

**Аннотация рабочих программ дисциплин**  
**по направлению подготовки**  
**24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника»**  
**научная специальность 01.02.06 «Динамика, прочность машин,**  
**приборов и аппаратуры»**

Аннотации рабочих программ дисциплин базовой и вариативной частей рабочего плана, а также факультативной частей приведены ниже.

**1. Блок 1 «Дисциплины». Базовая часть**

**1. Иностранный язык (4,5 зачетных единицы, 162 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.Б.1 – «Иностранный язык» является формирование у аспирантов универсальных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

–Владением техники устной и письменной речи на иностранном языке (ПК-1).

**Задача** дисциплины Б1.Б.1 – «Иностранный язык» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

– межкультурные особенности ведения научной деятельности; общие закономерности строения и функционирования письменной и устной речи в ситуациях межкультурного научного общения; этикетные формулы в устной и письменной профессиональной коммуникации, требования к оформлению научных трудов, принятых в международной практике;

– воспринимать и анализировать устную монологическую и диалогическую речь по научной тематике, осуществлять устную и письменную коммуникацию в монологической и диалогической форме научной направленности;

– основными дискурсивными способами реализации коммуникативных целей высказывания применительно к особенностям текущего коммуникативного контекста; нормами этикета, принятыми в различных ситуациях межкультурного научного общения; навыками решения коммуникативных задач профессионального характера;

– особенности функционирования лексических единиц и грамматических структур, используемых для достижения определенных коммуникативных задач в сфере научной и

профессиональной коммуникации; профессионально-ориентированную лексику и терминологию по изучаемой специальности; функционально-стилистические особенности разных типов научных текстов; особенности функционирования языковых средств и элементов гипертекста, используемых в разных типах научного дискурса;

– анализировать письменные научные тексты на иностранном языке с точки зрения связности и целостности; анализировать графически представленную информацию; интерпретировать данные отечественной и зарубежной науки, оформлять извлекаемую из иностранных источников научную информацию в виде перевода, реферата, аннотации; интерпретировать, «декодировать» научный текст, опираясь на языковые и стилистические средства, используемые в нем;

– применять методы лингвистического анализа: описательный, сопоставительный, статистический; владеть навыками построения устных и письменных иноязычных информационных сообщений на темы, связанные научным и профессионально-ориентированным общением; владеть навыками научно-технического перевода по изучаемой специальности.

## **2. История и философия науки (4,5 зачетных единицы, 162 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.2 – «История и философия науки» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2).

–Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5).

–Способность использования методов гуманитарного знания в социально-проективной, научной и творческой деятельности (ПК-1).

**Задачи** преподавания дисциплины Б1.В.ОД. 2 – «История и философия науки»:

– раскрыть сущность науки в широком социокультурном контексте и ее историческом развитии;

– проанализировать проблемы кризиса современной техногенной цивилизации, глобальных тенденций смены научной картины мира, типов рациональности, системы ценностей, на которые ориентируются ученые;

– осмыслить основные мировоззренческие и методологические проблемы, возникшие в науке на современном этапе ее развития;

– познакомить слушателей с тенденциями исторического развития науки.

## **2. Блок 1 «Дисциплины», Вариативная часть (обязательная)**

### **1. Математическое моделирование и программные комплексы в задачах прикладной аэродинамики и прочности (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.1 – «Математическое моделирование и программные комплексы в задачах прикладной аэродинамики и прочности» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

–Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1).

–Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).

–Способность использовать методы математического моделирования и программные комплексы в задачах прикладной аэродинамики и прочности (ПК-3).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.1 – «Математическое моделирование и программные комплексы в задачах прикладной аэродинамики и прочности» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- основные понятия и методы численного интегрирования и дифференцирования;
- методы решения уравнений и систем;
- методы математической обработки расчетных и экспериментальных данных;
- прикладное программное обеспечение;
- владение основными методами и подходами, применяемыми при численном решении прикладных задач газовой динамики и прочности;
- устойчивые навыки использования полученных знаний при решении практических задач.

