

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
«ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВЕРТОЛЕТА»

Направление: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Исаев Александр Иванович Дата подписания: 16.06.2025
--

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

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Теория двигателей вертолета» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-2 Способен осуществлять поиск и устранение причин отказов и повреждений авиационной техники	ПКР-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.1	Осуществляет анализ технических характеристик авиационного двигателя	Знать классификацию воздушно-реактивных двигателей (врд); - номенклатуру основных режимов трд, дтрд. твд и программу их регулирования для обеспечения безопасности полётов; - основные типы, назначение и принцип работы компрессора, - турбины, входных и выходных устройств; - способы регулирования авиационных компрессоров, турбин, входных и выходных устройств; - рабочий процесс и характеристики двигателя в целом. Уметь анализировать параметры работы компрессоров, турбин, камер сгорания, входных и выходных устройств силовой установки; - рассчитывать параметры силовых установок; - делать выбор реальной схемы и параметров силовой установки и проводить комплексный ее анализ как тепловой машины (эффективный к.п.д. цикла), как двигателя (полетный и полный к.п.д.); - анализировать характеристики двигателей при различных сочетаниях их параметров;- определять эффективную и внутреннюю тягу силовой установки с врд; - определять работу цикла и ее зависимость от параметров рабочего процесса. Владеть навыками расчета параметров работы компрессоров,

		турбин, камер сгорания, входных и выходных устройств силовой установки. навыками организации работ по определению параметров работы силовой установки; - методикой расчета основных газодинамических параметров по тракту двигателя. анализом процесса работы основных элементов двигателя (компрессора, турбины, камеры сгорания, входных и выходных устройств); - методикой расчета основных газодинамических параметров по тракту двигателя.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Теория двигателей вертолета» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Термодинамика, теплопередача и теплотехника», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Техническая диагностика», «Системы самолета», «Учебная практика: авиационно-механическая практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой, Курсовая работа	Зачет с оценкой, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные уравнения движения газа	1	2							Устный опрос
2	Теория элементарной ступени компрессора	2	4	1	4					Отчет
3	Теория многоступенчатого компрессора	3	2	2	4					Отчет
4	Теория элементарной осевой ступени турбины	4	2							Устный опрос
5	Теория многоступенчатых осевых турбин ГТД	5	2	3	4					Отчет
6	Камеры сгорания ГТД	6	2			1	4			Устный опрос
7	Форсажные камеры сгорания	7	2							Устный опрос
8	Выходные устройства ГТД	8	2	4	4					Отчет
9	Входные устройства авиационных силовых установок	9	2							Устный опрос
10	Рабочий процесс ТРД, ТРДД	10	4			2	6	1, 2	53	Устный опрос
11	Совместная работа элементов ГТД	11	4			3	2			Устный опрос
12	Характеристики ТРД: высотная, скоростная, дроссельная	12	2			4	2			Устный опрос
13	Теория турбовитовых и турбовальных двигателей	13	2					3	27	Устный опрос
14	Запуск и переходные процессы ГТД					5	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой, Курсовая работа
	Всего		32		16		16		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные уравнения	Уравнение неразрывности, уравнение первого

