

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Авиационной теплотехники и теплоэнергетики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ПРОЧНОСТЬ ТЕПЛОНАПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ДЛА»**

Уровень подготовки  
высшее образование - магистратура  
(высшее образование - бакалавриат; высшее образование – специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность)  
24.04.05. Двигатели летательных аппаратов  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность подготовки (профиль, специализация)  
Авиационная и ракетно-космическая теплотехника  
(наименование профиля подготовки, специализации)

Квалификация (степень) выпускника  
магистр

Форма обучения  
очная

Уфа 2017

Исполнители:

|                |                                                                                     |                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| доц. каф. АТиТ |  | Кишалов А.Е.        |
| должность      | подпись                                                                             | расшифровка подписи |

Заведующий кафедрой

|                      |                                                                                     |                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| АТиТ                 |  | Бакиров Ф.Г.        |
| наименование кафедры | личная подпись                                                                      | расшифровка подписи |

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прочность теплонапряженных элементов конструкции ДЛА» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного цикла Б1.В.ОД.6.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "08" апреля 2015 г. № 373.

**Целью освоения дисциплины** является:

- формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для решения задач, связанных с расчётами статической и динамической прочности основных элементов конструкции двигателей летательных аппаратов;
- формирование способностей применять на практике умение выполнять прочностные расчеты отдельных технических систем и устройств;
- формирование способностей к организации работы небольшого коллектива работников для решения задач в сфере своей профессиональной деятельности;
- формирование способностей решать научные или инженерно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности.

**Задачи** дисциплины подразделяются на

- учебные;
- воспитательные;
- развивающие.

**Учебными** задачами дисциплины являются:

- формирование у магистров системы знаний по законам прочности теплонапряженных конструкций;
- формирование у магистров системы знаний по конструкции основных элементов и узлов двигателей летательных аппаратов;
- формирование у магистров знаний и умений по формулированию и постановке задач дисциплины, выбору и использованию соответствующих законов и формул, способностей к организации работы небольшого коллектива работников для решения задач в сфере своей профессиональной деятельности;
- формирование у магистров способностей и навыков проведения расчетов, анализа и интерпретации результатов расчетов, способностей применять на практике методы расчетов отдельных элементов систем и устройств.

**Воспитательными** задачами дисциплины являются:

- формирование у магистров убежденности в необходимости непрерывного обучения при работе по специальности, уверенности в своих силах и возможностях.

**Развивающей** задачей дисциплины является:

- развитие у магистра системного логического мышления.

**Входные компетенции:**

| № | Компетенция                                                                                       | Код  | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции* | Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1 | способностью осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, | ПК-2 | Базовый уровень                                                 | Современные проблемы создания двигателей ЛА                      |

|  |                                                                                                          |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбирать методы и средства решения задач |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

*\*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;*

*-**базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;*

*-**повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.*

#### Исходящие компетенции:

| № | Компетенция                                                                                                                                                | Код   | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции | Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной                               |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Способностью подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы                                                                                   | ОПК-2 | Пороговый уровень                                              | НИР                                                                                                         |
|   | Способностью подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы                                                                                   | ОПК-2 | Базовый уровень                                                | Научно-производственная практика                                                                            |
| 2 | Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности | ПК-4  | Пороговый уровень                                              | НИР                                                                                                         |
|   | Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности | ПК-4  | Базовый уровень                                                | Научно-производственная практика;<br><br>Расчет теплового состояния лопаток турбин ДЛА при помощи ANSYS CFX |
| 3 | Способностью осуществлять подготовку                                                                                                                       | ПК-5  | Пороговый уровень                                              | Научно-производственная практика;                                                                           |

