


**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый  
проректор-проректор  
по учебной работе  
 Н.Н.Сухих

«30» августа 2017 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Конструкция и прочность авиационных двигателей**

Направление подготовки

**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**

Направленность программы (профиль)

**Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей**

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2017

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» являются формирование знаний, умений, навыков на основе развития способности к самореализации и самообразованию для успешной профессиональной деятельности выпускников в части оценки состояния авиационных газотурбинных двигателей с точки зрения их прочности, жесткости, долговечности и живучести путем анализа основных требований, предъявляемых к ГТД (газотурбинным двигателям), их параметрам, системам и конструкции основных узлов; владение навыками выбора материалов ГТД с учетом условий работы и конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; умение рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД, используя современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей, использовать навыки подготовки конструкторско-технологической документации, руководствуясь нормативно-техническими документами, регламентирующими обеспечение прочности авиационных газотурбинных двигателей; учитывать современные тенденции развития материалов, технологий их производства; овладеть профессиональными первичными навыками, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборки узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: принципы создания конструкций повышенной живучести, методы улучшения конструктивно – эксплуатационных свойств авиационных двигателей в условиях воздействия эксплуатационных факторов и с наименьшими эксплуатационными расходами при технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

Задачами освоения дисциплины являются:

- овладение знаниями о типах и конструкции элементов авиационных газотурбинных двигателей, применяемых в гражданской авиации; об их преимуществах и недостатках при эксплуатации;

- формирование знаний, умений, навыков на основе развития к самореализации и самообразованию для успешной профессиональной деятельности в части оценки состояния авиационных газотурбинных двигателей с точки зрения их прочности, жесткости, долговечности и живучести путем анализа основных требований, предъявляемых к ГТД (газотурбинным двигателям), их параметрам, системам и конструкции основных узлов;

- овладение навыками выбора материалов ГТД с учетом условий работы и конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов;
- умение рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах;
- анализ статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;
- формирование навыков прогнозирования технического состояния ГТД процессе эксплуатации;
- формирование навыков по освоению новых образцов авиационных ГТД, используя современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей, использовать навыки подготовки конструкторско-технологической документации, руководствуясь нормативно-техническими документами, регламентирующими обеспечение прочности авиационных газотурбинных двигателей, учитывая современные тенденции развития материалов, технологий их производства;
- овладение профессиональными первичными навыками, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборки узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности авиационных двигателей к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами;
- использовать знания и умения для улучшения конструктивно – эксплуатационных свойств авиационных двигателей в условиях воздействия эксплуатационных факторов и с наименьшими эксплуатационными расходами при технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Конструкция и прочность авиационных двигателей» представляет собой дисциплину, относящуюся к Базовой части Блока 1 дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» (бакалавриат), профиль «Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей».

Дисциплина «Конструкция и прочность авиационных двигателей» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теория авиационных двигателей» - 3 курс, «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретическая механика».

Дисциплина «Конструкция и прочность авиационных двигателей» является обеспечивающей для дисциплин: «Конструкция и техническое обслуживание воздушных судов», «Механизация и автоматизация технического

обслуживания воздушных судов», «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов».

Дисциплина «Конструкция и прочность авиационных двигателей» изучается на 4 курсе.

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1. Способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5).	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний;</li><li>- методику самообразования, касающуюся основ анализа и оценки конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации;</li><li>- компоновочные и силовые схемы ГТД, условия работы узлов и деталей газотурбинных двигателей, основы расчета эксплуатационных нагрузок;</li><li>- основы инженерных методов оценки напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружениях основных узлов авиадвигателей;</li><li>- основы расчетных и экспериментальных методов оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей;</li><li>- физическую природу и способы оценки влияния накопленных повреждений на работоспособность деталей и узлов авиадвигателей при функционировании;</li><li>- методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для объяснения, формулирования и обоснования основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов;</li><li>- анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные</li></ul>



Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах;</li> <li>- рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</li> <li>- выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения;</li> <li>- анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологиями организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний;</li> <li>- методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению;</li> <li>- принципами экономии топливно-энергетических ресурсов; методами контроля технического состояния авиадвигателей;</li> <li>- принципами разработки мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей;</li> <li>- методами разработки и предъявления эксплуатационно – технических требований принципами использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для оценки технического состояния авиадвигателей.</li> </ul>
2. Готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и правила применения современных средств выполнения и редактирования изображений и чертежей, и подготовки конструкторско-технологической документации при анализе и оценке конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации;</li> <li>- влияние эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>конструкторско-технологической документации (ОПК-5)</p>	<p>полетов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет эксплуатационных нагрузок;</li> <li>- оценку напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружениях основных узлов авиадвигателей;</li> <li>- расчетные и экспериментальные методы оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей;</li> <li>- оформление экспериментальных методов исследования динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД; выполнении компоновочных и силовых схем ГТД.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: формулировании и обосновании основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; выполнении схемных и конструктивных решениях; обосновании выбранных материалов с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; расчете статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; расчете напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценке статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлении причины возникновения отказов и неисправностей и разработке способов их устранения; анализе и прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами выполнения и редактирования изображений и чертежей, и подготовки конструкторско-технологической документации при: оценке статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД; выявлении причины возникновения отказов и неисправностей и разработке</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>способов их устранения; анализе и прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации; самостоятельного освоения новых образцов авиационных ГТД; анализе нарушения работоспособности, поиске причин отказов авиадвигателей и разработке мер по их устранению и предупреждению; контроле технического состояния авиадвигателей; разработке мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей; разработке и предъявления эксплуатационно – технических требований использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для оценки технического состояния авиадвигателей.</p>
<p>3. Готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии (ОПК-6).</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации;</li> <li>- цели и задачи использования достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: пути предотвращения возможных отказов при техническом обслуживании и ремонте ГТД, при экспериментальных методах исследования динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД;</li> <li>- методические основы анализа и оценки конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации;</li> <li>- инженерные методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов в ГА.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и систематизировать принципы и методы сбора научно-технической информации;</li> <li>-использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: при формулировании и обосновании основных требования, предъявляемые к ГТД ГА; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах;</li> <li>- методами расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>- оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</li> <li>- выявлять и анализировать причины возникновения отказов и неисправностей, разрабатывать и систематизировать способы их устранения;</li> <li>- анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</li> </ul>
<p>4. Способностью учитывать современные тенденции развития, материалов, технологий их производства и авиационной техники в своей профессиональной деятельности (ОПК-8).</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкцию основных узлов авиадвигателей и инженерные принципы, положенные в основу их создания; влияние конструктивных особенностей основных узлов ГТД и узлов соединения на совместную работу в составе двигателей;</li> <li>- конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей;</li> <li>- методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД;</li> <li>- методы расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД;</li> </ul>



Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оценки статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</li> <li>- причины возникновения отказов и неисправностей, разрабатывать и систематизировать способы их устранения;</li> <li>- анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД;</li> <li>- принципы и основные положения системы сертификации экземпляра гражданского воздушного судна.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения;</li> <li>- обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов;</li> <li>- рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД;</li> <li>- рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>- оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</li> <li>- выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения;</li> <li>- анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах;</li> <li>- методами расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>- методикой оценивания статической и динамической</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией анализа причины возникновения отказов и неисправностей, разрабатывать и систематизировать способы их устранения, анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации.</li> </ul>
<p>5. Способностью выполнять профессиональные первичные умения, включая слесарные операции, изготовление и ремонт простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами (ПК-22).</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы выполнения профессиональных первичных умений, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборки узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: принципы создания конструкций повышенной живучести, методы улучшения конструктивно – эксплуатационных свойств авиационных двигателей в условиях воздействия эксплуатационных факторов и с наименьшими эксплуатационными расходами;</li> <li>- методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующих на основные элементы и детали ГТД; причину напряженно – деформированного состояния и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>- расчет статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла;</li> <li>- причины возникновения отказов и неисправностей, способы их устранения.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- включая слесарные операции, изготавливать и ремонтировать простые детали, осуществлять сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА;</li> <li>- анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения;</li> <li>- обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов и наименьшими</li> </ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>эксплуатационными расходами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах;</li> <li>- рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>- использовать методы оценивания статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- профессиональными первичными умениями, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами;</li> <li>- методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиационных двигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; принципами экономии топливно–энергетических ресурсов;</li> <li>- методами контроля технического состояния авиадвигателей; принципами разработки мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиационных двигателей; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения.</li> </ul>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Наименование	Всего часов	Курсы
		4
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа:	20,5	20,5
лекции	6	6
практические занятия	8	8
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-

Наименование	Всего часов	Курсы
		4
курсовой проект(работа)	4	4
Самостоятельная работа студента	189	189
Промежуточная аттестация:	9	9
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	6,5	6,5

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции					Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-5	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-8	ПК-22		
Раздел 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей конструктивно- компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения	35	+	+	+	+	+	Л, ВК, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей.	18	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 2. Конструктивно- компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения.	17	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Раздел 2. Статическая и динамическая прочность узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей	172	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 3 Статические нагрузки, действующие на основные узлы авиационных ГТД.	22	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д



Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции					Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-5	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-8	ПК-22		
Тема 4 Основы теории прочности деталей ГТД	22	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 5 Статическая прочность рабочих лопаток авиационных ГТД	22	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 6 Статическая прочность дисков и дисковых элементов роторов ГТД	22	+	+	+	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 7 Динамическая прочность рабочих лопаток и дисков	21	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 8 Критические частоты вращения и балансировка роторов	21	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 9 Конструкция и прочность статоров авиационных ГТД	21	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 10 Конструкция и прочность реверсивных устройств	21	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Итого за курс	207							
Промежуточная аттестация	9							
Итого по дисциплине	216							

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, Д – доклад.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
---	---	----	----	-----	----	----------------

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
Раздел 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения.	1,2	2	-	31,8	-	35
Тема 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей.	0,6	1	-	16,4	-	18
Тема 2. Конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения.	0,6	1	-	15,4	-	17
Раздел 2. Статическая и динамическая прочность узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей.	4,8	6	-	157,2	4	172
Тема 3. Статические нагрузки, действующие на основные узлы авиационных ГТД.	0,6	1	-	20,4	-	22
Тема 4. Основы теории прочности деталей ГТД.	0,6	0,5	-	18,9	2	22
Тема 5. Статическая прочность рабочих лопаток авиационных ГТД.	0,6	0,5	-	18,9	2	22
Тема 6. Статическая прочность дисков и дисковых элементов роторов ГТД.	0,6	1	-	20,4	-	22
Тема 7. Динамическая прочность рабочих лопаток и дисков.	0,6	0,5	-	19,9	-	21
Тема 8. Критические частоты вращения и балансировка роторов.	0,6	0,5	-	19,9	-	21
Тема 9. Конструкция и прочность реверсивных устройств.	0,6	1	-	19,4	-	21
Тема 10. Конструкция и прочность статоров авиационных ГТД.	0,6	1	-	19,4	-	21
Итого за курс	6	8	-	189	4	207
Промежуточная аттестация						9
Всего по дисциплине						216

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ЛР – лабораторная работа, КП – курсовой проект.

### 5.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения

Тема 1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей.

Краткая история и причины создания авиационных ГТД. Российские и зарубежные разработки двигателей. Наиболее удачные двигатели, выпускавшиеся массовыми сериями.

Тема 2. Конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения.

Типовые конструктивно-компоновочные и силовые схемы авиационных ГТД различных типов: ТРД, ТРДД, ТВД, ТВВД, ТВАд, ГТД вспомогательных силовых установок. Принцип модульности конструкции двигателей. Примеры удачных конструктивно-компоновочных решений, их влияние на трудоемкость технического обслуживания в процессе эксплуатации. Современные тенденции совершенствования конструктивного облика и улучшения характеристик авиационных ГТД.

Раздел 2. Статическая и динамическая прочность узлов и деталей авиационных газотурбинных двигателей.

Тема 3. Статические нагрузки, действующие на основные узлы авиационных ГТД.

Оценивание статических нагрузок, действующих на: участок проточного газо-воздушного тракта, входное устройство, осевой компрессор, камеру сгорания, реактивное сопло. Силовое взаимодействие основных узлов ГТД. Гироскопические моменты, действующие на роторы. Формирование тяги в ТРД, ТРДД, ТВД (ТВВД).

Тема 4. Основы теории прочности деталей ГТД.

Основные положения теории прочности. Концепция представления конструкционного материала как сплошной среды. Понятие нормального и касательного напряжений. Закон Роберта Гука в одно-, двух- и трёхмерном случае. Диаграммы растяжения для конструкционных материалов, применяемых в авиационном двигателестроении. Предел статической длительной прочности конструкционного материала. Действующие и допустимые напряжения. Условие и запас прочности. Особенности применения теории прочности к деталям из композиционных материалов.

Тема 5. Статическая прочность рабочих лопаток авиационных ГТД.

Варианты конструктивного исполнения рабочих лопаток и их крепления к дискам роторов. Статические нагрузки, действующие на рабочие лопатки компрессоров и турбин авиационных ГТД. Расчет действующих напряжений и распределения коэффициента запаса прочности по высоте рабочей лопатки. Конструктивные мероприятия, направленные на повышение прочности рабочих лопаток. Основные правила летной и технической эксплуатации, способствующие сохранению статической прочности рабочих лопаток.

Тема 6. Статическая прочность дисков и дисковых элементов роторов ГТД.