	движения газа	закона термодинамики, уравнение сохранения энергии, обобщенное уравнение Бернулли, уравнение Эйлера.
2	Теория элементарной ступени компрессора	Назначение компрессоров ГТД, их типы и основные требования к ним. Схема и принцип работы ступени осевого компрессора. Работа, затрачиваемая на вращение колеса ступени. Основные параметры ступени осевого компрессора. Параметры и характеристики компрессорных решеток профилей. Особенности течения воздуха в лопаточных венцах осевого и центробежного компрессоров. Особенности трансзвуковых и сверхзвуковых ступеней осевого компрессора. Особенности вентиляторных ступеней ТРДД с большой степенью двухконтурности. Профилирование лопаток компрессора.
3	Теория многоступенчатого компрессора	Основные параметры многоступенчатого компрессора. Формы проточной части осевого компрессора. Распределение работы сжатия между ступенями компрессора.
4	Теория элементарной осевой ступени турбины	Назначение турбин ГТД и требования к ним. Схема и принцип работы ступени турбины. Основные параметры ступени турбины
5	Теория многоступенчатых осевых турбин ГТД	Основные параметры многоступенчатой турбины. Формы проточной части и распределение работы газа между ступенями
6	Камеры сгорания ГТД	Назначение камер сгорания и основные требования к ним. Основные параметры камер сгорания ГТД. Типы основных камер сгорания. Основные закономерности процесса горения топлива.
7	Форсажные камеры сгорания	Особенности организации рабочего процесса форсажных камер сгорания. Физическая сущность и причины вибрационного горения. Камеры смещения.
8	Выходные устройства ГТД	Назначение выходных устройств и требования к ним. Схемы и основные параметры выходных устройств. Особенности работы дозвуковых и сверхзвуковых сопел. Реверсирование тяги ТРД. Особенности организации рабочего процесса сопел с центральным телом.
9	Входные устройства авиационных силовых установок	Типы входных устройств. Основные параметры входных устройств и требования, предъявляемые к ним. Организация рабочего процесса сверхзвуковых входных устройств. Особенности дозвуковых и трансзвуковых входных устройств.
10	Рабочий процесс ТРД, ТРДД	Основные технико-экономические показатели газотурбинных двигателей гражданской авиации. Работа цикла ТРД. Энергетический баланс ГТД. Зависимость удельных параметров ТРД от

		параметров рабочего процесса. Работа цикла ТРДД. Распределение работы цикла в ТРДД между контурами. Зависимость удельных параметров ТРДД от параметров рабочего процесса.
11	Совместная работа элементов ГТД	Задачи совместной работы элементов ГТД. Управляемые параметры и управляющие факторы. Программы управления. Совместная работа турбины и реактивного сопла в одновальном ТРД. Совместной работы элементов газогенератора в одновальном ГТД. Совместная работа компрессора и входного устройства.
12	Характеристики ТРД: высотная, скоростная, дроссельная	Скоростные характеристики ТРД. Высотные характеристики ТРД. Дроссельные характеристики ТРД.
13	Теория турбовитовых и турбовальных двигателей	Теория турбовитовых и турбовальных двигателей Особенности рабочего процесса турбовитовых и турбовальных двигателей. Область применения и основные параметры. Программы управления и эксплуатационные характеристики турбовальных и турбовитовых двигателей.
14	Запуск и переходные процессы ГТД	Запуск авиационного двигателя. Переходные процессы ГТД

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение характеристик компрессорных решеток	4
2	Определение характеристик компрессора	4
3	Определение характеристик турбины	4
4	Определение характеристик входных и выходных устройств	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Характеристики камеры сгорания. Эмиссия вредных веществ	4
2	Расчет проточной части двигателя	6
3	Совместная работа элементов в двухвальном ГТД	2
4	Характеристики ТРДД: высотная, скоростная, дроссельная	2
5	Запуск и переходные процессы ГТД	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	36
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	17
3	Подготовка к зачёту	27

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:

Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:

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

При подготовке к практическим занятиям, выполнении курсового проекта, подготовке к сдаче зачету и самостоятельном изучении разделов курса используется основная и дополнительная литература.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Студенты изучают методические материалы, знакомятся с конструкцией и системами авиационных двигателей.

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

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, в которой имеется специализированное оборудование 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.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение разделов курса;
- подготовка к практическим работам (сдача теоретической части, ответы на контрольные вопросы);

- подготовка к зачету (работа с опорными конспектами, с учебной и специальной технической литературой по пройденным темам).

При подготовке к практическим занятиям, выполнении курсового проекта, подготовке к сдаче зачету и 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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Преподаватель задает контрольные вопросы по теме. Оценивает ответы студента. Делает заключение по устному опросу.

Критерии оценивания.

