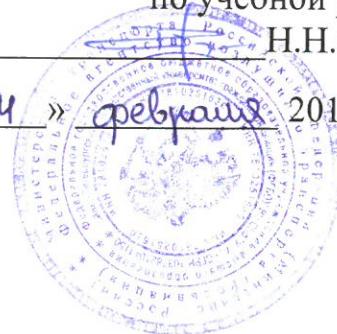


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

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

« 14 » сентября 2018 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Автоматика управления авиационными двигателями**

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  
2018

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями» являются формирование знаний, умений, навыков и освоение компетенций, в том числе на основе развития способности к самореализации и самообразованию, для успешной профессиональной деятельности выпускников, используя теоретические основы устройства систем автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ), конструкции и работы систем автоматического управления двигателем и подачи топлива конкретных ГТД, а также приобретение практических навыков их эксплуатации и диагностики в объеме, необходимом для подготовки специалистов, осуществляющих техническую и летно-техническую эксплуатацию отечественной и зарубежной техники в гражданской авиации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- ознакомление студентов с устройством систем автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ) на примере их функциональных и принципиальных схем и соответствующих программ управления;
- изучение конструкции агрегатов, входящих в состав систем автоматического управления (САУ) двигателем и подачей топлива;
- изучение особенностей работы САУ двигателем и подачей топлива во всем диапазоне эксплуатационных режимов, высот и скоростей полета;
- привитие навыков контроля работоспособности с помощью систем индикации и мониторинга;
- обучение студентов методам проведения экспериментов, привитие навыков обобщения полученных результатов, культуры и точности в работе с лабораторным оборудованием, аппаратурой, измерительными приборами, вычислительной техникой и приобретение знаний по соблюдению мер и правил безопасности;
- отработка навыков по практическому обслуживанию и эксплуатации САУ двигателем и подачей топлива;
- формирование умений и навыков самоорганизации и непрерывного самообразования в профессиональной деятельности;
- формирование у студентов прочной теоретической базы, позволяющей авиационному специалисту принимать правильные и грамотные решения по диагностике, летной и технической эксплуатации авиационных силовых установок при условии обеспечения летной годности воздушных судов и безопасности полетов.

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

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Автоматика управления авиационными двигателями» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной 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 «Автоматика управления авиационными двигателями» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика и информационные технологии», «Физика», «Теоретическая механика», «Гидравлика», «Горюче-смазочные материалы и специальные жидкости», «Химия», «Техническая термодинамика и теплопередача», «Инженерная и компьютерная графика», «Безопасность жизнедеятельности».

Дисциплина «Автоматика управления авиационными двигателями» является обеспечивающей для дисциплин: «Испытания авиационной техники», «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов», «Сохранение летной годности воздушных судов».

Дисциплина изучается на 4 курсе

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1 Способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний;</li><li>- методику самообразования, касающуюся устройства, принципов, назначения системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления).</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- самостоятельно строить процесс овладения</li></ul>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>информацией, отобранной и структурированной для объяснения устройства, принципов, назначения систем автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления) и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-технологиями организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний об устройстве и назначении систем автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификации основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления) и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</li> </ul>
<p>2 Способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблематику работы САУ двигателем и подачей топлива, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li> <li>- параметры, характеризующие работу САУ, индикацию в кабине пилотов;</li> <li>- неисправности САУ имеющие место при эксплуатации и алгоритм решения проблем используя соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li> <li>- распознать причину отказа или неисправности</li> </ul>



Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>САУ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать работоспособность и выполнять диагностику САУ, привлекать для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения проблем, выявлять естественнонаучную сущность, возникающие в ходе профессиональной деятельности.</li> </ul>
<p>3 Готовностью осуществлять поверку технического состояния и остаточного ресурса авиационной техники и оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов (ПК-21)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию поверки остаточного ресурса двигателя;</li> <li>- определять техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива;</li> <li>- методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации;</li> <li>- методику организации профилактических осмотров и текущего ремонта с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поверку остаточного ресурса двигателя;</li> <li>- определять техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива;</li> <li>- применять алгоритмы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации;</li> <li>- организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами осуществления поверки технического состояния и остаточного ресурса двигателя;</li> <li>- процедурой определения технического состояния систем САУ двигателем и подачей топлива;</li> <li>- методами и способами выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации;</li> <li>- организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.</li> </ul>