|    |                                                                                                                                                                                                      |       |                   |                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
|    | заданий на разработку проектных решений                                                                                                                                                              |       |                   | Преддипломная практика                                          |
|    |                                                                                                                                                                                                      |       | Базовый уровень   | НИР                                                             |
| 4  | Способностью проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений и определения показателей технического уровня проектируемых изделий | ПК-6  | Пороговый уровень | НИР                                                             |
|    |                                                                                                                                                                                                      |       | Базовый уровень   | Научно-производственная практика;<br><br>Преддипломная практика |
| 5. | Способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений                            | ПК-7  | Базовый уровень   | Научно-производственная практика;<br><br>НИР                    |
| 6. | Способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций                                | ПК-9  | Пороговый уровень | Научно-производственная практика;<br><br>НИР                    |
| 7. | Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ                                       | ПК-10 | Пороговый уровень | НИР                                                             |
|    |                                                                                                                                                                                                      |       | Базовый уровень   | Научно-производственная практика                                |
| 8. | Способностью проводить оценку инновационных потенциалов проектов                                                                                                                                     | ПК-11 | Пороговый уровень | Научно-производственная практика;<br><br>НИР                    |
| 9. | Способностью проводить оценку инновационных рисков коммерциализации проектов                                                                                                                         | ПК-12 | Пороговый уровень | НИР                                                             |

#### Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

| № | Формируемые компетенции                                                                                                                                                        | Код   | Знать                                                                                                                                       | Уметь                                                                                                                          | Владеть                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Способностью подготавливать заявки на изобретения и промышленные образцы                                                                                                       | ОПК-2 | Принцип действия и конструкцию основных узлов двигателей летательных аппаратов                                                              | Составлять описание принципов действия и устройства проектируемых узлов двигателя с обоснованием принятых технических решений. | Методикой правильного описания изделия.                                    |
| 2 | Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности                     | ПК-4  | Основные стадии расчётов и проектирования энергоустановок для двигателей летательных аппаратов                                              | Выполнять основные виды расчётов двигателей, энергоустановок и их узлов                                                        | Методикой расчётов и конструирования отдельных деталей и узлов             |
| 3 | Способностью осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений                                                                                                   | ПК-5  | Действующие нормативные документы в области проектирования двигателей летательных аппаратов.                                                | Разрабатывать методические и нормативные документы по проектированию двигателей летательных аппаратов.                         | Методикой подготовки исходных данных и задания для проведения мероприятий. |
| 4 | Способностью проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений и определения показателей технического уровня | ПК-6  | Основные требования и набор действий по поиску патентов на заданную тему и определению показателя технического уровня проектируемых изделий | Производить патентный поиск на заданную тему                                                                                   | Методиками поиска патентов                                                 |

|   |                                                                                                                                                                           |       |                                                                                                                              |                                                                                            |                                                                                    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|   | проектируемых изделий                                                                                                                                                     |       |                                                                                                                              |                                                                                            |                                                                                    |
| 5 | Способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых деталей и узлов машиностроительных конструкций с обоснованием принятых технических решений | ПК-7  | Конструктивные особенности авиационных двигателей различных схем и энергетических установок на их базе и принцип их действия | Описать принцип действия и устройства проектируемых деталей и узлов                        | Владеть методикой описания конструкции с обоснованием принятых технических решений |
| 6 | Способностью проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых изделий и конструкций     | ПК-9  | Основные технологические приёмы и операции при проектировании и изготовлении основных узлов ДЛА.                             | Унифицировать отдельные части конструкции и применять более дешёвые технологии.            | Владеть методиками снижения стоимости изготовления.                                |
| 7 | Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения по реализации разработанных проектов и программ            | ПК-10 | Основные правила и требования по составлению нормативной технической документации на проектируемые узлы авиационных ГТД      | Разрабатывать методики и различные ГОСТы на проектируемые изделия и технологии             | Методикой разработки новых программ и их более эффективной реализации              |
| 8 | Способностью проводить оценку инновационных потенциалов проектов                                                                                                          | ПК-11 | Современный уровень развития науки и техники в области исследования                                                          | Оценивать инновационные потенциалы рецензируемых проектов в области авиационных двигателей | Методикой оценки инновационного потенциала и разработки рекомендаций               |
| 9 | Способностью проводить оценку                                                                                                                                             | ПК-12 | Возможные риски при                                                                                                          | Оценить риск при коммерциализации                                                          | Методикой оценки риска при                                                         |