тема считается защищенной при уверенных ответах на контрольные вопросы.

6.1.2 семестр 5 | Отчет

Описание процедуры.

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

Критерии оценивания.

Работа считается защищенной при наличии правильно оформленного отчета и уверенных ответах на контрольные вопросы.

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
ПКР-2.1	Даёт ответы на поставленные вопросы, решает типовые задачи. Использует основные методики расчёта характеристик компрессоров, турбин, камер сгорания, входных и выходных устройств; Объясняет требования, предъявляемые к современным элементам авиационных двигателей; Анализирует параметры работы компрессоров, турбин, камер сгорания,	устное собеседование

	входных и выходных устройств силовой установки.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Выполняется студентом в соответствии с индивидуальным заданием.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Демонстрирует умение применять знания теории двигателя для решения практических задач и анализа различных эксплуатационных факторов, влияющих на характеристики двигателя; осуществлять расчеты параметров двигателя. Искрпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал. Демонстрирует умение использовать основные законы при расчете двигателя.	Демонстрирует умение применять знания теории двигателя для решения практических задач; осуществлять расчеты характеристик двигателя, Излагает теоретический материал. Демонстрирует умение использовать основные законы при расчете двигателя.	С подсказками применяет знания теории двигателя для решения практических задач; расчеты характеристик двигателя, Излагает с подсказками теоретический материал. Демонстрирует умение использовать основные законы при расчете двигателя.	Не применяет знания теории двигателей для решения практических задач; Излагает с подсказками теоретический материал. Не умение использовать основные законы при расчете двигателя.

6.2.2.2 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

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

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Аргументированно рассказывает о типах, назначении и принципе работы компрессора, турбины, входных и выходных устройств. В полной мере применяет к расчету и анализу процессов в двигателях и их элементах уравнения движения газа. Свободно владеет методиками расчета основных элементов двигателя	Рассказывает об основных типах, назначении и принципе работы компрессора, турбины, входных и выходных устройств; Может применить к расчету и анализу процессов в двигателях и их элементах	Имеет представление об основных типах, назначении и принципе работы компрессора, турбины, входных и выходных устройств. С подсказками может применить к расчету и анализу процессов в двигателях и их элементах основные уравнения движения газа. Частично может использовать основные методики расчета характеристик компрессоров, турбин, камер и т.д	Не имеет представления об основных типах, назначении и принципе работы компрессора, турбины, входных и выходных устройств. Не может применить к расчету и анализу процессов в двигателях и их элементах основные уравнения движения газа. Не может использовать основные методики расчета характеристик компрессоров, турбин, камер сгорания, входных и выходных устройств.

7 Основная учебная литература

1. Одареев В. А. Теория авиационных двигателей [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Одареев, 2007. - 126.
2. Нечаев Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей : учеб. для авиац. специальностей вузов: в 2 ч. Ч. 1. / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров, 1977. - 312.
3. Нечаев Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей : учеб. для авиац. специальностей вузов: в 2 ч. Ч. 2. / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров, 1978. - 335.
4. Одареев В. А. Выбор параметров и термодинамический расчет авиационных газотурбинных двигателей [Электронный ресурс] : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования / В. А. Одареев, 2011. - 87.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ловинский С. И. Теория авиационных двигателей : учебник / С. И. Ловинский, 1982. - 223.

2. Казанджан Погос Карапетович. Теория авиационных двигателей: Рабочий процесс и эксплуатац. характеристики газотурбин. двигателей : учеб. для вузов гражд. авиации / П. К. Казанджан, Н. Д. Тихонов, В. Т. Шулекин, 2000. - 286.

3. Казанджан Погос Карапетович. Теория авиационных двигателей: Теория лопаточ. машин : учеб. по специальности "Эксплуатация летат. аппаратов и двигателей" / П. К. Казанджан, Н. Д. Тихонов, А. К. Янко, 1983. - 222.

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

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 316925 Авиационный двухконтурный ТР двигатель
2. 312373 Авиадвигатель 55Б