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Наименование	Всего часов	Курс
		4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа:	14,5	14,5
лекции	6	6
практические занятия	6	6
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента:	123	123
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 дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-5	ОПК-3	ПК-21		
Тема 1. Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)	17	+	+	+	ВК Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 2. Управление авиационными ГТД	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 3. Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом	18	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 4. Эволюция развития и	18	+	+	+	Л,	УО,

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-5	ОПК-3	ПК-21		
основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива					ПЗ, СРС	Д
Тема 5. Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и подачей топлива	16	+	+	+	Л, ПЗ,, СРС	УО, Д
Тема 6. Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива	16	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 7. Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива	16	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Тема 8. Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC»	16	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	УО, Д
Итого за курс	135					
Промежуточная аттестация	9					
Итого по дисциплине	144					

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

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	Всего часов
Тема 1 Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)	0,6	0,6	-	-	15,8	17
Тема 2 Управление авиационными ГТД	0,6	0,6	-	-	16,8	18
Тема 3 Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом	0,8	0,8	-	-	16,4	18
Тема 4 Эволюция развития и основные задачи САУ (САР)	0,6	0,6	-	-	16,8	18

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	Всего часов
двигателем и подачей топлива						
Тема 5 Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и подачей топлива (лабораторная работа)	0,6	0,6	-	-	14,8	16
Тема 6 Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива	0,8	0,8	-	-	14,4	16
Тема 7 Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива	1	1	-	-	14	16
Тема 8 Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC»	1	1	-	-	14	16
Итого за курс	6	6	-	-	123	135
Промежуточная аттестация						9
Всего по дисциплине						144

### 5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)

Обоснование необходимости применения САУ (САР) для обеспечения надежного и эффективного управления АГТСУ. Краткие сведения об истории развития САУ. Определение САУ (САР) АГТСУ, состав, назначение, основные требования. Классификация основных типов АС управления современных АГТСУ. Свойства САУ (САР).

Тема 2. Управление авиационными ГТД

Основные эксплуатационные режимы работы авиационных ГТД. Регулируемые параметры (РП) и регулирующие факторы (РФ) авиационных ГТД. Требования к регулируемым параметрам (РП). Программы регулирования ТРД, ТРДД, ТВД, ТВдД. Основные свойства ГТД, как объекта регулирования.

Тема 3. Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом

Вычислительная и измерительная части гидромеханического устройства (регулятора). Работа регулятора при изменении режима работы двигателя и изменении внешних условий ( $p_n^*$  и  $T_n^*$ ).

Тема 4. Эволюция развития и основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива

Эволюция развития САУ (САР) двигателем и подачей топлива. Основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива. Режимы работы ТРДД, сертифицированных в соответствии с EASACS-E и FAR33. Особенности режима МГ. Двигатели со слабой зависимостью тяги от внешних условий ( $p_n^*$  и  $T_n^*$ ).

Тема 5. Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и подачей топлива

Программы управления (регулирования) САУ (САР). САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей. Двигатель АИ-25. Запуск двигателя. Этапы запуска. Регулирование частоты вращения ротора высокого давления (N2). Регулирование частоты вращения ротора низкого давления (N1) и степени повышения давления в двигателе.

Тема 6. Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива

Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: АИ-25. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: CFM56-2. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТВ3-117.

Тема 7. Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива

САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: SaM146. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: CFM56-3. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: CF6-80C2 версии с РМС. САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТВД.

Тема 8. Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC»

Основные задачи САУ (САР) типа «FADEC». Устройство САУ (САР) типа «FADEC». Интерфейс «Самолет/Двигатель». САУ (САР) двигателем и подачей топлива конкретных двигателей: ТРДД: CFM56 (5B, 7B), RB211-535E4, V2500-A5, PW4000, Trent500, SaM146, ПС-90, Д-30; ТВД. Направления развития в разработке систем «FADEC».

#### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)	0,6
2	Практическое занятие № 1. Управление	0,6



Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	авиационными ГТД	
3	Практическое занятие № 1. Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом	0,8
4	Практическое занятие № 2 Эволюция развития и основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива	0,6
5	Практическое занятие № 2. Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и подачей топлива. Выполнение лабораторной работы.	0,6
6	Практическое занятие № 2. Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива	0,8
7	Практическое занятие № 3. Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива	1
8	Практическое занятие № 3. Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC»	1
Итого по дисциплине		6