Варианты конструктивного исполнения дисков и дисковых элементов роторов авиационных ГТД. Статические нагрузки, действующие на диски. Расчет действующих напряжений и коэффициента запаса прочности тонкого диска. Использование метода конечных элементов для расчетов распределения напряжений в реальном диске, в том числе и с учетом его пластических деформаций. Конструктивные и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение статической прочности дисков и дисковых элементов авиационных ГТД.

Тема 7. Динамическая прочность рабочих лопаток и дисков.

Причины возникновения колебаний рабочих лопаток и дисков. Основы теории колебаний. Собственные колебания простейшей системы без трения. Собственные колебания простейшей системы с силой трения, пропорциональной скорости колебаний. Вынужденные колебания простейшей системы с трением. Коэффициент динамичности. Явление резонанса. Собственные частоты и формы колебаний реальных лопаток и дисков. Частотные диаграммы.

Тема 8. Критические частоты вращения и балансировка роторов.

Понятие о критической частоте вращения роторов. Определение критической частоты вращения простейшего однодискового ротора. Гибкие и жесткие роторы. Многодисковые роторы. Упругие и упруго-демпферные опоры роторов. Статическая и динамическая балансировка роторов. Многороторные авиационные ГТД как сложные колебательные системы, вибрации элементов ГТД. Конструктивные и эксплуатационные методы снижения вибраций, обусловленных дисбалансами роторов.

Тема 9. Конструкция и прочность статоров авиационных ГТД.

Типы силовых корпусов, конструктивные особенности элементов статоров. Нагрузки, действующие на элементы статоров. Статическая и динамическая прочность статоров. Конструктивные мероприятия, направленные на обеспечение прочности статоров.

Тема 10. Конструкция и прочность реверсивных устройств.

Классификация и конструктивные особенности реверсивных устройств различных типов. Характеристики реверсивных устройств. Области рационального применения реверсивных устройств ковшового и решетчатого типов. Нагрузки, действующие на элементы реверсивных устройств, требования к их прочности. Типовые неисправности реверсивных устройств, обусловленные потерей прочности их элементов.

## 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
-----------------------	-------------------------------	---------------------



Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие №1. Общие сведения о конструкции авиационных газотурбинных двигателей	1
2	Практическое занятие №1. Конструктивно-компоновочные и силовые схемы ГТД различного назначения.	1
3	Практическое занятие №2. Статические нагрузки, действующие на основные узлы авиационных ГТД.	1
4	Практическое занятие №2. Основы теории прочности деталей ГТД	0,5
5	Практическое занятие №2. Статическая прочность рабочих лопаток авиационных ГТД.	0,5
6	Практическое занятие №3. Статическая прочность дисков и дисковых элементов роторов ГТД	1
7	Практическое занятие №3. Динамическая прочность рабочих лопаток и дисков.	0,5
8	Практическое занятие №3. Критические частоты вращения и балансировка роторов	0,5
9	Практическое занятие №4. Конструкция и прочность статоров авиационных ГТД	1
10	Практическое занятие №4. Конструкция и прочность реверсивных устройств.	1
Итого по дисциплине		8

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Краткая история и причины создания авиационных ГТД. Российские и зарубежные разработчики двигателей [1-14].</li> </ul>	16,4
2	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принцип модульности конструкции двигателей [1-14].</li> </ul>	15,4
3	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Силовое взаимодействие основных узлов ГТД. Гирскопические моменты, действующие на роторы. Формирование тяги в ТРД, ТРДД, ТВД (ТВВД) [1-14].</li> </ul>	20,4
4	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предел статической длительной прочности конструкционного материала. Действующие и допустимые напряжения. Условие и запас прочности.</li> </ul> <p>Выполнение курсового проекта [1-14].</p>	18,9
5	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной	18,9

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	<p>литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <p>Варианты конструктивного исполнения рабочих лопаток и их крепления к дискам роторов. Статические нагрузки, действующие на рабочие лопатки компрессоров и турбин авиационных ГТД. Расчет действующих напряжений и распределения коэффициента запаса прочности по высоте рабочей лопатки. Выполнение курсового проекта [1-14].</p>	
6	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Конструктивные и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение статической прочности дисков и дисковых элементов авиационных ГТД [1-14].</li> </ul>	20,4
7	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вынужденные колебания простейшей системы с трением. Коэффициент динамичности. Явление резонанса [1-14].</li> </ul>	19,9
8	<p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу.</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Многодисковые роторы. Упругие и упруго-демпферные опоры роторов. Статическая и динамическая балансировка роторов [1-14].</li> </ul>	19,9

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
9	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: - Конструктивные мероприятия, направленные на обеспечение прочности статоров [1-14].	19,4
10	Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе. Подготовка к устному опросу и докладу. Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: - Нагрузки, действующие на элементы реверсивных устройств, требования к их прочности [1-14].	19,4
Итого по дисциплине		189

### 5.7 Курсовые работы (проект)

Наименование этапа выполнения курсового проекта	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовой проект «Анализ прочности рабочей лопатки первой ступени турбины ГТД».	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчет прочности рабочей лопатки первой ступени турбины при действии статических нагрузок на взлетном режиме работы двигателя в условиях, соответствующих исходным данным. Определение наиболее слабого, с точки зрения прочности, сечения детали».	35,8
Этап 3. Оформление курсового проекта	2
Защита курсового проекта	2
Итого по курсовому проекту:	38
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсового проекта	37,8
согласно учебному плану	4



## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1 Макаров, Н. В. **Конструкция и эксплуатация авиационных двигателей, воздушных судов и авиационные материалы: Методические указания к выполнению I части курсового проекта «Авиационные двигатели».** – Л.: ОЛАГА, 1990. – 23 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 627.

2 Капралов, В. М. Захаров В. И. **Конструкция и прочность авиационных двигателей: Методические указания по изучению курса и выполнению лабораторной работы № 1.** – СПб.: СПбГУ ГА, 2011. – 25 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 290.

3 Капралов, В.М. Захаров В.И. **Конструкция и прочность авиационных двигателей: Методические указания по изучению курса и выполнению лабораторной работы № 2.** - СПб.: СПбГУ ГА, 2011. – 18 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 290.

б) дополнительная литература:

4 Лозицкий, Л.П. Ветров А.Н. Дорошко С.М. и др. **Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей** – М.: Воздушный транспорт, 1992. – 536 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 50

5 Хронин, Д.В. **Колебания в двигателях летательных аппаратов:** Учебник для студентов авиационных специальностей высших учебных заведений. – М.: Машиностроение, 1980. – 296 с. ISBN- 978-00-1327287-0 Количество экземпляров 52.

6 Ахметзянова, А.М. **Проектирование авиационных ГТД. Учебное пособие.** 1987. – 228 с. – ISBN отсутствует. Количество экземпляров 53.

7 **Авиатранспортное обозрение** [Текст] : Air transport observer : журнал / учредитель и издатель: А.Б.Е. Медиа. - Москва : А.Б.Е. Медиа, 1996-. - 27 см.; ISSN 1991-6574 (подписка 2008-2017).

