

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

«КОНСТРУКЦИИ И ПРОЧНОСТЬ 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: Пыхалов Анатолий Александрович
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Бобарика Игорь Олегович
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Конструкции и прочность 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-2.2
ПКР-4 Способен выполнять основные типовые технологические операции по осмотру и обслуживанию планера, силовой установки и функциональных систем летательных аппаратов (ЛА)	ПКР-4.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-2.2	Определяет техническое состояние авиационных двигателей в условиях эксплуатации	<p>Знать конструкцию основных углов авиадвигателей и принципов, положенных в основу их создания; конструкцию основных углов серийных (используемых в ГГД) авиадвигателей: конструкцию, принципы работы топливной, масляной, пусковой систем, системы контроля.</p> <p>Уметь выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения: анализировать нарушения работоспособности, проводить поиск причин отказов узлов и систем двигателя: проводить контроль диагностирование и прогнозирование технического состояния элементов узлов и систем авиационных двигателей; проводить регулировочные работы: самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГГД</p> <p>Владеть анализом нарушения работоспособности, поиском причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению: разработкой мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочному съему двигателей, отказов систем двигателей</p>

ПКР-4.4	Анализирует влияние эксплуатационных факторов на работу авиационных двигателей	<p>Знать конструкцию основных узлов авиадвигателей и принципов, положенных в основу их создания; конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей; конструкцию, принципы работы топливной, масляной, пусковой систем, системы контроля; причины возникновения, влияние различных эксплуатационных факторов.</p> <p>Уметь Уметь выявлять причины возникших отказов и неисправностей под действием эксплуатационных факторов и разрабатывать способы их устранения; анализировать нарушения работоспособности, проводить поиск причин отказов, узлов и систем двигателя; проводить контроль диагностирование и прогнозирование технического состояния элементов узлов и «ста авиационных двигателей».</p> <p>Владеть Владеть анализом нарушения работоспособности под действием эксплуатационных факторов, поиском причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; разработкой мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочному съему двигателей, отказов авиадвигателей.</p>
---------	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Конструкции и прочность двигателей вертолета» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Инженерная и компьютерная графика», «Математика», «Физика», «Химия», «Материаловедение и технология материалов», «Теоретическая механика», «Учебная практика: авиационно-механическая практика», «Гидравлика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов», «Производственная практика: ремонтная практика», «Техническая диагностика», «Производство и ремонт летательных аппаратов и двигателей самолета», «Технологические процессы технического обслуживания», «Производственная практика: преддипломная практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
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)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

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	Введение. Общие вопросы конструкции самолетных двигателей	1	4	1	2	1	2	1	4	Отчет по лабораторной работе
2	Конструкция компрессоров и турбин самолетных ГТД	2	6	2	2	2	2	1	6	Отчет по лабораторной работе
3	Конструкция камер сгорания и выходных устройств самолетных ГТД	3	4	3	2	3	2	1	4	Отчет по лабораторной работе
4	Прочность и динамика ГТД. Расчет на прочность элементов двигателя.	4	4			4	2	1	6	Отчет по лабораторной работе
5	Колебания и динамическая прочность элементов двигателя.	5	2	4	4			1	6	Отчет по лабораторной работе

6	Конструкция систем самолетных ГТД, Конструкция системы топливопитания и смазки	6	4	5	2	5	4	1	6	Отчет по лабораторной работе
7	Конструкция пусковой системы и системы контроля.	7	4	6	2	6	2	1	6	Отчет по лабораторной работе
8	Эксплуатационные свойства ГТД. Надежность авиационных ГТД.	8	4	7	2	7	2	1	6	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32		16		16		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие вопросы конструкции самолетных двигателей	Во Введении рассматривается история развития авиадвигателестроения. В теме 1 рассматриваются вопросы проектирования, создания авиационных двигателей, параметры, характеризующие двигатель.
2	Конструкция компрессоров и турбин самолетных ГТД	В теме рассматривается конструкция компрессоров и турбин ГТД. Основные требования к узлам, параметры, характеризующие рабочий процесс, конструктивное выполнение основных элементов, воспринимаемые нагрузки, характерные неисправности и особенности эксплуатации
3	Конструкция камер сгорания и выходных устройств самолетных ГТД	В теме рассматривается конструкция камер сгорания и выходных устройств ГТД. Основные параметры. Основные конструктивные элементы. Классификация узлов. Характерные неисправности.
4	Прочность и динамика ГТД. Расчет на прочность элементов двигателя.	В теме рассматривается расчет на прочность рабочих лопаток и дисков ГТД.
5	Колебания и динамическая прочность элементов двигателя.	В теме рассматривается колебательный процесс элементов ГТД.
6	Конструкция систем самолетных ГТД, Конструкция системы топливопитания и смазки	В теме рассматривается конструкция системы топливопитания и смазки ГТД. Параметры. Состав и работа. Характерные неисправности. Контроль технического состояния..