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторные работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) по теме 1. Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ) [1-13] Подготовка к устному опросу. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.	15,8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
2	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)</p> <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов:</p> <p>Управление авиационными ГТД [1-13]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.</p>	16,8
3	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)</p> <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом [1-13]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.</p>	16,4
4	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)</p> <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Эволюция развития и основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива [1-13]</p> <p>Подготовка к устному опросу.</p> <p>Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.</p>	16,8
5	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)</p> <p>Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе</p> <p>Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и</p>	14,8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	подачи топлива Подготовка к выполнению лабораторной работы [1-13] Подготовка к защите лабораторной работы.	
6	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива [1-13] Подготовка к устному опросу. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.	14,4
7	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива [1-13] Подготовка к устному опросу. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.	14
8	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC». Возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. [1-13] Подготовка к устному опросу. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.	14
Итого по дисциплине		123

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Житомирский, Г.И. **Конструкция самолетов. Учебник для вузов по специальности "Самолетов и вертолетостроение" направления подготовки "Авиастроение"** / Г.И.Житомирский. - М., 2005. – 404с.ISBN 5-217-03299-5. Количество экземпляров 35.

2 Воскобойник, М.С. **Конструкция и прочность летательных аппаратов гражданской авиации. Учебник для вузов гражданской авиации/** М.С. Воскобойник, П.Ф. Максютинский, К.Д.Миртов и др.; под общей редакцией: К.Д. Миртова, Ж.С. Черненко. - Москва: Машиностроение, 1991. - 448 с., ISBN 5-217-00314-6.Количество экземпляров 44.

3 Смирнов, Н. Н. **Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учеб.для вузов /** Н. Н. Смирнов, Н. И. Владимиров, Ж. С. Черненко и др., под ред. Н. Н. Смирнова. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с., ISBN: 5-277-00990-6.Количество экземпляров 39.

б) дополнительная литература:

4 Andreas, Linke. **SystemofCommercialTurbofanEngines. Springer – VerlagBerlinHeidelberg**, 2008. – 239 с. ISBN 978-3-540-73618-9, [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://bookre.org/reader?file=603708&pg=70>, (дата обращения: 13.12.2017).

5 Трянов, А.Е. **Особенности конструкции узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок [Текст]: учебное пособие.** – Самара: СГАУ, 2011. - 202 с. ISBNнет,[Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Osobennosti-konstrukcii-uzlov-i-sistem-aviacionnyh-dvigateli-i-energeticheskikh-ustanovok-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-55179>, (дата обращения: 13.12.2017).

6 Мрыкин, С.В. **Последствия отказов самолетных систем [Текст] учеб. пособие.** - Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. - 40с. ISBNнет, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Posledstviya-funktionalnyh-otkazov-samoletnyh-sistem-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-54638>, (дата обращения: 13.12.2017)

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

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

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 с 2008).

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

10 **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: 13.12.2017).

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

11 **Консультант Плюс. Официальный сайт компании** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, (дата обращения: 13.12.2017).

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

13 **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 разрезов двигателей АИ-25, Д-30, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117, ТВ7-117, ПС-90А, CFM56-5B; SaM-146 и натурные макеты авиационных газотурбинных двигателей АИ-25, НК8-2У, Д-36, ТВ2-117, ТВ3-117.

Аудитории кафедры № 24СПбГУГА, оборудованы для проведения практических работ средствами оргтехники с выходом в Интернет.

Материалы *INTERNET*, мультимедийные курсы, оформленные с помощью *Microsoft Power Point*, используются при проведении лекционных и практических занятий. Ауд.360, 364, 367 имеют мультимедиа проекторы *PLC-XU58*.

Экспериментальный стенд на базе авиационных двигателей АИ-25 и АИ-9 – расположен в корпусе на МИСе (СПб, ул. Пилотов, 44).

Лекции и практические задания в электронном и печатном виде по каждому предмету, а также сопутствующие дополнительные материалы, необходимые для подготовки проведения учебных занятий находятся 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 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 «Автоматика управления авиационными двигателями» используются классические формы обучения: лекции, практические занятия, лабораторная работа (доклады, устные опросы), 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. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для изучения автоматике управления авиационными двигателями. 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. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести знания по дисциплине «Автоматика управления авиационными двигателями». 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. Для этого используются ИТ-методы. Учебные мультимедийные материалы с использованием MSOffice 2007 (PowerPoint), 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 «Автоматика управления авиационными двигателями».

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями». Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике и IT-технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения; активизировать на практических занятиях деятельность студентов путем работы по выполнению заданий с использованием MS Office 2007.

При выполнении лабораторной работы студенты получают навыки экспериментальной работы, умение обращаться с измерительными приборами, делать выводы из полученных опытных данных, с обработкой их результатов.

Самостоятельная работа студента 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 учебных заданий – подготовки докладов.