8 **Крылья Родины** : ежемесячный национальный авиационный журнал. - Москва : ООО "Редакция журнала "Крылья Родины", 1950-.; ISSN 0130-2701 (подписка 2008-2017).

9 **Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра** [Текст] : научно-популярный журнал / учредитель: Бакурский Виктор Александрович, Военно-Воздушные Силы России, Лепилкин Андрей Викторович. - Москва : Техинформ, 1997-. - 29 см.; ISSN 1682-7759 (подписка 2008-2017).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

10 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения: 25.05.2017).

11 ОК 010-2014 (МСКЗ-08). **Общероссийский классификатор занятий.** Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения: 25.05.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

12 **Консультант Плюс.** Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 25.05.2017).

13 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный.

14 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

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

Для обеспечения учебного процесса в аудиториях лабораторного корпуса №360, 364, 367 и в аудиториях учебно-экспериментального корпуса имеются мультимедийные комплексы (ноутбук, проектор, мобильный экран), плакаты, чертежи разрезав двигателей АИ-25, Д-30, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117, ТВ7-117, ПС-90А, CFM56-5В; SaM-146 и натурные макеты авиационных газотурбинных двигателей АИ-25, НК8-2У, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117.

В экспериментально-лабораторном корпусе Университета (МИС, ул. Пилотов, 44) находятся учебно-экспериментальные стенды для проведения следующих практических работ:

- 1 Определение собственной частоты колебаний и распределения напряжений, возникающих при резонансе в модельной лопатке турбомашины.
- 2 Определение собственной частоты колебаний и распределения напряжений, возникающих при резонансе в модельном диске турбомашины.
- 3 Определение собственной частоты колебаний модельного ротора турбомашины.
- 4 Динамическая балансировка ротора турбомашины.

Кроме того, при изучении дисциплины студенты могут пользоваться лекциями и практическими заданиями в электронном и печатном виде, а также сопутствующие дополнительными материалами-экспонатами, необходимыми для подготовки проведения учебных занятий на кафедре №24 «Авиационной техники и диагностики».

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Windows Office.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой,

приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций обучающихся. Это позволяет учитывать, как исходный уровень знаний студентов, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения.

В процессе преподавания дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» используются классические формы обучения: лекции, практические занятия (доклады, устные опросы), курсовой проект, самостоятельная работа студента.

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых для изучения дисциплины

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения конструкции и прочности авиационных двигателей. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, с использованием ИТ- технологий, которое сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести знания о конструкции и прочности авиационных двигателей. Практическое занятие предназначено для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины.

Практические задания выполняются в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Выполнение практического задания предполагает исследование актуальных проблем в области конструкции и прочности воздушных судов и авиационных двигателей. Для этого используются ИТ-методы, содержащие гиперссылки, необходимые для перехода к показам слайдов, презентаций, текстам, фигурам, таблицам, графикам и рисункам в презентации, документам Microsoft Office Word, листам Microsoft Office Excel, локальным или Интернет-ресурсам. Рассматриваемые в рамках практического занятия доклады имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей».

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей». Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике использования Интернет-ресурсов в процессе обучения; активизировать на практических занятиях деятельность студентов путем работы по выполнению заданий с использованием MS Office.

Самостоятельная работа студента (обучающегося) является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа с IT-технологиями, справочниками, периодическими изданиями, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение курсового проекта, подготовку к устным опросам и докладам. Контроль выполнения заданий, выносимых на самостоятельную работу, осуществляет преподаватель.

Учебным планом данной дисциплины предусмотрен курсовой проект, охватывающий два раздела программы: «Конструкция и прочность воздушных судов», «Конструкция и прочность авиационных двигателей». Соответственно, курсовой проект состоит из двух частей: «Авиационные двигатели» и «Воздушные суда». Часть I курсового проекта «Конструкция и прочность авиационных двигателей» выполняется студентами на 4 курсе.

IT-методы используются при проведении всех видов занятий. Учебные мультимедийные материалы с использованием *MS Office 2007 (Power Point)*, содержащие гиперссылки, необходимые для перехода к произвольным показам, указанным слайдам в презентации, к различным текстам, фигурам, таблицам, графикам и рисункам в презентации, документам *Microsoft Office Word*, листам *Microsoft Office Excel*, локальным или Интернет-ресурсам, а также к сообщениям электронной почты. Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике и технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения, обеспечить продуктивный и творческий уровень деятельности при выполнении заданий.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы и доклад по темам дисциплины, защита курсового проекта. Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения



теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Доклад, продукт самостоятельной работы обучающегося, являющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Доклад выполняется в письменном виде и проводится на практических занятиях. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Также оценочным средством являются темы курсового проекта, который выполняется в соответствии с методическими указаниям по выполнению курсового проекта с целью закрепления студентом теоретических знаний и практических навыков, которые позволяют научно обоснованно и технически грамотно осуществлять техническую эксплуатацию воздушных судов, учитывая особенности конструкции и прочности авиационных двигателей.

Экзамен заключительный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Для проведения текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» предусмотрен устный ответ на экзамене по билетам на вопросы из перечня.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена на 4 курсе. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает ответ на вопросы из перечня вопросов, вынесенных на экзамен. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

## **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Балльно-рейтинговая система текущего контроля успеваемости и знаний студентов не применяется.

## **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Результаты текущего контроля (устный опрос) оцениваются по двухбалльной системе: «зачтено» / «не зачтено».

Устный опрос в начале лекции или практического занятия по теме предыдущего занятия оценивается положительно в том случае, если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос,



или же не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

Результаты текущего контроля (доклад) оцениваются по двухбалльной системе: «зачтено» / «не зачтено».

Основаниями для положительного оценивания и выставления «зачтено» являются: грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса; актуальность используемых в сообщении сведений; высокое качество изложения материала; способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации; уверенные ответы на заданные в ходе обсуждения вопросы или ответы на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов; отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «не зачтено» являются: неудовлетворительное качество изложения материала; неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации; неспособность ответить на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов; обоснованные сомнения в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

На момент сдачи экзамена студент должен получить «зачтено» за участие в устных опросах, по крайней мере, на 50 % лекционных занятий и получить «зачтено» за доклад.

По итогам освоения дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена, предполагает устный ответ студента по билетам на вопросы из перечня.

Экзамен по дисциплине проводится на 4 курсе.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Курсовой проект: «Анализ прочности рабочей лопатки первой ступени турбины ГТД». Цель курсового проекта - сделать заключение о выполнении или о невыполнении условия прочности рабочей лопатки первой ступени турбины при действии статических нагрузок на взлетном режиме работы двигателя в условиях, соответствующих исходным данным. Кроме того, в случае выполнения условия прочности необходимо определить наиболее слабое, с точки зрения прочности, сечение детали. (Работа выполняется по вариантам, указанным в «Методических указаниях к выполнению I части курсового проекта «Авиационные двигатели»

Исходные данные для выполнения курсового проекта определяются исходя из номера зачетной книжки студента или порядкового номера студента по правилам, изложенным в методических указаниях по выполнению курсовой работы.

