

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Самолетостроения и эксплуатации авиационной техники»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 28 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«АЭРОДИНАМИКА»

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Исаев Александр Иванович
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Бобарика Игорь
Олегович
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Распопина Вера
Борисовна
Дата подписания: 11.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Аэродинамика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.21, ОПК-1.25
ПК-3 Способность и готовность к проведению проектных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемой авиационной техники	ПК-3.3, ПК-3.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-1.21	Применяет законы механики жидкости и газа для оценки значений параметров физических систем	Знать основные понятия, законы и модели аэромеханики, основные аэродинамические характеристики летательных аппаратов и методы их расчета Уметь применять знания аэродинамики для решения практических задач и анализа аэродинамических характеристик летательных аппаратов; осуществлять расчеты лобового сопротивления и подъемной силы самолета, построение поляры самолета Владеть навыками применения известных методик расчета аэродинамических характеристик самолета
ОПК-1.25	Применяет естественнонаучные и общетехнические знания для анализа инженерных задач сверхзвуковой аэродинамики	Знать основные понятия, законы и модели аэромеханики, основные аэродинамические характеристики сверхзвуковых летательных аппаратов и методы их расчета Уметь применять знания аэродинамики для решения практических задач и анализа различных эксплуатационных факторов, влияющих на аэродинамические характеристики сверхзвуковых летательных

		аппаратов; осуществлять расчеты лобового сопротивления и подъемной силы самолета, построение поляры самолета Владеть навыками применения известных методик расчета аэродинамических характеристик сверхзвуковых самолета.
ПК-3.3	Проводит проектировочные расчёты аэродинамики элементов летательного аппарата	Знать основные понятия, законы и модели аэромеханики, основные аэродинамические характеристики элементов летательных аппаратов и методы их расчета Уметь применять знания аэродинамики для решения практических задач расчета аэродинамических характеристик элементов летательных аппаратов Владеть навыками применения известных методик расчета аэродинамических характеристик элементов самолета
ПК-3.4	Проводит проектировочные расчёты аэродинамики летательного аппарата	Знать основные понятия, законы и модели аэромеханики, основные аэродинамические характеристики летательных аппаратов и методы их расчета Уметь применять знания аэродинамики для решения практических задач расчета аэродинамических характеристик летательных аппаратов Владеть навыками применения известных методик расчета аэродинамических характеристик самолета

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аэродинамика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Введение в профессиональную деятельность»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Динамика полета самолета», «Конструкция самолета (вертолета)», «Эксплуатационная технологичность и надежность»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам)
--------------------	---

	астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108
Аудиторные занятия, в том числе:	112	64	48
лекции	48	32	16
лабораторные работы	64	32	32
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	140	80	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Курсовая работа, Зачет с оценкой	Зачет, Курсовая работа	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные постулаты аэродинамики	1	2	1, 2	8					Отчет
2	Уравнения динамики идеальной жидкости	2	2							Устный опрос
3	Вихревые движения жидкости. Циркуляция скорости	3	2							Устный опрос
4	Лобовое сопротивление и подъемная сила крыла	4	2							Устный опрос
5	Основы теории течения вязкой жидкости	5	2	3, 4	8					Отчет
6	Элементы теории подобия. Метод размерностей	6	3							Устный опрос
7	Пограничный слой	7	2							Устный опрос
8	Аэродинамически	8	3					2	10	Устный

	е коэффициенты и качество профиля									опрос
9	Поляра первого рода	9	2					1	40	Устный опрос
10	Вихревая схема крыла конечного размаха	10	2							Устный опрос
11	Механизация крыла	11	2	5, 6, 7, 8	16					Отчет
12	Подъемная сила и лобовое сопротивление самолета в дозвуковом потоке	12	4					4	10	Устный опрос
13	Особенности аэродинамики винтов самолета и вертолета	13	4							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет, Курсовая работа
	Всего		32		32				60	