IT-методы используются при проведении всех видов занятий с использованием MS Office 2007 (PowerPoint), 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, включающего входной контроль, и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы и доклад по темам дисциплины и защиту лабораторной работы.

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, являющийся 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 с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена на 4 курсе. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи экзамен должны быть 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 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 «Автоматика управления авиационными двигателями» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и 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**

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

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

Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам: «Математика», «Информатика и информационные технологии», «Физика», «Теоретическая механика», «Гидравлика», «Горюче-смазочные материалы и специальные жидкости», «Химия», «Техническая термодинамика и теплопередача», «Инженерная и компьютерная графика», «Безопасность жизнедеятельности».

Вопросы входного контроля по дисциплине «Информатика и информационные технологии»

- 1 Информатизация общества и место информатики в современном мире.
- 2 Особенности современных компьютеров и их развитие.
- 3 Прикладное программное обеспечение как инструмент решения функциональных задач.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Математика»

- 1 Определение производной функции, ее геометрический смысл.

Извлечь корень:

2  $\sqrt[3]{8(a^3)^5b^6}$

Упростить выражение:

3  $\frac{a^3 - ab^2}{ab + b^2}$

Упростить выражение:

4  $\frac{x^{-2} - y^{-2}}{x^{-1} + y^{-1}}$

Вопросы входного контроля по дисциплине «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.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Теоретическая механика»

- 1 Теорема о движении центра масс механической системы. Законы сохранения движения центра масс.
- 2 Координаты центра параллельных сил. Центр тяжести тела.
- 3 Тело массой 2 кг от толчка поднимается по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью 2 м/с. Определить работу силы тяжести на пути, пройденном телом до остановки.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Теория авиационных двигателей»

- 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.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Гидравлика»

- 1 Физические свойства жидкости: плотность, удельный вес, температурное расширение, сжимаемость, вязкость, кипение, кавитация.
- 2 Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.



- 3 Закон Архимеда.
- 4 Уравнение Бернулли для элементарной струйки. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Горюче-смазочные материалы и специальные жидкости»

- 1 Высшая и низшая теплоты сгорания.
- 2 Фракционный состав топлив.
- 3 Вязкость топлив; показатели вязкости

Вопросы входного контроля по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача»

- 1 Что называется термодинамическим процессом?
- 2 Определите величину газовой постоянной воздуха, если известно, что универсальная газовая постоянная  $R_u = 8314,41$  Дж/(кмоль·К) и молекулярная масса воздуха  $\mu_{\text{возд}} = 28,966$  кг/кмоль.
- 3 Назовите способы изменения внутренней энергии.
- 4 Дайте определение теплоёмкости, назовите основные факторы, от которых зависит теплоемкость.

Вопросы входного контроля по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика»

- 1 Что называется масштабом?
- 2 Какие сечения предпочтительнее вынесенные или наложенные?
- 3 Какой конструкторский документ является основным для детали?

Вопросы входного контроля по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

- 1 Общая характеристика опасных ситуаций, виды риска.
- 2 Регистрация и учет несчастных случаев.
- 3 Факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током, показатели пожароопасности.
- 4 Мероприятия по ликвидации последствий ЧС.

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

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
--	--------------------------------	--	---

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
1. Способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний;</li> <li>- методику самообразования, касающуюся устройства, принципах, назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления).</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для объяснения устройства,</li> </ul>	<p>Понимает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний;</li> <li>- методику самообразования, касающуюся устройства, принципах, назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления).</li> </ul> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания об устройстве и принципах, назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ,</li> </ul>	<p>Описывает и оценивает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы и приемы самоорганизации в получении и систематизации знаний; методику самообразования, касающуюся устройства, принципах, назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления).</li> </ul> <p>Демонстрирует знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объясняет принцип, назначение системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ),</li> </ul>

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
	<p>принципов, назначения системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p> <p>Владеть: -технологиями организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний об устройстве и назначении системы автоматического</p>	<p>основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p> <p>Анализирует: -технологии организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний об устройстве и назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем</p>	<p>классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p> <p>Дает оценку: технологиям организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки знаний об устройстве и назначении системы автоматического управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные</p>