### **2. Методы математической физики в приложениях к рабочему процессу в**

### **авиационных и ракетных двигателях (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.2 – «Методы математической физики в приложениях к рабочему процессу в авиационных и ракетных двигателях» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).
- Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1).
- Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).
- Способность к постановке математических задач и их решения с помощью математических методов, и моделей для типичных базовых задач в области авиационной и ракетно-космической техники (ПК-4).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.2 – «Методы математической физики в приложениях к рабочему процессу в авиационных и ракетных двигателях» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- Математическую символику для выражения количественных и качественных отношений объектов и их характеристик;
- Основные понятия теории дифференциальных уравнений в частных производных;
- Математические модели для типичных базовых задач в области авиационной и ракетно-космической техники;
- Навыки использования математических методов и основ математического моделирования;
- Способности к постановке математических задач и оценке их корректности;
- Навыки владения методологией математических моделей в области авиационной и ракетно-космической техники;
- Практические навыки по решению уравнений математической физики.
- Навыки использования численных методов и овладение основами математического моделирования;

- Способности к формулировке математических задач и граничных условий;
- Владение методологией математических моделей в области авиационной техники.

### **3. Моделирование физических процессов в ВРД (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.3 – «Моделирование физических процессов в ВРД» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).
- Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1).
- Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).
- Способность применять различные методы и программные комплексы для моделирования физических процессов ВРД (ПК-5).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.3 – «Моделирование физических процессов в ВРД» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- выработка навыков использования численных методов и овладение основами математического моделирования;
- способности к формулировке математических задач и граничных условий;
- владения методологией математических моделей в области авиационной техники.

### **4. Педагогика и психология (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.4 – «Педагогика и психология» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

–Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-4).

–Готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности (ПК-4).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.4 – «Педагогика и психология» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- уметь совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;
- уметь проявлять инициативу, брать на себя всю полноту профессиональной ответственности;
- уметь определять цели, содержание образовательного процесса, организовывать образовательный процесс, выбирать образовательные технологии, оценивать результаты;
- разрабатывать и внедрять инновационные формы обучения, создавать авторские программы и курсы;
- владеть способностью к активному общению в творческой, научной, производственной и общекультурной деятельности.

## **5. Теория и эксплуатационные характеристики ГТД (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.5 – «Теория и эксплуатационные характеристики ГТД» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).
- Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1).
- Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).
- Способность анализировать рабочий процесс и эксплуатационные характеристики ГТД (ПК-7).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.5 – «Теория и эксплуатационные характеристики ГТД» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- современное состояние, проблемы и перспективы развития авиационного двигателестроения;
- рабочий процесс ГТД летательных аппаратов различных типов;
- условия и особенности совместной работы элементов авиационных ГТД разных типов;
- задачи и законы (программы) управления, особенности неустановившихся режимов работы, физическую сущность эксплуатационных ограничений авиационных ГТД;
- характеристики авиационных силовых установок, а также влияние на них эксплуатационных ограничений и условий эксплуатации.

## **6. Основы теории вероятностей и математической статистики (3 зачетных единицы, 108 часов)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ОД.Ф – «Основы теории вероятностей и математической статистики» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4).

–Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1).

–Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).

–Способность анализировать рабочий процесс и эксплуатационные характеристики ГТД (ПК-6).

**Задача** дисциплины Б1.В.ОД.Ф – «Основы теории вероятностей и математической статистики» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- основные теоремы теории вероятностей;
- случайные величины и одномерные распределения;

- системы случайных величин и многомерные распределения;
- функции случайных аргументов;
- предельные теоремы теории вероятностей;
- случайные функции;
- основы математической статистики.

### **3. Блок 1 «Дисциплины», Вариативная часть (дисциплины по выбору)**

#### **1. Конструкционная прочность металлических сплавов (2 зачетных единицы, 72 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.1а – «Конструкционная прочность металлических сплавов» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способности анализировать характеристики конструкционной прочности сплава, владеть методами получения по экспериментальным данным характеристик сплава и знать требования к их специальной квалификации (ПК-15).

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.1а – «Конструкционная прочность металлических сплавов» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- требования к специальной квалификации сплава;
- анализировать характеристики конструкционной прочности сплава;
- методы получения по экспериментальным данным характеристик сплав.

#### **2. Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей, выполненных из композиционных материалов (2 зачетных единицы, 72 часа)**



**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.16 – «Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей, выполненных из композиционных материалов» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способности применять в теории и практике основы динамики и прочности машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей, выполненных из композиционных материалов (ПК-16).

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.16 – «Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей, выполненных из композиционных материалов» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- основы теории упругости и сопротивления материалов;
- анализировать частоты собственных колебаний узлов авиационных двигателей;
- численные методы расчета конструкций.