|  |                                                  |  |                                                                                     |                                                      |                                            |
|--|--------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|  | инновационных рисков коммерциализации и проектов |  | коммерциализации инновационных проектов. Основные мероприятия по сокращению рисков. | проекта, предлагать возможные пути уменьшения риска. | коммерциализации и инновационных проектов. |
|--|--------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

#### Трудоемкость дисциплины по видам работ

| Вид работы                                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость, час. |           |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|---------|
|                                                                                                                                                                                                            | 1 семестр          | 2 семестр | Всего   |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                 | 12                 | 12        | 24      |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                  | 10                 | 24        | 34      |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                   | 8                  | 12        | 20      |
| КСР                                                                                                                                                                                                        | 2                  | 4         | 6       |
| Курсовая проект работа (КР)                                                                                                                                                                                | -                  | -         | -       |
| Расчетно - графическая работа (РГР)                                                                                                                                                                        | -                  | -         | -       |
| Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.) | 40                 | 56        | 96      |
| Подготовка и сдача экзамена                                                                                                                                                                                | -                  | 36        | 36      |
| Подготовка и сдача зачета                                                                                                                                                                                  | -                  | -         | -       |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                    | -                  | экзамен   | экзамен |

Содержание разделов и формы текущего контроля дисциплины, изучаемые в 1 семестре

| № | Наименование и содержание раздела                                                                   | Количество часов  |    |    |     |     |       | Литература,<br>рекомендуемая<br>студентам                          | Виды<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|-----|-----|-------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                     | Аудиторная работа |    |    |     | СРС | Всего |                                                                    |                                                        |
|   |                                                                                                     | Л                 | ПЗ | ЛР | КСР |     |       |                                                                    |                                                        |
| 1 | Введение.                                                                                           | 1                 |    |    |     | 5   | 6     | Р.6.1 - №1<br>Р.6.2 - №9                                           |                                                        |
| 2 | Конструктивные особенности современных авиационных двигателей и дальнейшие направления их развития. | 2                 | 1  |    |     | 5   | 8     | Р.6.1 - №1<br>Р.6.1 - №3<br>Р.6.1 - №5<br>Р.6.1 - №6<br>Р.6.2 - №7 | Классическая лекция с мультимедийным сопровождением    |
| 3 | Виды и основные стадии прочностные расчётов теплонапряженных элементов конструкций                  | 2                 | 1  |    |     | 10  | 13    | Р.6.1 - №2<br>Р.6.1 - №4<br>Р.6.2 - №4                             |                                                        |
| 4 | Особенности оценки работоспособности дисков газовых турбин                                          | 3                 | 4  | 4  | 1   | 10  | 22    | Р.6.1 - №3<br>Р.6.2 - №10<br>Р.6.3 - №1                            | Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций  |
| 5 | Особенности оценки работоспособности валов ГТД                                                      | 4                 | 4  | 4  | 1   | 10  | 23    | Р.6.1 - №3<br>Р.6.2 - №3<br>Р.6.3 - №1                             | Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций  |
|   | Всего                                                                                               | 12                | 10 | 8  | 2   | 40  | 72    |                                                                    |                                                        |

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 33 % от общего количества аудиторных часов в семестре по дисциплине «Прочность теплонапряженных элементов конструкции ДЛА».