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
	<p>управления (регулирования) авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ), классификацию основных типов автоматических систем управления современных АГТСУ, основные эксплуатационные режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p>	<p>автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p>	<p>режимы работы авиационных газотурбинных двигателей, основные характеристики и программы управления САУ (систем автоматического управления)и использовать информацию о работе систем для анализа их работоспособности.</p>
<p>2. Способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-3)</p>	<p>Знать: -методологию естественнонаучной сущности проблем работы САУ двигателем и подачей топлива, возникающих в ходе профессиональной деятельности, какие параметры, характеризующие работу САУ, имеют индикацию в кабине пилотов, какие возможные неисправности</p>	<p>Понимать: - методологию естественнонаучной сущности проблем работы САУ двигателем и подачей топлива, возникающих в ходе профессиональной деятельности, какие параметры, характеризующие работу САУ, имеют индикацию в кабине пилотов, какие возможные неисправности САУ имеют место при</p>	<p>Описывать, оценивать: - методологию естественнонаучной сущности проблем работы САУ двигателем и подачей топлива, возникающих в ходе профессиональной деятельности, какие параметры, характеризующие работу САУ, имеют индикацию в кабине пилотов, какие возможные неисправности САУ</p>

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
	<p>САУ имеют место при эксплуатации и привлекать для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, распознать причину отказа или неисправности САУ, контролировать работоспособность и выполнять диагностику САУ, привлекать для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками решения проблем, выявлять естественнонаучную сущность, возникающие в ходе профессиональной деятельности в сфере диагностики и мониторинга САУ двигателем и подачей топлива.</li> </ul>	<p>эксплуатации и привлекать для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</p> <p>Применяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыки решения проблем, выявляет естественнонаучную сущность проблематики, возникающей в ходе профессиональной деятельности в сфере диагностики и мониторинга САУ двигателем и подачей топлива, привлекает для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul> <p>Анализирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемы, возникающих в ходе профессиональной деятельности, распознает причину отказа или неисправности САУ, контролировать работоспособность и выполнять диагностику САУ, привлекает для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul>	<p>имеют место при эксплуатации и привлекать для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</p> <p>Демонстрирует знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решения проблем, выявлять естественнонаучную сущность, возникающие в ходе профессиональной деятельности в сфере диагностики и мониторинга САУ двигателем и подачей топлива, привлекает для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат</li> </ul> <p>Дает оценку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, распознает причину отказа или неисправности САУ, контролирует работоспособность и выполнять диагностику САУ, привлекает для решения проблем соответствующий физико-математический аппарат.</li> </ul>
5. Готовностью осуществлять	Знать: - методом	Понимать: - методологию поверки	Определять: - методологию



Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
<p>поверку технического состояния и остаточного ресурса авиационной техники и оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов (ПК-21).</p>	<p>логию осуществления поверки остаточного ресурса двигателя, техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов. Уметь: - осуществлять поверку остаточного ресурса двигателя, определять техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, организует профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности</p>	<p>остаточного ресурса двигателя, техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, систему организации профилактических осмотров и текущего ремонта с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.  Применяет знания как: - методологию поверки остаточного ресурса двигателя, определяет техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, организует профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов. Анализирует: - методы осуществления поверки технического состояния и остаточного ресурса двигателя, определяет техническое состояние систем САУ двигателем и подачей</p>	<p>поверки остаточного ресурса двигателя, определять техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, систему организации профилактических осмотров и текущего ремонта с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.  Показывает: - методологию поверки остаточного ресурса двигателя, определяет техническое состояние систем САУ двигателем и подачей топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, организует профилактические осмотры и текущий ремонт с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов. Дает оценку: - методам осуществления поверки технического состояния и остаточного ресурса</p>

Формулировка осваиваемой части компетенции	Этапы формирования компетенции	Показатели (на что направлена или в чем выражается определенная способность)	Критерии (какими чем оценивается способность)
	полетов. Владеть: - методами осуществления поверки технического состояния и остаточного ресурса двигателя, методологией определения технического состояния систем САУ двигателем и подачей топлива, методами и способами выявления отказов и неисправностей	топлива, методы и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, способы организации профилактических осмотров и текущего ремонта с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.	двигателя, техническому состоянию систем САУ двигателем и подачей топлива, методам и способы выявления отказов и неисправностей САУ в эксплуатации, организации профилактических осмотров и текущего ремонта с целью поддержания летной годности воздушных судов и обеспечения безопасности полетов.

На экзамен выносятся вопросы, охватывающие все содержание учебной дисциплины.

Знания обучающихся оцениваются по четырех бальной системе с выставлением обучающимся итоговой оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно».

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 проследить 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 вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» при приеме экзамена выставляется в случае: грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса; актуальность используемых в сообщении сведений; удовлетворительное качество изложения материала.