7	Конструкция пусковой системы и системы контроля.	В теме рассматриваются вопросы конструкции пусковой системы и системы контроля. Основные параметры, Состав и работа. Контроль технического состояния.
8	Эксплуатационные свойства ГТД. Надежность авиационных ГТД.	В теме рассматриваются вопросы надежности авиационных ГТД. Критерии надежности. Факторы, влияющие на надежность.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Конструктивно-компоновочная схема современных газотурбинных двигателей (ГТД)	2
2	Конструкция компрессоров и турбин ГТД	2
3	Конструкция камер сгорания и выходных устройств ГТД.	2
4	Колебания рабочих лопаток и дисков ГТД	4
5	Конструкция систем топливопитания и смазки	2
6	Конструкция пусковой системы и системы контроля.	2
7	Надежность авиационных ГТД.	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Основные характеристики современных газотурбинных двигателей (ГТД)	2
2	Компрессоры и турбины	2
3	Камеры сгорания и выходные устройства ГТД.	2
4	Расчет на прочность рабочей лопатки	2
5	Система топливопитания и смазки.	4
6	Пусковая система и система контроля	2
7	Расчет характеристик надежности систем ГТД.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Видео лекция. Вебинар.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Пыхалов А.А.. Конструкция и прочность газотурбинных двигателей. Методические указания по выполнению курсового проекта по курсу "Конструкция и прочность авиационных двигателей". – Иркутск: ИрГТУ, 1992, 31с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Пыхалов А.А.. Конструкция и прочность газотурбинных двигателей. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу "Конструкция и прочность авиационных двигателей". – Иркутск: ИрГТУ, 1992, 31с.

Описание двигателя Д-30-КП

Описание двигателя Д-30-КУ

Описание двигателя АИ-20

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей / Под. ред. Хромина. - М.: Машиностроение. - 1990. - 533 с.

Скубачевский Г.С. Авиационные газотурбинные двигатели, конструкция и расчет деталей. - М.: Машиностроение, 1981. - 501с.

Палей З.С., Королев И.И., Ровинский З.Т. Конструкция и прочность авиационных ГТД. - М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.

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 6 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Студент выполняет лабораторную работу и пишет отчет согласно методическим указаниям. Затем, студент защищает отчет.

Критерии оценивания.

Студенту зачитывается отчет если в нем изложены все вопросы по теме лабораторной работы. Допускаются нарушения в последовательности изложения, материал излагается недостаточно уверенно, отдельные положения недостаточно аргументированы, имеются затруднения с формулировкой выводов.

Студенту не зачитывается отчет если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине.

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-2.2	<p>Знает методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов; условия работы узлов и деталей газотурбинных двигателей, основы расчета эксплуатационных нагрузок; знает основы методов оценки напряженно - деформированного состояния основных узлов авиадвигателей под действием статических и динамических эксплуатационных нагрузок; основы расчетных и экспериментальных методов оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных агрегатов;</p> <p>Умеет рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах с использованием пакета прикладных программ.</p>	<p>Знать конструкцию основных узлов авиадвигателей и принципов, положенные в основу их создания; конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей; конструкцию, принципы работы топливной, масляной, пусковой систем, системы контроля; причины возникновения. влияние</p>
ПКР-4.4	<p>Знать конструкцию основных узлов авиадвигателей и принципов, положенных в основу их создания; конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей; конструкцию. Принципы работы топливной, масляной, пусковой систем, системы контроля; причины их возникновения, влияние различных эксплуатационных факторов.</p> <p>Уметь выявлять причины возникновения отказов и неисправностей под действием эксплуатационных факторов и разрабатывать способы их устранения: анализировать, нарушения работоспособности, проводить поиск причин отказов узлов и систем двигателя; проводить контроль диагностирование и прогнозирование технического состояния элементов</p>	<p>Типовые вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типы авиационных двигателей, особенности их конструктивно-компоновочных схем, эксплуатационная оценка, применение в технике. 2. Основные абсолютные и удельные параметры ГТД, их значения для современных ГТД. 3. Назначение,

	<p>узлов и систем авиационных двигателей; Владеть анализом нарушения работоспособности под действием эксплуатационных факторов, поиском причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; разработкой мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочному съему двигателей, отказов авиадвигателей</p>	<p>основные параметры и условия работы компрессоров. 4. Конструктивные схемы ОК, формы проточной части, их преимущества и недостатки компрессоров. 5 . Статоры ОК. Составные части. Способы крепления направляющих аппаратов, их сравнительная характеристика. Уплотнительные устройства компрессоров. 6, Назначение, основные параметры. условия: работы газовых турбин 7. Корпусные и формы проточной турбины и их. (Корпусные) характеристика. К. Статоры ГГ. Составные части, крепление, фиксация в центрирование элементов конструкции. Способы крепления сопловых аппаратов. 9. Назначение, основные</p>
--	--	---

		параметры, условия работы камер сгорания. 10. Классификация, конструктивные схемы камер сгорания, их сравнительная оценка.
--	--	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Получение в деканате зачетно-экзаменационной ведомости учебной группы.

Проверка наличия в аудитории, где будет проводиться зачет, ненужных листов бумаги, книг, посторонних предметов их удаление.

Подготовка пакета билетов к зачету для выдачи обучающимся и обеспечение условий случайного выбора одного билета каждым обучающимся.