## **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

Примерный перечень вопросов для проведения входного контроля:

*Математика*

- 1 Определение производной функции, ее геометрический смысл.
- 2 Правила дифференцирования (производная суммы, произведения, частного).
- 3 Производная сложной функции.
- 4 Производная обратной функции.

*Физика*

- 1 Гармонические колебания и их параметры.
- 2 Сложение колебаний одинаковой и различных частот, направленных вдоль одной прямой.
- 3 Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
- 4 Собственная частота.

*Методы и средства диагностирования авиационной техники*

- 1 Термины и определения технической диагностики.
- 2 Постановка задачи распознавания состояния технических объектов.
- 3 Колебательные и волновые процессы в механизмах и конструкциях.
- 4 Колебания систем с сосредоточенными параметрами.

*Теоретическая механика*

- 1 Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения.
- 2 Момент силы относительно центра и оси. Вектор момент пары сил.
- 3 Две основные задачи динамики материальной точки.
- 4 Кинетический момент вращающегося твердого тела относительно оси вращения. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.

*Теория авиационных двигателей (3 курс)*

- 1 Краткая история и причины создания авиационных ГТД. Российские и зарубежные разработчики двигателей. Наиболее удачные двигатели, выпускавшиеся массовыми сериями.

- 2 Типовые конструктивно-компоновочные и силовые схемы авиационных ГТД различных типов: ТРД, ТРДД, ТВД, ТВВД, ТВАд, ГТД вспомогательных силовых установок.

- 3 Принцип модульности конструкции двигателей. Примеры удачных конструктивно-компоновочных решений, их влияние на трудоемкость технического обслуживания в процессе эксплуатации.

- 4 Современные тенденции совершенствования конструктивного облика и улучшения характеристик авиационных ГТД.

## **9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Оценивание курсового проекта: Оценка «отлично» ставится за проект, в котором содержатся элементы творчества, дается сравнительная характеристика рассматриваемых теоретических положений и глубокий системный анализ фактического материала, делаются самостоятельные выводы. Расчеты выполнены верно, без ошибок. Работа оформлена в полном соответствии с требованиями. На защите студент показал полное знание материала курсового проекта и дал аргументированные ответы на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» ставится тогда, когда проект выполнен на хорошем теоретическом уровне, достаточно полно освещаются вопросы темы. Анализ литературных источников выполнен, однако выводы не носят глубокий и всесторонний характер. Имеются некоторые нарушения в оформлении курсового проекта. Имеются незначительные ошибки в расчетах. На защите студент показал знание материала проведенных исследований. При ответах на ряд дополнительных вопросов аргументация была недостаточной.

Оценку «удовлетворительно» проекты, в которых правильно освещены основные вопросы темы, но не проявилось умение логически стройно и самостоятельно излагать источники. Имеется ряд нарушений требований в оформлении работы. Имеют место существенные стилистические и грамматические ошибки. Имеются много ошибок в расчетах, которые не влияют на конечный результат. Выводы по разделам и параграфам носят описательный характер и не отражают результатов проведенного анализа. На ряд дополнительных вопросов студент не дал ясных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, когда в проекте содержатся отдельные ошибочные положения, студент не может ответить на дополнительные вопросы в ходе защиты, не владеет материалом проекта, не в состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям данной проблемы. Расчеты выполнены неправильно. В этом случае студенту предстоит повторная защита.

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
ОК-5: Способностью к самоорганизации и самообразованию.		На экзамен выносятся вопросы, охватывающие все содержание учебной дисциплины.
Знать: - методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний; методику самообразования, касающуюся основ анализа и оценки конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов	Применяет: - методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний; методику самообразования, касающуюся основ анализа и оценки конструктивного, технологического и	Знания обучающихся оцениваются по четырех бальной системе с выставлением обучающимся итоговой оценки «отлично», «хорошо»,

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>эксплуатации; компоновочные и силовые схемы ГТД, условия работы узлов и деталей газотурбинных двигателей, основы расчета эксплуатационных нагрузок; основы инженерных методов оценки напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружении основных узлов авиадвигателей; основы расчетных и экспериментальных методов оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей; физическую природу и способы оценки влияния накопленных повреждений на работоспособность деталей и узлов авиадвигателей при функционировании, методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов.</p>	<p>экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации; компоновочные и силовые схемы ГТД, условия работы узлов и деталей газотурбинных двигателей, основы расчета эксплуатационных нагрузок; основы инженерных методов оценки напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружении основных узлов авиадвигателей; основы расчетных и экспериментальных методов оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей; физическую природу и способы оценки влияния накопленных повреждений на работоспособность деталей и узлов авиадвигателей при функционировании, методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов.</p>	<p>«удовлетворительно» или «не удовлетворительно».</p> <p>Оценка «отлично» при приеме экзамена выставляется в случае: полного, правильного и уверенного изложения обучающимся учебного материала по каждому из вопросов; уверенного владения обучающимся понятийно-категориальным аппаратом учебной дисциплины; логически последовательного, взаимосвязанного и правильно структурированного изложения обучающимся учебного материала, умения устанавливать и прослеживать причинно-следственные связи между событиями, процессами и явлениями, о которых идет речь в вопросах; приведения обучающимся надлежащей аргументации, наличия у обучающегося логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов учебного материала по вопросам; лаконичного и правильного ответа обучающегося на дополнительные</p>
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для объяснения, формулирования и обоснования основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций</li> </ul>	<p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для объяснения, формулирования и обоснования основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; анализировать и объяснять принятые схемные и</li> </ul>	



Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>вопросы преподавателя.</p> <p>Оценка «хорошо» при приеме экзамена выставляется в случае: грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса; актуальность используемых в сообщении сведений; удовлетворительное качество изложения материала.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» при приеме экзамена выставляется в случае: отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса.</p> <p>Оценка «не удовлетворительно» при приеме экзамена выставляется в случае: отказа обучающегося от ответа по билету с указанием, либо без указания причин; невозможности изложения</p>
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологиями организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний; методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; принципами экономии топливно – энергетических ресурсов; методами контроля технического состояния авиадвигателей; принципами разработки мероприятий по</li> </ul>	<p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологии организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний; методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиадвигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; принципами экономии топливно – энергетических ресурсов; методами контроля технического состояния</li> </ul>	<p>обучающимся учебного материала по двум или всем вопросам; допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по двум или всем вопросам; скрытое или явное использование обучающимся при подготовке к ответу нормативных источников, основной и дополнительной</p>



Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей; методами разработки и предъявления эксплуатационно – технических требований принципами использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для оценки технического состояния авиадвигателей.	авиадвигателей; принципами разработки мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей; методами разработки и предъявления эксплуатационно – технических требований принципами использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для оценки технического состояния авиадвигателей.	литературы, конспектов лекций и иного вспомогательного материала, кроме случаев специального указания или разрешения преподавателя; невладения обучающимся понятиями и категориями данной дисциплины; невозможность обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.
ОПК-5: Готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации.		Обучающийся имеет право отказаться от ответа по выбранному вопросу с указанием, либо без указания причин и взять другой вопрос.
Знать: - как применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: анализе и оценке конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации; при оценке влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов; расчете эксплуатационных нагрузок; оценке напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружениях основных узлов авиадвигателей; расчетных и экспериментальных методах оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей; оформлении экспериментальных методов исследования	Понимает: - как применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: анализе и оценке конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации; при оценке влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов; расчете эксплуатационных нагрузок; оценке напряженно – деформированного состояния при статическом и динамическом нагружениях основных узлов авиадвигателей; расчетных и	Дополнительные вопросы могут быть заданы обучающемуся в случае: необходимости конкретизации и изложенной обучающимся информации по вопросам с целью проверки глубины знаний отвечающего по связанным между собой темам и проблемам; необходимости проверки знаний обучающегося по основным темам и проблемам курса при недостаточной полноте его ответа по вопросам.

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД; выполнении компоновочных и силовых схем ГТД.	экспериментальных методах оценки прочности, жесткости и работоспособности газотурбинных двигателей; оформлении экспериментальных методов исследования динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД; выполнении компоновочных и силовых схем ГТД.	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: формулировании и обосновании основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; выполнении схемных и конструктивных решениях; обосновании выбранных материалов с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; расчете статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; расчете напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценке статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлении причины возникновения отказов и неисправностей и разработке способов их устранения; анализе и</li> </ul>	<p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: формулировании и обосновании основных требований, предъявляемых к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; выполнении схемных и конструктивных решениях; обосновании выбранных материалов с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; расчете статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; расчете напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценке статической и динамической прочности</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.	основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлении причины возникновения отказов и неисправностей и разработке способов их устранения; анализе и прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД..	
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при оценке: статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>выявлении причины возникновения отказов и неисправностей и разработке способов их устранения;</li> <li>анализе и прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации;</li> <li>самостоятельного освоения новых образцов авиационных ГТД;</li> <li>анализе нарушения работоспособности, поиске причин отказов авиадвигателей и разработке мер по их устранению и предупреждению; контроле технического состояния авиадвигателей; разработке мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей; разработке и предъявления эксплуатационно – технических требований использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для</li> </ul>	<p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации при: оценке статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД;</li> <li>выявление причины возникновения отказов и неисправностей и разработке способов их устранения;</li> <li>анализе и прогнозировании технического состояние ГТД и систем в процессе эксплуатации;</li> <li>самостоятельного освоения новых образцов авиационных ГТД; анализе нарушения работоспособности, поиске причин отказов авиадвигателей и разработке мер по их устранению и предупреждению; контроле технического состояния авиадвигателей; разработке мероприятий по предупреждению авиационных происшествий,</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
оценки технического состояния авиадвигателей.	досрочного съема двигателей, отказов авиадвигателей; разработке и предъявления эксплуатационно – технических требований использования методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля для оценки технического состояния авиадвигателей.	
ОПК-6: Готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии .		
Знать: - как собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: пути предотвращения возможных отказов при техническом обслуживании и ремонте ГТД; при экспериментальных методах исследования динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД; методические основы анализа и оценки конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации; инженерные методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов в ГА.	Понимает: как собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: пути предотвращения возможных отказов при техническом обслуживании и ремонте ГТД; при экспериментальных методах исследования динамических характеристик лопаток, дисков, роторов, оболочек и критических частот вращения роторов ГТД; методические основы анализа и оценки конструктивного, технологического и экономического совершенства авиадвигателей как объектов эксплуатации; инженерные методы оценки влияния	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
	эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность конструкции и безопасность полетов в ГА.	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: при формулировании и обосновании основных требования, предъявляемые к ГТД ГА; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</li> </ul>	<p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- как собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в ГА: при формулировании и обосновании основных требования, предъявляемые к ГТД ГА; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать</li> </ul>	



Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
	новые образцы авиационных ГТД.	
<p>Владеть:</p> <p>- методами расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; методами расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять и анализировать причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>Анализирует:</p> <p>- методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; методами расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять и анализировать причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	
<p>ОПК-8:</p> <p>Способностью учитывать современные тенденции развития, материалов, технологий их производства и авиационной техники в своей профессиональной деятельности</p>		
<p>Знать:</p> <p>- конструкцию основных узлов авиадвигателей и инженерные принципы, положенные в основу их создания; влияние конструктивных особенностей основных узлов ГТД и узлов соединения на совместную</p>	<p>Понимает:</p> <p>- конструкцию основных узлов авиадвигателей и инженерные принципы, положенные в основу их создания; влияние конструктивных</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>работу в составе двигателей; конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей; методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД; методы расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; как провести оценку статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; как выявить и причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>особенностей основных узлов ГТД и узлов соединения на совместную работу в составе двигателей; конструкцию основных узлов серийных (используемых в ГА) авиадвигателей; методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД; методы расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; как провести оценку статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; как выявить и причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы</li> </ul>	<p>Применять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- как формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА, их параметрам, системам и конструкции основных узлов; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; методами расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять и анализировать причины возникновения отказов и</li> </ul>	<p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета статических, динамических и термических нагрузок, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; методы расчета напряженно – деформированного состояния и динамических характеристик основных элементов и деталей ГТД; оценивание статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для</li> </ul>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельно осваивать новые образцы авиационных ГТД.</p>	<p>полетного цикла; выявление и анализ причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать и систематизировать способы их устранения; анализ и прогнозирование технического состояния ГТД и их систем в процессе эксплуатации; самостоятельное осваивание новых образцов авиационных ГТД</p>	
<p>ПК-22: способностью выполнять профессиональные первичные умения, включая слесарные операции, изготовление и ремонт простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами.</p>		
<p>Знать: - как выполнять профессиональные первичные умения, включая слесарные операции, изготовление и ремонт простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: принципы создания конструкций повышенной живучести, методы улучшения конструктивно – эксплуатационных свойств авиационных двигателей в условиях воздействия эксплуатационных факторов и с наименьшими эксплуатационными расходами; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД; причину</p>	<p>Понимает: - как выполнять профессиональные первичные умения, включая слесарные операции, изготовление и ремонт простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: принципы создания конструкций повышенной живучести, методы улучшения конструктивно – эксплуатационных свойств авиационных двигателей в условиях воздействия</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>напряженно – деформированного состояния и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; расчет статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; причины возникновения отказов и неисправностей и способы их устранения.</p>	<p>эксплуатационных факторов и с наименьшими эксплуатационными расходами; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД; причину напряженно – деформированного состояния и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; расчет статической и динамической прочности основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; причины возникновения отказов и неисправностей и способы их устранения.</p>	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- включая слесарные операции, изготавливать и ремонтировать простые детали, осуществлять сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов и наименьшими эксплуатационными расходами; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД</li> </ul>	<p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- включая слесарные операции, изготовление и ремонтные работы простых деталей, осуществление сборки узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к ГТД ГА; анализировать и объяснять принятые схемные и конструктивные решения; обосновывать выбранные материалы с учетом условий работы конструкций в условиях воздействия эксплуатационных факторов и наименьшими</li> </ul>	



Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения.</p>	<p>эксплуатационными расходами; рассчитывать статические, динамические и термические нагрузки, действующие на основные элементы и детали ГТД на основных эксплуатационных режимах; рассчитывать напряженно – деформированное состояние и динамические характеристики основных элементов и деталей ГТД; оценивать статическую и динамическую прочность основных элементов и деталей ГТД при действии нагрузок, характерных для полетного цикла; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения.</p>	

Критерии оценивания компетенций	Показатели (на что направлена (в чем выражается) определенная способность)	Описание шкалы оценивания
<p>Владеть:</p> <p>- профессиональными первичными умениями, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиационных двигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; принципами экономии топлива – энергетических ресурсов; методами контроля технического состояния авиадвигателей; принципами разработки мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиационных двигателей; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения.</p>	<p>Оценивать:</p> <p>- профессиональные первичные умения, включая слесарные операции, изготовления и ремонта простых деталей, сборку узлов для обеспечения исправности, работоспособности и готовности воздушных судов к их использованию по назначению и с наименьшими эксплуатационными расходами: методами анализа нарушения работоспособности, поиска причин отказов авиационных двигателей и разработки мер по их устранению и предупреждению; принципами экономии топлива – энергетических ресурсов; методами контроля технического состояния авиадвигателей; принципами разработки мероприятий по предупреждению авиационных происшествий, досрочного съема двигателей, отказов авиационных двигателей; выявлять причины возникновения отказов и неисправностей и разрабатывать способы их устранения.</p>	

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.6.1 Примерный перечень вопросов для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости в форме устного опроса по лекционным темам**

Примерный перечень вопросов для проведения устного опроса:

Тема 1.

1 Краткая история и причины создания авиационных ГТД. Структура организации государственного регулирования в области гражданской авиации РФ.

2 Российские и зарубежные разработчики двигателей

Тема 2.

1 Типовые конструктивно-компоновочные и силовые схемы авиационных ГТД различных типов: ТРД, ТРДД, ТВД, ТВВД, ТВАд, ГТД вспомогательных силовых установок.

2 Принцип модульности конструкции двигателей.

3 Примеры удачных конструктивно-компоновочных решений, их влияние на трудоемкость технического обслуживания в процессе эксплуатации.

4 Современные тенденции совершенствования конструктивного облика и улучшения характеристик авиационных ГТД.

Тема 3.

1 Оценивание статических нагрузок, действующих на: участок проточного газоздушного тракта, входное устройство, осевой компрессор, камеру сгорания, реактивное сопло.

2 Силовое взаимодействие основных узлов ГТД.

3 Гироскопические моменты, действующие на роторы.

4 Формирование тяги в ТРД, ТРДД, ТВД (ТВВД).

Тема 4.

1 Основные положения теории прочности.

2 Концепция представления конструкционного материала как сплошной среды.

3 Понятие нормального и касательного напряжений.

4 Закон Роберта Гука в одно-, двух- и трёхмерном случае.

5 Диаграммы растяжения для конструкционных материалов, применяемых в авиационном двигателестроении.

6 Предел статической длительной прочности конструкционного материала.

7 Действующие и допустимые напряжения.

8 Условие и запас прочности.

9 Особенности применения теории прочности к деталям из композиционных материалов.

Тема 5.

1 Варианты конструктивного исполнения рабочих лопаток и их крепления к дискам роторов.

2 Статические нагрузки, действующие на рабочие лопатки компрессоров и турбин авиационных ГТД.

3 Расчет действующих напряжений и распределения коэффициента запаса прочности по высоте рабочей лопатки.

4 Конструктивные мероприятия, направленные на повышение прочности рабочих лопаток.

5 Основные правила летной и технической эксплуатации, способствующие сохранению статической прочности рабочих лопаток.

Тема 6.

1 Варианты конструктивного исполнения дисков и дисковых элементов роторов авиационных ГТД.

2 Статические нагрузки, действующие на диски.

3 Расчет действующих напряжений и коэффициента запаса прочности тонкого диска.

4 Использование метода конечных элементов для расчетов распределения напряжений в реальном диске, в том числе и с учетом его пластических деформаций.

5 Конструктивные и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение статической прочности дисков и дисковых элементов авиационных ГТД.

Тема 7.

1 Причины возникновения колебаний рабочих лопаток и дисков.

2 Основы теории колебаний.

3 Собственные колебания простейшей системы без трения.

4 Собственные колебания простейшей системы с силой трения, пропорциональной скорости колебаний.

5 Вынужденные колебания простейшей системы с трением.

6 Коэффициент динамичности.

7 Явление резонанса.

8 Собственные частоты и формы колебаний реальных лопаток и дисков.

9 Частотные диаграммы.

Тема 8.

1 Понятие о критической частоте вращения роторов.

2 Определение критической частоты вращения простейшего однодискового ротора.

3 Гибкие и жесткие роторы.

4 Многодисковые роторы.

5 Упругие и упруго-демпферные опоры роторов.

6 Статическая и динамическая балансировка роторов.

7 Многороторные авиационные ГТД как сложные колебательные системы, вибрации элементов ГТД.

8 Конструктивные и эксплуатационные методы снижения вибраций, обусловленных дисбалансами роторов.

Тема 9.

1 Типы силовых корпусов, конструктивные особенности элементов статоров.

2 Нагрузки, действующие на элементы статоров.

3 Статическая и динамическая прочность статоров.

4 Конструктивные мероприятия, направленные на обеспечение прочности статоров.

Тема 10.

1 Классификация и конструктивные особенности реверсивных устройств различных типов.

2 Характеристики реверсивных устройств.

3 Области рационального применения реверсивных устройств ковшового и решетчатого типов.

4 Нагрузки, действующие на элементы реверсивных устройств, требования к их прочности.

5 Типовые неисправности реверсивных устройств, обусловленные потерей прочности их элементов.

#### **9.6.2 Примерный перечень тем докладов для проведения текущего контроля успеваемости по лекционным темам**

1 Типы силовых корпусов, конструктивные особенности элементов статоров.

2 Нагрузки, действующие на элементы статоров.

3 Принцип модульности конструкции двигателей. Примеры удачных конструктивно-компоновочных решений, их влияние на трудоемкость технического обслуживания в процессе эксплуатации.