Оценка «удовлетворительно» при приеме экзамена выставляется в случае: отсутствия грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса.

Оценка «не удовлетворительно» при приеме экзамена выставляется в случае: отказа обучающегося от ответа по билету с указанием, либо без указания причин; невозможности изложения обучающимся учебного материала по двум или всем вопросам; допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по двум или всем вопросам; скрытное или явное использование обучающимся при подготовке к ответу нормативных источников, основной и дополнительной 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.

Обучающийся имеет право отказаться от ответа по выбранному вопросу с указанием, либо без указания причин и взять другой вопрос. 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.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **9.6.1 Примерный перечень контрольных вопросов и задания для проведения текущего и промежуточного контроля успеваемости в форме устного опроса**

Тема 1 Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)

1 Дайте обоснование необходимости применения САУ (САР) для обеспечения надежного и эффективного управления АГТСУ.

2 Изложите краткие сведения об истории развития САУ.

3 Дайте определение САУ (САР) АГТСУ, состав, назначение, основные требования. Системы и устройства силовых установок, работа которых управляется с помощью автоматических систем.

4 Поясните классификацию основных типов АС управления современных АГТСУ.

5 Перечислите свойства САУ (САР).

Тема 2 Управление авиационными ГТД

- 1 Перечислите основные эксплуатационные режимы работы авиационных ГТД.
- 2 Дайте понятия регулируемым параметрам (РП) и регулирующим факторам (РФ) авиационных ГТД.
- 3 Какие требования предъявляются к регулируемым параметрам (РП).
- 4 Перечислите программы регулирования ТРД, ТРДД, ТВД, ТВад.
- 5 Как изменение различных параметров двигателей при изменении внешних условий ( $p_n^*$  и  $T_n^*$ ) влияет на программу регулирования.
- 6 Перечислите основные свойства ГТД, как объекта регулирования.

Тема 3 Упрощенная схема системы управления двигателем и подачей топливом

- 1 Расскажите о вычислительной и измерительной части гидромеханического устройства (регулятора).
- 2 Объясните работу регулятора при изменении режима работы двигателя и изменении внешних условий ( $p_n^*$  и  $T_n^*$ ).

Раздел 2 Системы автоматического управления (регулирования) двигателем и подачей топлива

Тема 4 Эволюция развития и основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива

- 1 Расскажите об эволюции развития САУ (САР) двигателем и подачей топлива.
- 2 Перечислите основные задачи САУ (САР) двигателем и подачей топлива.

Тема 5 Режимы работы самолетов коммерческих авиалиний

- 1 Какие режимы работы ТРДД, сертифицированных в соответствии с EASACS-E и FAR33 Вы знаете.
- 2 Каковы особенности режима МГ. Двигатели со слабой зависимостью тяги от внешних условий ( $p_n^*$  и  $T_n^*$ ).

Тема 6 Программы управления (регулирования) САУ (САР) двигателем и подачей топлива

- 1 Как происходит регулирование частоты вращения ротора высокого давления (N2).
- 2 Как происходит регулирование частоты вращения ротора низкого давления (N1) и степени повышения давления в двигателе.

## Тема 7 Гидромеханические САУ (САР) двигателем и подачей топлива

- 1 Работа САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: АИ-25.
- 2 Работа САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: CFM56-2.
- 3 Работа САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТВЗ-117.

## Тема 7 Полуэлектронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива

- 1 Объясните САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТРДД: SaM146.
- 2 Объясните САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТРДД: CFM56-3 (CF6-80C2) версии с РМС.
- 3 Объясните САУ (САР) двигателем и подачей топлива двигателей: ТВД.

## Тема 8 Электронные САУ (САР) двигателем и подачей топлива типа «FADEC»

- 1 Каковы основные задачи САУ (САР) типа «FADEC».
- 2 Объясните устройство САУ (САР) типа «FADEC».
- 3 Расскажите об Интерфейсах «Самолет/Двигатель». САУ (САР) двигателем и подачей топлива конкретных двигателей: ТРДД: CFM56 (5B, 7B), RB211-535E4, V2500-A5, PW4000, Trent500, SaM146, ПС-90, Д-30.
- 4 Каковы направления развития в разработке систем «FADEC».