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные уравнения газовой динамики	1, 2	4	1, 2, 3, 4	20			1, 3	40	Отчет
2	Уравнения течения газа через поверхность скачка уплотнения	3	3							Устный опрос
3	Ударная поляра	4	2							Устный опрос
4	Пластина и стреловидное крыло в сверхзвуковом потоке	5	2							Устный опрос
5	Аэродинамика самолета в сверхзвуковом потоке	6	3	5	6			2	20	Отчет
6	Основы аэродинамика разреженной среды	7	2	6	6					Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные постулаты аэродинамики	Роль отечественных ученых и конструкторов в создании авиационной техники. Методы исследования задач аэродинамики. Постулаты обращенного движения и гипотеза сплошности. Локальный метод Эйлера и субстанциальный метод Лагранж
2	Уравнения динамики идеальной жидкости	Уравнения неразрывности. Расход и средняя скорость. Уравнения Бернулли. Дифференциальные уравнения динамики невязкой жидкости в форме Эйлера.
3	Вихревые движения жидкости. Циркуляция скорости	Вихревая линия, вихревая трубка, вихревой шнур. Теорема Стокса и теорема Гельмгольца. Поле скоростей около вихревого шнура
4	Лобовое сопротивление и подъемная сила крыла	Лобовое сопротивление цилиндрического тела. Парадокс Эйлера - Даламбера. Теорема Жуковского о подъемной силе крыла.
5	Основы теории течения вязкой жидкости	Уравнения динамики вязкой жидкости Навье-Стокса. Частные случаи уравнения Навье-Стокса для несжимаемой жидкости и для потенциального потока несжимаемой жидкости
6	Элементы теории подобия. Метод размерностей	Критерии подобия потоков. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. Числа Эйлера, Фруда, Рейнольдса. Размерности физических параметров. Метод размерностей
7	Пограничный слой	Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей. Профиль скоростей в ламинарном погранслое на плоской пластине. Турбулентный погранслой. Толщина вытеснения.
8	Аэродинамические коэффициенты и качество профиля	Аэродинамическая сила и момент крыла. Аэродинамические коэффициенты и качество профиля. Распределение давления по профилю. Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки
9	Поляра первого рода	Зависимость коэффициента подъемной силы и коэффициента лобового сопротивления. Центр давления. Фокус профиля. Геометрические характеристики крыла
10	Вихревая схема крыла конечного размаха	Аэродинамическая модель и вихревая схема крыла конечного размаха. Скоп потока у крыла. Индуктивное сопротивление
11	Механизация крыла	Назначение механизации крыла. Механизация передней кромки. Предкрылки и их эффективность. Механизация задней кромки. Щиток, закрылок. Интерцептор
12	Подъемная сила и лобовое сопротивление самолета в дозвуковом	Подъемная сила тел вращения. Сопротивление тел вращения. Аэродинамическая интерференция частей самолета. Лобовое сопротивление и

	потоке	подъемная сила самолета в дозвуковом потоке
13	Особенности аэродинамики винтов самолета и вертолета	Аэродинамика винта самолета. Особенности работы несущего винта вертолета. Влияние кривой обдувки на аэродинамику винта. Аэродинамические характеристики несущего винта

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные уравнения газовой динамики	Уравнение Бернулли для течения идеального газа. Характерные скорости при течении газов. Зависимость параметров состояния газа от скорости его течения. Удельный расход газа. Режимы течения газа в сверхзвуковых соплах
2	Уравнения течения газа через поверхность скачка уплотнения	Ударная волна. Скачек уплотнения. Прямые и косые скачки уплотнения. Уравнение неразрывности для косоугольного скачка уплотнения. Уравнение импульсов и уравнение энергии для течения идеального газа.
3	Ударная поляра	Скорость газа за скачком уплотнения. Соотношение нормальных скоростей газа до и после скачка уплотнения. Прямой скачек уплотнения. Годограф вектора скорости за скачком уплотнения. Обтеканием клина сверхзвуковым потоком.
4	Пластина и стреловидное крыло в сверхзвуковом потоке	Поворот потока на малый угол. Тонкий профиль в сверхзвуковом потоке. Аэродинамические характеристики профиля в сверхзвуковом потоке. Скользящее и стреловидное крылья и их аэродинамические характеристики
5	Аэродинамика самолета в сверхзвуковом потоке	Тело вращения в сверхзвуковом потоке. Лобовое сопротивление и подъемная сила самолета при сверхзвуковых скоростях полета
6	Основы аэродинамика разреженной среды	Пределы применимости теории движения сплошной среды. Схема взаимодействия молекул с поверхностью в свободномолекулярном потоке. Аэродинамическая сила в свободномолекулярном потоке.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение поля статических и динамических давлений в рабочей части аэродинамической трубы	4
2	Тарировка приёмника воздушного давления	4
3	Определение степени начальной турбулентности по методу перепада давления на	4

	поверхности шара	
4	Исследование силового воздействия воздушного потока на шар	4
5	Определение основных аэродинамических характеристик крыла	4
6	Влияние предкрылка на основные аэродинамические характеристики крыла	4
7	Исследование аэродинамических характеристик крыла с убранными и выпущенными закрылками	4
8	Влияние обледенения крыла на его аэродинамические характеристики	4

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Моделирование течения воды в шаровом кране	4
2	Моделирование сопряженного теплообмена	4
3	Моделирование обтекания цилиндра	6
4	Исследование пограничного слоя на продольно обтекаемой пластине	6
5	Сверхзвуковое обтекания конуса на различных углах атаки	6
6	Моделирование кавитации в трубопроводе	6

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	40
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
3	Подготовка к зачёту	20
4	Проработка разделов теоретического материала	10

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	20
2	Подготовка к зачёту	20
3	Проработка разделов теоретического материала	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Для выполнения курсовой работы обучающимся рекомендуется использовать методические рекомендации по курсовой работе, включенные в перечень дополнительной литературы, а также специализированную литературу по конкретному типу воздушного судна согласно индивидуальному заданию.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, в которой имеется специализированное оборудование в виде аэродинамической трубы и комплекса средств измерений и моделей для проведения работ, а также лаборатории со специализированным программным обеспечением. Студенты получают задание для выполнения конкретных действий и выполнения расчетов по теме каждой работы.

