курсовую работу в полном объеме, провел необходимые расчеты в заданном объеме. допустив незначительные ошибки, не всегда уверенно обосновывает полученные в ходе выполнения курсовой работы результаты, уверенно отвечает на поставленные вопросы, касающиеся курсовой работы, отчасти при наводящих вопросах. Удовлетворительно: студент представил курсовую работу не в полном объеме, провел необходимые расчеты в неполном объеме, допустив ряд ошибок, неуверенно обосновывает полученные в ходе выполнения курсовой работы результаты, отвечает на поставленные вопросы, касающиеся курсовой работы, только при наводящих вопросах. Неудовлетворительно: студент представил курсовую работу в неполном объеме, не провел необходимые расчеты в заданном объеме, не может объяснить полученные в ходе выполнения курсовой работы результаты, не может ответить на поставленные вопросы, касающиеся курсовой работы.
Защиты отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	В течении периода обучения, студенты должны выполнить 3 работы (являющиеся комплексом отчетов практических и лабораторных работ): 1. Определение параметров пограничного	Зачтено: выставляется когда сумма баллов за все выполненные контрольные точки - 9 и более баллов. Не зачтено: выставляется когда сумма

	слоя (контрольная точка 1 - КТ-1). 2. Определение аэродинамических характеристики профиля крыла (контрольная точка 2 - КТ-2). 3. Определение аэродинамических характеристики тела вращения (контрольная точка 3 - КТ-3). Каждая работа оценивается в 5 баллов. 5 баллов: выставляется за выполненный отчет по контрольной точке, которое полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы. 4 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который полностью соответствует заданию, отчет имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. 3 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. 2 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. 1 балл: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.	баллов за все выполненные контрольные точки - менее 9 баллов

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания

Экзамен	Экзаменационный билет № 1 1. Цели и задачи науки «Гидрогазоаэродинамика». 2. Характерные размеры летательного аппарата. Влияние характерных размеров на аэродинамические коэффициенты. Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки. 3. Связь критических параметров с параметрами торможения. 4. Задача 1. Экзаменационный билет № 2 1. Основные свойства жидкостей и газов: свойство сплошности. 2. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости. 3. Зависимость параметров газа, движущегося по соплу, от степени расширения сопла. 4. Задача 2. Экзаменационный билет № 3 1. Основные свойства жидкостей и газов: свойство сжимаемости. 2. Понятие «Изоэнтропические течения». Критические параметры жидкости и газа. 3. Определение параметров торможения. 4. Задача 3. Экзаменационный билет № 4 1. Понятие длины свободного пробега молекул. 2. Аэродинамические коэффициенты моментов летательного аппарата. 3. Косой скачок уплотнения. 4. Задача 1. Экзаменационный билет № 5 1. Аэродинамические силы. 2. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости. 3. Течение около тупого угла (течение Прандтля–Майера). 4. Задача 2. Экзаменационный билет № 6 1. Основные свойства жидкостей и газов: свойство изменения теплоемкости, диссоциации и ионизации. 2. Понятие «Изоэнтропические течения». Критические параметры жидкости и газа. 3. Аэродинамические коэффициенты профиля крыла. 4. Задача 3. Экзаменационный билет № 7 1. Зависимости аэродинамических коэффициентов от чисел Маха и Рейнольдса. 2. Интегралы уравнения энергии для идеальной жидкости. 3. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком. 4. Задача 1. Экзаменационный билет № 8 1. Зависимости аэродинамических коэффициентов от чисел Маха и Рейнольдса. 2. Уравнение движения. 3. Система уравнений для решения задачи в общем случае диссоциирующего газа. 4. Задача 2. Экзаменационный билет № 9 1. Основные свойства жидкостей и газов: свойство вязкости. 2. Характерные размеры летательного аппарата. Влияние характерных размеров на аэродинамические коэффициенты. Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки. 3. Предельный угол разворота потока в течении Прандтля–Майера. 4. Задача 3.

	Экзаменационный билет № 10 1. Объемные и поверхностные силы в жидкости. 2. Два подхода к изучению движения жидкости: по Лагранжу и по Эйлеру. 3. Индуктивное сопротивление крыльев. 4. Задача 1.
Курсовая работа	Варианты заданий для курсовой работы_Аэрогидрогазодинамика.docx
Защиты отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика Ч. 2 В 2 ч. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1991. - 304 с. ил.
2. Аллен, Дж. Аэродинамика ракет Кн. 1 Введение в аэродинамику ракет В 2-х кн. Под ред. М. Хемша, Дж. Нилсена; Пер. с англ. М. Хонькина с предисл. Ю. А. Рыжова. - М.: Мир, 1989. - 425 с. ил.
3. Аллен, Дж. Аэродинамика ракет Кн. 2 Методы аэродинамического расчета В 2-х кн. Под ред. М. Хемша, Дж. Нилсена; Пер. с англ. М. Хонькина с предисл. Ю. А. Рыжова. - М.: Мир, 1989. - 510 с. ил.
4. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика Ч. 1 В 2 ч. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1991. - 597 с. ил.
5. Мхитарян, А. М. Аэродинамика Учебник для студ. авиац. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1976. - 448 с. ил.
6. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. - М.: Факториал, 1998. - 432 с. ил.
7. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика Общ. курс. - М.: Наука, 1964. - 814 с.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Ракетная техника.
2. Вопросы ракетной техники.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогидрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогидрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ТЕСИС-Flow Vision 3.0.8(бессрочно)
4. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
5. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
6. -Creo Academic(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	Компьютерная программа по расчету аэродинамических коэффициентов ЛА (материалы на электронных носителях в лаборатории компьютерных технологий аэрокосмического факультета).
Лабораторные занятия	104 (2)	Аэродинамические трубы, жидкостные микроманометры, модели исследований и другое оборудование для проведения лабораторных работ.