Содержание разделов и формы текущего контроля дисциплины, изучаемые во 2 семестре

| №  | Наименование и содержание раздела                                                                          | Количество часов  |    |    |     |     |       | Литература,<br>рекомендуемая<br>студентам | Виды<br>интерактивных<br>образовательных<br>технологий |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|-----|-----|-------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                            | Аудиторная работа |    |    |     | СРС | Всего |                                           |                                                        |
|    |                                                                                                            | Л                 | ПЗ | ЛР | КСР |     |       |                                           |                                                        |
| 6  | Современные направления и подходы при проектировании элементов ДЛА                                         | 2                 | 2  |    |     | 7   | 11    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.2 - №4<br>Р.6.2 - №2    |                                                        |
| 7  | Современные методы определения статической и динамической прочности теплонапряженных элементов конструкции | 2                 | 6  |    |     | 7   | 15    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.2 - №5                  | Классическая лекция с мультимедийным сопровождением    |
| 8  | Анализ напряжённо-деформированного состояния основных деталей ГТД                                          | 2                 | 8  |    | 1   | 12  | 23    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.1 - №2<br>Р.6.2 - №7    | Обучение на основе опыта                               |
| 9  | Прочностной анализ и проектирование высоконагруженных компрессоров ГТД                                     | 1                 |    | 4  | 1   | 10  | 16    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.3 - №2                  | Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций  |
| 10 | Прочностной анализ и проектирование высокотемпературных турбин ГТД                                         | 1                 |    | 4  | 1   | 10  | 16    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.3 - №3                  | Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций  |
| 11 | Оценка прочности тонкостенных цилиндрических оболочек                                                      | 4                 | 8  | 4  | 1   | 10  | 27    | Р.6.1 - №1<br>Р.6.2 - №1<br>Р.6.3 - №4    |                                                        |
|    | Всего                                                                                                      | 12                | 24 | 12 | 4   | 56  | 108   |                                           |                                                        |

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 29 % от общего количества аудиторных часов в семестре по дисциплине «Прочность теплонапряженных элементов конструкции ДЛА».

### Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ                                                    | Кол-во часов |
|------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1    | 4         | Расчёт напряжённо-деформированного состояния дисков турбин                         | 4            |
| 2    | 5         | Расчёт критических частот вращения роторов ГТД                                     | 4            |
| 3    | 9         | Проектирование и расчёт на прочность элементов осевых компрессоров авиационных ГТД | 4            |
| 4    | 10        | Проектирование и расчёт на прочность элементов осевых турбин авиационных ГТД       | 4            |
| 5    | 11        | Проектирование и расчёт на прочность элементов камер сгорания авиационных ГТД      | 4            |

### Практические занятия (семинары)

| № занятия      | № раздела | Тема                                                                                            | Кол-во часов |
|----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1              | 2, 3      | Общие вопросы прочности основных деталей и сборочных единиц ГТД                                 | 2            |
| 2, 3           | 4         | Оценка статической прочности дисков газовых турбин ГТД. Расчёт критических частот вращений.     | 4            |
| 4, 5           | 5         | Расчёт вала на колебания.                                                                       | 4            |
| 6              | 6         | Прочностные расчёты элементов конструкций современных ГТД                                       | 2            |
| 7, 8, 9        | 7         | Численные методы обеспечения статической и динамической прочности лопаток компрессоров и турбин | 6            |
| 10, 11, 12, 13 | 8         | Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния диска в области пластических деформаций    | 8            |

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### Основная литература

1. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей / Под общ.ред. Д.В. Хромина. - М.: Машиностроение, 1998. – 565 с.
2. Зрелов В.А. Отечественные газотурбинные двигатели. Основные параметры и конструктивные схемы: Учеб. пособие. М.: ОАО "Издательство "Машиностроение", 2005. 336 с.
3. Харитонов, В. Ф. Конструкция основных узлов авиационных газотурбинных двигателей: [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ, обучающихся по специальности высшего образования 24.05.02 "Проектирование авиационных и ракетных двигателей"] / В. Ф. Харитонов, Б. К. Галимханов ; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ). — Уфа : УГАТУ, 2015. — 257 с. : ил. ; 21 см. — Библиогр.: с. 255-257 (28 назв.). — ISBN 978-5-4221-0748-3.
4. Харитонов, В. Ф. Конструкция турбин газотурбинных двигателей: учебно-методическое пособие по изучению раздела "Турбины" учебной дисциплины "Основы конструирования АД и ЭУ" / В. Ф. Харитонов, Б. К. Галимханов ; ФГБОУ ВПО УГАТУ, Кафедра авиационных двигателей. — Уфа : УГАТУ, 2011. — 47 с. ; 20 см. — (Кафедра авиационных двигателей). — Библиогр.: с. 47 (6 назв.). — ISBN .

