

**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: 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 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-2.2                    |
| 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><b>Знать</b> 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><b>Уметь</b> 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><b>Владеть</b> 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 | <b>Знать<br/>Уметь<br/>Владеть</b> |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Конструкции и прочность двигателей самолета» 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<br>(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

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины            | Виды контактной работы |              |    |              |         |              | СРС |              | Форма<br>текущего<br>контроля       |
|----------|---------------------------------------------------------|------------------------|--------------|----|--------------|---------|--------------|-----|--------------|-------------------------------------|
|          |                                                         | Лекции                 |              | ЛР |              | ПЗ(СЕМ) |              |     |              |                                     |
|          |                                                         | №                      | Кол.<br>Час. | №  | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №   | Кол.<br>Час. |                                     |
| 1        | 2                                                       | 3                      | 4            | 5  | 6            | 7       | 8            | 9   | 10           | 11                                  |
| 1        | Введение. Общие<br>вопросы<br>конструкции<br>самолетных | 1                      | 4            | 1  | 2            | 1       | 2            | 1   | 4            | Отчет по<br>лаборатор<br>ной работе |

|   |                                                                                |   |    |   |    |   |    |   |    |                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|------------------------------|
|   | двигателей                                                                     |   |    |   |    |   |    |   |    |                              |
| 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                          | 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 двигателей; Умеет рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах с использованием пакета прикладных программ. | 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 |
| ПКР-4.4                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

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

#### 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