4 Современные тенденции совершенствования конструктивного облика и улучшения характеристик авиационных ГТД.

5 Статические нагрузки, действующие на рабочие лопатки компрессоров и турбин авиационных ГТД.

6 Предел статической длительной прочности конструкционного материала. Действующие и допустимые напряжения.

7 Причины возникновения колебаний рабочих лопаток и дисков.

8 Конструктивные и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение статической прочности дисков и дисковых элементов авиационных ГТД.

9 Гибкие и жесткие роторы. Многодисковые роторы.



## 10 Причины возникновения колебаний рабочих лопаток и дисков.

### 9.6.3 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1 Краткая история и причины создания авиационных ГТД. Российские и зарубежные разработчики двигателей. Наиболее удачные двигатели, выпускавшиеся массовыми сериями.

2 Типовые конструктивно-компоновочные и силовые схемы авиационных ГТД различных типов: ТРД, ТРДД, ТВД, ТВВД, ТВад, ГТД вспомогательных силовых установок.

3 Принцип модульности конструкции двигателей. Примеры удачных конструктивно-компоновочных решений, их влияние на трудоемкость технического обслуживания в процессе эксплуатации. С

4 Современные тенденции совершенствования конструктивного облика и улучшения характеристик авиационных ГТД.

5 Оценивание статических нагрузок, действующих на: участок проточного газоздушного тракта, входное устройство, осевой компрессор, камеру сгорания, реактивное сопло.

6 Силовое взаимодействие основных узлов ГТД.

7 Гироскопические моменты, действующие на роторы. Формирование тяги в ТРД, ТРДД, ТВД (ТВВД).

8 Основные положения теории прочности. Концепция представления конструкционного материала как сплошной среды.

9 Понятие нормального и касательного напряжений. Закон Роберта Гука в одно-, двух- и трёхмерном случае.

10 Диаграммы растяжения для конструкционных материалов, применяемых в авиационном двигателестроении.

11 Предел статической длительной прочности конструкционного материала. Действующие и допустимые напряжения.

12 Условие и запас прочности.

13 Особенности применения теории прочности к деталям из композиционных материалов.

14 Варианты конструктивного исполнения рабочих лопаток и их крепления к дискам роторов.

15 Статические нагрузки, действующие на рабочие лопатки компрессоров и турбин авиационных ГТД.

16 Расчет действующих напряжений и распределения коэффициента запаса прочности по высоте рабочей лопатки.

17 Конструктивные мероприятия, направленные на повышение прочности рабочих лопаток.

18 Основные правила летной и технической эксплуатации, способствующие сохранению статической прочности рабочих лопаток.

- 19 Варианты конструктивного исполнения дисков и дисковых элементов роторов авиационных ГТД.
- 20 Статические нагрузки, действующие на диски.
- 21 Расчет действующих напряжений и коэффициента запаса прочности тонкого диска.
- 22 Использование метода конечных элементов для расчетов распределения напряжений в реальном диске, в том числе и с учетом его пластических деформаций.
- 23 Конструктивные и эксплуатационные мероприятия, направленные на обеспечение статической прочности дисков и дисковых элементов авиационных ГТД.
- 24 Причины возникновения колебаний рабочих лопаток и дисков.
- 25 Основы теории колебаний. Собственные колебания простейшей системы без трения.
- 26 Собственные колебания простейшей системы с силой трения, пропорциональной скорости колебаний.
- 27 Вынужденные колебания простейшей системы с трением. Коэффициент динамичности. Явление резонанса.
- 28 Собственные частоты и формы колебаний реальных лопаток и дисков. Частотные диаграммы.
- 29 Понятие о критической частоте вращения роторов.
- 30 Определение критической частоты вращения простейшего однодискового ротора.
- 31 Гибкие и жесткие роторы. Многодисковые роторы.
- 32 Упругие и упруго-демпферные опоры роторов.
- 33 Статическая и динамическая балансировка роторов.
- 34 Многороторные авиационные ГТД как сложные колебательные системы, вибрации элементов ГТД.
- 35 Конструктивные и эксплуатационные методы снижения вибраций, обусловленных дисбалансами роторов.
- 36 Типы силовых корпусов, конструктивные особенности элементов статоров. Нагрузки, действующие на элементы статоров. Статическая и динамическая прочность статоров.
- 37 Конструктивные мероприятия, направленные на обеспечение прочности статоров.
- 38 Классификация и конструктивные особенности реверсивных устройств различных типов.
- 39 Характеристики реверсивных устройств. Области рационального применения реверсивных устройств ковшового и решетчатого типов.
- 40 Нагрузки, действующие на элементы реверсивных устройств, требования к их прочности.
- 41 Типовые неисправности реверсивных устройств, обусловленные потерей прочности их элементов.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Изучение дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» обучающимися организуется в следующих формах: лекции, практические занятия под руководством преподавателя и самостоятельная работа студентов.

Изучение каждого раздела рекомендуется начинать с анализа общей его структуры и круга рассматриваемых вопросов, затем перейти к изучению материала по темам.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплине «Конструкция и прочность авиационных двигателей». Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития, его прикладной стороной.

При проведении лекций преподаватель опирается на базовые знания студентов по базовым дисциплинам, чтобы основное время уделить специфическим вопросам дисциплины. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и, в целом, стремиться освоить быструю манеру письма.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений (из известных или выработанных самостоятельно), что поможет значительно ускорить процесс записи лекции. При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающимся в процессе самостоятельной работы, подготовке к практическим занятиям, выполнении курсового проекта, при подготовке к сдаче экзамена.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности – овладение методикой анализа и принятия решений.

Любое практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучаемыми целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом, это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой.

Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя.

Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, выставлением оценок каждому студенту и указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

Самостоятельная работа студента является важной составной частью учебного процесса и проводится в целях закрепления и углубления знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработки навыков работы с литературой, активного поиска новых знаний, выполнения докладов, курсового проекта, подготовки к предстоящим занятиям.

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с нормативно-правовыми актами, научной и учебной литературой, другими источниками, материалами экономической практики, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации;

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение докладов, подготовка курсового проекта.

В процессе изучения дисциплины «Конструкция и прочность авиационных двигателей» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.




Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».

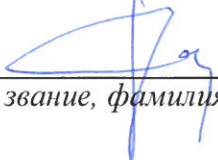
Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Авиационной техники и диагностики» №24

«13» января 2017 года, протокол № 1

Разработчик:

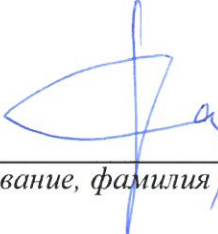
Д.Т.Н.,с.н.с, доцент  Тарасов В.Н.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

Д.Т.Н.,с.н.с, доцент  Тарасов В.Н.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.Т.Н.,с.н.с, доцент  Тарасов В.Н.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «15» февраля 2017 года, протокол № 5.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).