### 9.6.2 Примерный перечень тем докладов

- 1 Перечислите системы и устройства силовых установок, работа которых управляется с помощью АС. Дайте определение САУ АГТСУ в соответствии с ГОСТ 23851-79.
- 2 Дайте классификацию основных типов АС управления, перечислите их типы и поясните каждый из них.
- 3 По каким признакам классифицируются режимы работы двигателя? Перечислите основные эксплуатационные режимы работы ГТД и охарактеризуйте каждый из них.
- 4 Дайте определение таких понятий, как управляемый (регулируемый) параметр, регулирующий фактор и программа управления (регулирования), перечислите основные из них. Назовите управляющие органы (УО) различных ГТД.
- 5 Требования к управляемым (регулируемым) параметрам. Каково количественное соотношение между числом управляемых параметров (УП), числом регулирующих факторов (РФ) и числом регуляторов?



6 Какие параметры называются ограничиваемыми? Перечислите основные ограничиваемые параметры и охарактеризуйте каждый из них.

7 Программа регулирования одновального (однокаскадного) одноконтурного турбореактивного двигателя (ТРД).

8 Программа регулирования двухвального (двухкаскадного) одноконтурного турбореактивного двигателя (ТРД).

9 Программа регулирования двухконтурного турбореактивного двигателя(ТРДД).

10 Программа регулирования турбовинтового двигателя (ТВД).

11 Программа регулирования турбовального двигателя (ТВаД).

12 Покажите изменение основных регулируемых параметров ( $n_n, n_v, T_r^*$ ) типичного двухвального одноконтурного ТР с нерегулируемым соплом при изменении внешних условий (числа М) для различных программ управления и объясните характер их изменений.

13 Дайте классификацию систем двигателя и их краткую характеристику.

### **9.6.3 Примерный перечень вопросов к экзамену для проведения промежуточного контроля по дисциплине**

1 Дайте определение и состав авиационной газотурбинной силовой установки (АГТСУ) в соответствии с ГОСТ 23851-79.

2 Обоснуйте необходимость применения САУ (САР) для обеспечения надежного и эффективного управления АГТСУ.

3 Сколько поколений в своем развитии насчитывает топливопитающая и топливорегулирующая аппаратура, охарактеризуйте каждое из них.

4 Охарактеризуйте ГТД (как объект управления) с точки зрения управления им.

5 Какие возмущающие воздействия действуют на ГТД, как объект управления? Охарактеризуйте каждое и них.

6 Дайте определение автоматической системе (АС) управления. Изобразите функциональную схему АС замкнутого типа.

7 Дайте определение системе автоматического регулирования (САР). В чем отличие САР от САУ?

8 Перечислите основные элементы САУ (САР), регулятора, датчика и сервомеханизма на примере функциональной схемы типовой САР. Дайте определение каждому из них и приведите их примеры.

9 Назначение и задачи, решаемые САУ (САР), предъявляемые к ним требования.

10 Перечислите системы и устройства силовых установок, работа которых управляется с помощью АС. Дайте определение САУ АГТСУ в соответствии с ГОСТ 23851-79.

11 Дайте классификацию основных типов АС управления, перечислите их типы и поясните каждый из них.

12 По каким признакам классифицируются режимы работы двигателя? Перечислите основные эксплуатационные режимы работы ГТД и охарактеризуйте каждый из них.

13 Дайте определение таких понятий, как управляемый (регулируемый) параметр, регулирующий фактор и программа управления (регулирования), перечислите основные из них. Назовите управляющие органы (УО) различных ГТД.

14 Требования к управляемым (регулируемым) параметрам. Каково количественное соотношение между числом управляемых параметров (УП), числом регулирующих факторов (РФ) и числом регуляторов?

15 Какие параметры называются ограничиваемыми? Перечислите основные ограничиваемые параметры и охарактеризуйте каждый из них.

16 Программа регулирования одновального (однокаскадного) одноконтурного турбореактивного двигателя (ТРД).

17 Программа регулирования двухвального (двухкаскадного) одноконтурного турбореактивного двигателя (ТРД).

18 Программа регулирования двухконтурного турбореактивного двигателя (ТРДД).

19 Программа регулирования турбовинтового двигателя (ТВД).

20 Программа регулирования турбовального двигателя (ТВаД).

21 Покажите изменение основных регулируемых параметров ( $n_n$ ,  $n_v$ ,  $T_g^*$ ) типичного двухвального одноконтурного ТР с нерегулируемым соплом при изменении внешних условий (числа М) для различных программ управления и объясните характер их изменений.

22 Дайте классификацию систем двигателя и их краткую характеристику.

23 Из каких систем и элементов состоит типовая топливная система (на примере принципиальной схемы двигателя CFM56-3)?

24 Топливная система типичного ТРД (на примере топливной системы двигателя CFM56-3). Краткая характеристика компонентов системы.

