

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 САМОЛЕТА»

Направление: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Пыхалов Анатолий Александрович
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Бобарика Игорь Олегович
Дата подписания: 23.06.2025

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 самолета» 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-2.3 |
| 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-2.3 | 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 ГА) 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 ГТД.</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 авиадвигателей.</p> |

| | | |
|---------|--|---|
| ПКР-4.4 | Анализирует влияние эксплуатационных факторов на работу авиационных двигателей | <p>Знать 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 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 узлов и систем авиационных двигателей.</p> <p>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 самолета» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии», «Математика», «Физика», «Химия», «Гидравлика», «Гидрогазодинамика», «Горюче-смазочные материалы», «Материаловедение и технология материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Сопrotивление материалов», «Теоретическая механика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Безопасность полетов и сохранение летной годности», «Конструкции и прочность двигателей вертолета», «Конструкции и прочность двигателей самолета», «Проектная деятельность», «Производственная практика: ремонтная практика», «Производство и ремонт летательных аппаратов и двигателей вертолета», «Производство и ремонт летательных аппаратов и двигателей самолета», «Теория двигателей вертолета», «Теория 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 | Учебный год № 4 | Учебный год № 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 36 | 72 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 16 | 2 | 14 |
| лекции | 6 | 2 | 4 |
| лабораторные работы | 4 | 0 | 4 |
| практические/семинарские занятия | 6 | 0 | 6 |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование) | 88 | 34 | 54 |
| Трудоемкость промежуточной аттестации | 4 | 0 | 4 |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | , Зачет | | Зачет |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

| № 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. Конструкция узлов ГТД. | 1 | 2 | | | | | 1 | 34 | Отчет по лабораторной работе |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | | | |
| | Всего | | 2 | | | | | | 34 | |

Учебный год № 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 | Прочность и | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1, 2 | 29 | Отчет по |

| | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---------|---|------------|---|---|----|------------------------------|
| | динамика ГТД | | | | | | | | | лабораторной работе |
| 1 | Конструкция систем ГТД. Эксплуатационные свойства ГТД. | 1 | 2 | 1, 2, 3 | 3 | 2, 4, 5, 6 | 4 | 2 | 25 | Отчет по лабораторной работе |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | | 4 | Зачет |
| | Всего | | 4 | | 4 | | 5 | | 58 | |

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

| № | Тема | Краткое содержание |
|---|----------------------------------|--|
| 1 | Введение. Конструкция узлов ГТД. | Во введении рассматривается содержание дисциплины, цели и задачи, компетенции и их реализация. В Теме "Конструкция узлов ГТД" рассматриваются вопросы конструктивного выполнения основных узлов двигателя. Требования к конструктивной компоновке двигателя. |

Учебный год № 5

| № | Тема | Краткое содержание |
|---|--|--|
| 1 | Прочность и динамика ГТД | Рассматриваются вопросы статической прочности элементов двигателя. Расчетные схемы и расчетные случаи. Методика расчета. |
| 1 | Конструкция систем ГТД. Эксплуатационные свойства ГТД. | Рассмотрены вопросы конструкции систем двигателя. Дано определение эксплуатационных свойств двигателя. |

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 5

| № | Наименование лабораторной работы | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Конструктивно -компоновочные схема самолетных двигателей (ГТД) | 1 |
| 2 | Конструкция компрессоров и турбин самолетных ГТД. | 1 |
| 3 | Конструкция камер сгорания и выходных устройств самолетных ГТД. | 1 |
| 4 | Конструкция рабочих лопаток и дисков ГТД | 1 |

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

| № | Темы практических (семинарских) занятий | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
|---|---|----------------------------|

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Основные характеристики современных газотурбинных двигателей (ГТД) | 1 |
| 2 | Компрессоры и турбины самолетных ГТД. | 1 |
| 3 | Расчет на прочность рабочей лопатки. | 1 |
| 4 | Система топливопитания и смазки | 1 |
| 5 | Пусковая система и система контроля | 1 |
| 6 | Расчет характеристик надежности систем ГТД | 1 |

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

| № | Вид СРС | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 34 |

Учебный год № 5

| № | Вид СРС | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Подготовка к зачёту | 4 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 50 |

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 учебный год 4 | 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.

6.1.2 учебный год 5 | 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-2.3 | Знает методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов; условия работы углов и деталей | опрос, тест. |

| | | |
|---------|--|--------------|
| | <p>газотурбинных двигателей, основы расчета эксплуатационных нагрузок. Знает основы методов оценки напряженно - деформированного состояния основных узлов авиадвигателей под действием статических и динамических нагрузок; основы расчетных и экспериментальных методов оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей.</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>Владеет анализом нарушения работоспособности, поиском причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению.</p> | |
| ПКР-4.4 | <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.</p> <p>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 двигателей.</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>Владеет анализом нарушения работоспособности, поиском причин отказов авиадвигателей и разработки</p> | опрос, тест. |

| | | |
|--|--|--|
| | мер по их устранению и предупреждению. | |
|--|--|--|

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, 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. Паши 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
0000007064

Д-013

2. 13053 Визир лазерный
0000007103

Д-013

3. 316925 Авиационный двухконтурный ТР двигатель
0000007066

Д-013

4. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
0000060028

Д-013

5. 311932 Передвижной аэродромный выпрямитель типа АВ-2м
0000007339

Д-013