Приглашение в аудиторию первой группы обучающихся численностью не более 5 человек, Каждый обучающийся в порядке очереди должен подойти к столу, положить на стол свою зачетную книжку, открытую на первой странице с фотографией, выбрать из лежащих на столе билетов один билет и назвать его номер. Преподаватель должен записать этот номер и фамилию обучающегося.

Наблюдение за ходом подготовки обучающихся к ответу, выдача обучающимся по их просьбе вспомогательных материалов (программы дисциплины, таблиц, справочников и наглядных пособий). Предупреждение возможных попыток списывания, подсказок, использования обучающимися шпаргалок и т.п. С этой целью обучающиеся должны быть размещены в аудитории по одному человеку за одним столом. Ненужные на зачете личные вещи обучающихся должны быть размещены на отдельном столе в аудитории.

Примечание: В течение всего зачета преподаватель не должен выходить из аудитории.

Разрешается его кратковременная замена другим преподавателем кафедры.

Выход обучающихся к столу для сдачи зачета осуществляется в порядке сдачи зачетных книжек или по мере готовности к ответу с согласия преподавателя. Обучающийся имеет право, не начиная отвечать по билету, отказаться сдавать зачет по данному билету и выбрать новый билет. Это право предоставляется ему один раз.

7 Прием зачета у обучающегося должен начинаться с его ответов на вопросы билета. Обучающийся может по желанию выбрать очередность ответов на вопросы.

Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы по дисциплине, давать типовые задачи и примеры. При выставлении оценки преподаватель проставляет оценку сначала в зачетно- экзаменационную ведомость, а затем в зачетную книжку обучающегося.

При выходе обучающегося из аудитории после сдачи зачета в аудиторию приглашается следующий обучающийся, При этом одновременно в аудитории должны находиться не более 5 обучающихся.

9 Подведение итогов зачета и внесение соответствующих записей в зачетно-экзаменационную ведомость. Сдача ведомости в деканат.

Пример задания:

1. Часовой расход масла на двигателе превышает допустимый на 40 %. Проанализируйте возможные причины, способы выявления и устранения.
2. При работе двигателя уровень вибрации превысил допустимый. Каковы возможные причины? Поясните действия экипажа.
3. Поясните возможные причины и действия экипажа при несудавшемся запуске двигателя в зимнее время.
4. На рабочую лопатку 1-й ступени тазовой турбины действует газовая сила. Поясните порядок ее передачи на элементы статора двигателя.
5. После полета объем масла в маслобаке увеличился. Поясните возможные причины и последствия. Как осуществляется контроль уровня масла на двигателе ?
6. После останова двигателя Вы обнаружили догорание топлива в выходном устройстве. Ваши действия ?. Поясните возможные причины и последствия, порядок предлагаемых операций по устранению догорания топлива.
8. На рабочую лопатку 1-й ступени турбины действует радиальная сила. Поясните порядок ее передачи на узлы крепления двигателя.
9. При работе двигателя загорелось сигнальное табло 'ПОЖАР™. Поясните действия экипажа и работу системы пожаротушения двигателя.
10. При нажатии на кнопку 'Запуск' нет раскрутки ротора двигателя. Поясните возможные причины и способы устранения неисправности.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
ВСЁ вопросы билета и зачету изложены. Допускаются нарушения в последовательности изложения. Материал налагается недостаточно уверенно. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, отдельные положения недостаточно аргументированы. Имеются затруднения с формулировкой выводов.	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Ответы на поставленные теоретические вопросы односложны и не аргументированы, либо не сформулированы. Обучающийся не ориентируется в основных документах, регламентирующих процесс технической, эксплуатации АД. Практическое задание не выполнено (получен неверный количественный результат, выбрана неверная методика и алгоритм решения).

7 Основная учебная литература

1. Исаев А. И. Конструкция и прочность авиационных двигателей [Электронный ресурс] : конспект лекций для студентов всех форм обучения по специальности 160901 -

Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей / А. И. Исаев, А. А. Пыхалов, 2007. - 303.

2. Паллей З. С. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей : учеб. для вузов гражд. авиации / З. С. Паллей, И.М. Королев, Э.В. Ровинский, 1967. - 428.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. АА. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В. Л. С'андрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Том (.Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок.. М: Машиностроение, 2008

2. Авиационный двигатель Д-30 II серии : учеб. пособие / Л.П. Лозицкий, А.А. Иваненко, М.Д. Авдошко, 1980. - 423.

3. Пыхалов А. А. Контактная задача статистического и динамического анализа сборных роторов турбомашин : монография / А. А. Пыхалов, А. Е. Милов, 2007. - 190 с.

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 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
2. MSC (Dytran, Easy5, MD Adams, MD Nastran, MSC Sinda, Patran, MSC.SOFY, Marc Marc Mental)_Academic Edition
3. Siemens Femap with Nastran

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 312373 Авиадвигатель 55Б
2. 13053 Визир лазерный
3. 316925 Авиационный двухконтурный ТР двигатель
4. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
5. 311932 Передвижной аэродромный выпрямитель типа АВ-2м