### **Дополнительная литература**

1. Авиационные ГТД в наземных установках. / Под общ.ред. В.В. Шашкина. -Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-е, 1984. –228 с.
2. Арьков Ю.Г., Шайхутдинов З.Г. Конвертирование АД для использования в наземных энергетических установках: Учебное пособие. Уфа: Изд. УАИ, 1986.- 82 с.
3. Манушин Э.А. Газовые турбины: Проблемы и перспективы. М.: Энергоатомиздат, 1986. - 168 с.
4. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.
5. Крюков А.И. Некоторые вопросы проектирования ГТД. -М.: Издательство МАИ, 1993. – 335 с.
6. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин: справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. Москва: Машиностроение, 1979 .— 702 с.
7. Куликов В.С. Прочность теплонапряженных материалов и элементов конструкций: [учебное пособие для студентов всех форм обучения, обучающихся по направлению 650800, 550900 "Теплоэнергетика", специальности 100500 "Тепловые электрические станции"] / В.С. Куликов ; ГОУ ВПО УГАТУ. — Уфа: УГАТУ, 2009.
8. Феодосьев В.И. Прочность теплонапряженных ракетных двигателей / В.И. Феодосьев.— М. : Оборонгиз, 1963 .— 212с.
9. Белоусов А.И. Прочность двигателей летательных аппаратов: Лабораторный практикум по курсам "Конструкция двигателей летательных аппаратов" и "Теория и расчет лопаточных машин" / А.И. Белоусов [и др.]; КАИ .— Куйбышев, 1969 .

### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

### **Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Крюков А.И. Конструкция узлов и деталей ЭУ (на базе авиационных двигателей): Методические указания к лабораторным работам –Электр.издание каф.АТиТ, 2006. – 64 с.
2. Галимханов, К.Г. Расчет сосудов,пластин и оболочек,динамические задачи прочности,устойчивость сжатых упругих систем : Учебное пособие по сопротивлению материалов / К.Г. Галимханов, Р.Р. Мавлютов .— Уфа : УАИ, 1974 .— 211с.
3. Галимханов, Б. К. ANSYS: основы расчета на колебания элементов АД и ЭУ : методические указания к дипломному проектированию, практическим занятиям и курсовому проектированию по дисциплине "Конструкция и прочность АД и ЭУ" / Б. К. Галимханов ; УГАТУ .— Уфа : УГАТУ, 2008 .— 29 с.
4. Галимханов, Б. К. ANSYS. Основы расчета на прочность элементов рабочих колес узлов ГТД : методические указания к выполнению расчетов на прочность элементов узлов ГТД по дисциплине "Конструкция и прочность АД и ЭУ" / Б. К. Галимханов, Р. К. Латыпов ; ФГБОУ ВПО УГАТУ, Кафедра авиационных двигателей .— Уфа : УГАТУ, 2011 .— 36 с.

### **Образовательные технологии**

При реализации ООП дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, а также сетевое обучение не реализуется.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия: электронный конспект лекций, учебные кинофильмы в компьютерном классе, проектор (ауд. 2-101, 2-106а, 2-302).

Лабораторные занятия: компьютерный класс, подключенный к сети Интернет, с установленным требуемым лицензионным программным обеспечением (ауд. 2-302).

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Направление подготовки магистров 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. Поступающий представляет оригинал или копию медицинской справки, содержащей сведения о проведении медицинского осмотра в соответствии с перечнем врачей-специалистов, лабораторных и функциональных исследований, установленным приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.