### **3. Теория упругости, пластичности и ползучести (2 зачетных единицы, 72 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.2а – «Теория упругости, пластичности и ползучести» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-

космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способности применять на практике современные методы теории упругости, пластичности и ползучести (ПК-17)

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.2а – «Теория упругости, пластичности и ползучести» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

– современное состояние, проблемы и перспективы развития методов теории упругости, пластичности и ползучести применительно к расчету НДС, ресурса и надежности деталей и узлов ГТД;

– современные модели механики сплошной среды и способы их реализации при математическом моделировании кинетики напряжений и деформаций в конструкциях двигателей;

– численные методы и алгоритмы решения нелинейных задач пластичности и ползучести конструктивных элементов ГТД.

#### **4. Теория колебаний (2 зачетных единицы, 72 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.2б – «Теория колебаний» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способность анализировать особенности рабочего процесса развития вибраций в деталях и узлах двигателя и их влияния на отказы техники (ПК-18).

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.2б – «Теория колебаний» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

– теоретические знания и практические навыки для прогноза вибраций в деталях и узлах двигателей;

– уметь интерпретировать полученные в результате расчета или экспериментально данные и оценивать возможность отказа техники, вызванного колебаниями конструкции;

– владеть современными методами экспериментальных исследований и численного

моделирования;

- разрабатывать модели для расчетных исследований и методики испытаний динамики деталей, узлов и конструкций;
- разрабатывать мероприятия по частотной отстройке от опасных режимов колебаний.

## **5. Прочностная надежность газотурбинных двигателей (ГТД) (2 зачетных единицы, 72 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.3а – «Прочностная надежность газотурбинных двигателей (ГТД)» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способность решать практические задачи в области обеспечения и подтверждения безопасности эксплуатации, прочностной надежности ГТД различного назначения (ПК-19).

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.3а – «Прочностная надежность газотурбинных двигателей (ГТД)» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- иметь базовые знания о надежности как одном из показателей качества сложной технической системы, о комплексном характере надежности и работах по обеспечению надежности на разных стадиях жизненного цикла изделия,
- иметь представление о применении для обеспечения контроля и подтверждения надежности вероятностно-статистических методов, методах оценки схемной надежности,
- знать классификацию отказов ГТД, уметь анализировать возможные последствия отказов,
- иметь базовые знания о прочностной надежности, критериях прочности и моделях долговечности, запасах прочности, видах механических разрушений,
- иметь базовые знания об обеспечении безопасности эксплуатации технически сложных систем и объектов,

- иметь представление о сертификации ГТД различного назначения,
- знать основные требования к материалам основных и ответственных деталей ГТД, методы определения используемых при оценке прочности и долговечности деталей ГТД характеристик конструкционной прочности материалов,
- иметь представление о конструкционной надежности и влиянии технологической наследственности на надежность ГТД, о контроле безотказности ГТД,
- иметь базовые знания о методах эксплуатации технически сложных систем, методах диагностики технического состояния ГТД в процессе эксплуатации,
- иметь представление о методах подтверждения ресурсов, работающих в условиях малоциклового усталости критических по последствиям разрушения деталей ГТД и методах повышения ресурсов этих деталей,
- иметь представление об основных повреждающих факторах, действующих на основные и ответственные детали двигателей в процессе эксплуатации, причинах дефектов и повреждений этих деталей, мероприятиях по повышению прочностной надежности деталей двигателя.

## **6. Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей (2 зачетных единицы, 72 часа)**

**Целью** дисциплины Б1.В.ДВ.36 – «Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей» является формирование у аспирантов универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

–Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

–Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

–Владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

–Способность решать практические задачи в области динамики и прочности авиационных и ракетных двигателей (ПК-20).

**Задача** дисциплины Б1.В.ДВ.36 – «Динамика и прочность машин в приложениях к конструкциям авиационных и ракетных двигателей» состоит в том, что в результате её изучения аспиранты должны знать и уметь использовать:

- основные физические законы, гипотезы и допущения, принимаемые при решении задач динамики и прочности машин.
- основные математические методы решения задач динамики и прочности машин на примере элементов конструкции газотурбинных двигателей.
- современные экспериментальные методы исследования предельных состояний материалов и элементов конструкций.
- современные методы исследования нагруженности элементов конструкций в условиях эксплуатации на примере исследования динамической напряжённости деталей газотурбинного двигателя.
- методы обработки динамических процессов при исследовании динамической напряжённости деталей двигателя.
- решать задачи по оценке прочности элементов конструкций при статическом, циклическом, динамическом нагружениях и при их совместном действии.