По результатам выполнения работы оформляется отчет в соответствии с СТО 005-2015 ИРНИТУ.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение разделов курса;
- подготовка к лабораторным работам (сдача теоретической части, т. е. ответы на контрольные вопросы);
- подготовка к зачету (работа с опорными конспектами, с учебной и специальной технической литературой по пройденным темам, работа с онлайн курсом).

При подготовке к лабораторным, практическим занятиям, подготовке к сдаче зачета, самостоятельном изучении разделов курса используется основная и дополнительная литература.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Отчет

Описание процедуры.

Преподаватель принимает отчет, оформленный в соответствии с СТО 005-2015 ИРНИТУ, задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Критерии оценивания.

Исчерпывающе, последовательно, четко и использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач по расчету аэродинамики элементов летательного аппарата.

6.1.2 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится главным образом на основе постановки проблемной ситуации.

Критерии оценивания.

Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает законы механика жидкости и газа, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.

6.1.3 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Преподаватель принимает отчет, оформленный в соответствии с СТО 005-2015 ИРНТУ, задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Критерии оценивания.

Исчерпывающе, последовательно, четко и использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач по расчету аэродинамики элементов летательного аппарата.

6.1.4 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится главным образом на основе постановки проблемной ситуации.

Критерии оценивания.

Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает законы механика жидкости и газа, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-1.21	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает законы механика жидкости и газа, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	Устное собеседование
ОПК-1.25	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал по сверхзвуковой аэродинамики, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	Устное собеседование
ПК-3.3	Исчерпывающе, последовательно, четко и использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач по расчету аэродинамики элементов летательного аппарата	Устное собеседование
ПК-3.4	Исчерпывающе, последовательно, четко и использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач по расчету аэродинамики летательного аппарата	Устное собеседование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в устной форме по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к зачету является выполнение и защита курсовой работы и всех лабораторных работ

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Излагает теоретический материал, справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Демонстрирует умение использовать основные законы аэродинамики при проектировании агрегатов самолета.	Не излагает теоретический материал, не справляется с задачами, не обосновывает принятое решение. Не способен использовать основные законы аэродинамики при проектировании агрегатов самолета

6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Для выполнения курсовой работы студенту выдается индивидуальное задание, после выполнения которого и правильно оформленной пояснительной записки проводится защита

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Исчерпывающе, четко и последовательно излагать теоретический материал. Демонстрирует умение использовать основные законы аэродинамики при расчете поляра	Демонстрирует умение применять знания аэродинамики для решения практических задач при определению поляра самолета.	С подсказками применяет знания аэродинамики для расчета характеристик самолета по вспомогательным графикам, построение поляры самолета.	Не применяет знания аэродинамики для решения практических задач; не ориентируется в последовательности построения поляры самолета.

самолета.			
-----------	--	--	--

6.2.2.3 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Дифференцированный зачет проводится в устной форме по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к зачету является выполнение и защита всех лабораторных работ

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе материал научной литературы, свободно справляется с задачами, не испытывает затруднения с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач. Демонстрирует умение использовать основные законы аэродинамики	Излагает теоретический материал, справляется с задачами, не испытывает трудности с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Демонстрирует умение использовать основные законы аэродинамики самолета.	Излагает теоретический материал, с подсказками, справляется с задачами при наличии подсказок, затрудняется с ответом при видоизменении заданий, обосновывает принятое решение. Способен использовать основные законы аэродинамики самолета.	Не излагает теоретический материал, не справляется с задачами, не обосновывает принятое решение. Не способен использовать основные законы аэродинамики самолета.

7 Основная учебная литература

1. Хрюкина Р. Ф. Аэродинамика. Аэромеханика : лаб. практикум / Р. Ф. Хрюкина, М. Г. Соболева, А. А. Лодыгин, 2007. - 63.
2. Мхитарян А. М. Аэродинамика : учеб. для авиац. специальностей вузов / А. М. Мхитарян, 1976. - 446.
3. Фабрикант Н. Я. Аэродинамика : общ. курс / Н. Я. Фабрикант, 1964. - 814.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Петров Константин Павлович. Аэродинамика элементов летательных аппаратов / Константин Павлович Петров, 1985. - 271.
2. Краснов. Аэродинамика : учебник для втузов. Ч. 1 : Основные теории. Аэродинамика профиля и крыла, 1976. - 383.
3. Краснов. Аэродинамика : учебник для втузов. Ч. 2 : Методы аэродинамического расчета, 1976. - 368.
4. Краснов. Аэродинамика : учебник. Ч. 1 : Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла, 2015. - 496.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Office Professional Plus 2013
3. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Acer X112
2. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
3. Монитор Samsung LCD 17 TCO03
4. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м