После прослушивания курса аспиранты должны:

- знать основные понятия теории напряжений и деформаций, тензорное представление напряжённого и деформированного состояния в точке тела, разложение тензоров напряжений и деформаций на шаровой тензор и девиатор, условие совместности деформаций;
- знать обобщённый закон Гука, выражения для потенциальной энергии упругого тела, зависимости между напряжениями и деформациями упругого анизотропного тела, основные положения и определения теории упругости, а также иметь представление о математических методах решения задач теории упругости;
- иметь представления об экспериментальных методах исследований напряжений и деформаций в нагруженной детали;
- знать основные механические характеристики металлов, виды кривых деформирования, теории (критерии) прочности при статическом нагружении, основы теорий пластичности и ползучести, а также иметь представление о методах расчётов конструкций за пределами упругости;
- знать методы математического описания предельных состояний металлов и конструкций при длительном статическом нагружении при повышенных температурах. Кривые длительной прочности и ползучести. Запасы прочности при длительном статическом нагружении;
- знать методы математического описания поведения металлов при циклическом упруго-пластическом нагружении. Кривые малоциклового усталости, а также критерии предельного состояния при данном виде нагружения. Запасы прочности конструкции при циклическом упруго-пластическом нагружении;

- иметь представление о явлении многоциклового усталости металлов. Кривые выносливости и методы их описания. Статистическая природа явления усталости. Предел выносливости. Влияние асимметрии цикла, концентрации напряжений, масштабного фактора на характеристики сопротивления усталости. Запасы усталостной прочности элементов конструкций;
- знать основные положения технической теории стержней. Растяжение и сжатие, изгиб и кручение стержней. Устойчивость стержней. Иметь представление о методе расчёта НДС и прочности лопаток газотурбинного двигателя на базе теории стержней;
- знать основные уравнения упругости для круглых пластин. Гипотеза Кирхгофа-Лява. Растяжение и изгиб круглой пластинки. Расчёт НДС и запасов прочности дисков газотурбинного двигателя. Понятие о запасах прочности дисков по несущей способности;
- знать основные уравнения упругости цилиндрических оболочек. Случаи длинных и коротких оболочек. Устойчивость цилиндрических оболочек. Расчёт НДС, устойчивости и запасов прочности корпуса камеры сгорания на базе теории оболочек;
- знать уравнения движения для колебательных систем с одной и бесконечным числом степеней свободы. Собственные частоты и формы колебаний изолированных лопаток. Распределение амплитуд напряжений в лопатках при их колебаниях по собственным формам. Собственные формы и частоты рабочих колёс. Динамическая модель рабочего колеса. Рабочее колесо с консольными лопатками. Рабочее колесо с упругим диском и кольцевым бандажированием лопаток. Резонансные колебания рабочих колёс. Прогнозирование возможных резонансных колебаний на этапе проектирования. Возбуждение колебаний окружной неравномерностью потока. Диаграмма Кэмпбелла и резонансные диаграммы. Дисперсионные диаграммы. Возбуждение колебаний нестационарным потоком. Вращающийся срыв. Автоколебания рабочего колеса как системы с конструктивно поворотной симметрией;
- иметь представление о методах экспериментальных исследований динамической напряженности рабочих колёс газотурбинных двигателей. Тензометрирование, как основной метод исследования динамических напряжений. Формы представления результатов тензометрирования. Спектральный анализ сигналов с тензорезисторов. Инструментальная диагностика флаттера и вращающегося срыва. Приведенные амплитуды напряжений. Оценка запасов усталостной прочности лопаток компрессора и турбины. Пути борьбы с опасными колебаниями рабочих колёс;
- иметь представление о природе общих вибраций двигателя. Динамика простейшего ротора. Критическая частота вращения. Простейший ротор, как колебательная система. Прецессионное движение простейшего ротора. Динамические характеристики диска, вала и системы диск-вал. Свободные колебания вращающегося ротора. Критические частоты вращения роторов в системе газотурбинного двигателя. Ротор на податливых опорах. Система ротор-корпус.

Многовальные двигатели. Пути снижения поперечных вибраций двигателя. Балансировка роторов. Влияние эксплуатационных условий на уравновешенность роторов;

– иметь представление об экспериментальных методах исследования вибрационного состояния двигателя. Датчики для измерения вибраций и места их установки на двигатель. Методы обработки сигналов вибропроцессов. Каскадная диаграмма. Методы идентификации источников вибраций. Исследование вибраций агрегатов. Вибродиагностика технического состояния двигателя и его узлов;

– иметь представление о современных численных методах расчётов на прочность и колебания сложных деталей и узлов двигателя с использованием 3D моделей.