25 Основные задачи системы управления двигателем и подачей топлива.

26 Как в ТРДД с помощью топливodoзирующего устройства (FCU) осуществляется регулирование частоты вращения ротора высокого давления (N2)?

27 Какой параметр двигателя использует система управления двигателем для регулирования тяги (в зависимости от фирмы производителя двигателя)?

28 Как осуществляется регулирование тяги двигателя гидромеханическими системами управления двигателем и подачей топлива (на примере двигателей CFM56-3 и CF6-80C2)?

29 Режимы работы двухконтурных двигателей самолетов коммерческих авиалиний.

30 Из каких основных частей состоит упрощенная схема управления расходом топлива (гидромеханическое устройство). Состав вычислительной

и измерительной части, их назначение и совместная работа по регулированию частоты вращения двигателя.

31 Принцип дозирования топлива измерительной частью регулятора подачи топлива.

32 Работа регулятора подачи топлива при неизменном положении РУД и изменяющихся внешних условиях на примере простого топливодозирующего устройства (типа.FCU).

33 Работа регулятора подачи топлива при неизменных внешних условиях и изменяющемся положении РУД на примере простого топливодозирующего устройства (типа.FCU).

34 Система управления двигателем и подачей топлива CFM56-3. Состав системы, входные и выходные сигналы. Совместная работа гидромеханического блока (МЕС) и блока управления мощностью (РМС) по управлению тягой.

35 Какими вспомогательными системами двигателя управляет гидромеханический блок (регулятор подачи топлива)? происходить на примере одной из них.

36 Классификация датчиков двигателя, используемых для управления двигателем и мониторинга.

37 Система управления двигателем и подачей тягой ТРДД CF6-80C2 (версия с РМС). Состав системы, входные и выходные сигналы. Назначение системы серво управления и перепускного клапана. Совместная работа гидромеханического блока (МЕС) и блока управления мощностью (РМС) по тяге

38 В чем преимущество цифровой системы управления двигателем с полной ответственностью (FADEC) перед гидромеханической системой управления?

39 Назначение САУ FADEC, охарактеризуйте решаемые задачи.

40 Состав САУ FADEC, функциональная схема. Назначение и состав электронного регулятора (ЕЕС). Питание ЕЕС.

41 Какое программное обеспечение используется в ЕЕС, за что отвечает каждое из них? Как осуществляется перепрограммирование ЕЕС? Какая информация хранится в заглушке входных данных?

42 Типы датчиков, используемых в составе САУ FADEC, какие параметры и сигналы измеряются, где они установлены?

43 Назначение, состав топливодозирующего устройства НМУ (FCU). В чем отличие друг от друга устройств МЕС, НМУ, FCU, FMU?

44 Для чего нужен интерфейс «Самолет/ Двигатель», как он осуществляется на самолетах А320 и В737NG?

45 Для чего нужна система управления компрессором, и какие системы используются на ТРДД, их работа на неустойчивом режиме?

46 Для чего нужна система управления радиальными зазорами турбины и как она работает?

47 Система «FADEC» двигателя CFM56-5B.

48 Система «FADEC» двигателя V2500-A5.

49 Система «FADEC» двигателя TRENT500.

50 Назовите основные направления развития в разработке систем «FADEC».

51 На каких зарубежных самолетах и вертолетах стоят авиадвигатели с САУ типа «FADEC» и чем они отличаются друг от друга?

52 С каких годов, и на какие отечественные гражданские и военные самолеты стали устанавливать двигатели с САУ типа «FADEC», приведите пример функциональной схемы одной из них?

53 Из каких основных элементов состоит типовое автоматическое управляющее устройство (регулятор)? Охарактеризуйте каждый элемент, как с точки конструкции и его работы в составе регулятора.

54 Покажите изменение основных параметров авиационных ГТД при изменении внешних условий для различных программ регулирования.

55 Что вы можете рассказать о сертифицированных режимах в определенных уровнях тяги, задаваемых пилотом?

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

Изучение дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями» обучающимися организуется в следующих формах: лекции, практические занятия, лабораторная работа 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 «Автоматика управления авиационными двигателями». Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, 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 дисциплинам, чтобы основное время уделить специфическим вопросам дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями». 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 рубрику материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающимся в процессе самостоятельной работы, подготовке к практическим занятиям, лабораторным работам, выполнении докладов, при подготовке к сдаче экзамена.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки в области мониторинга, устранения неисправностей и технического обслуживания систем воздушных судов и авиационных двигателей. Вместе с тем, на этих занятиях, 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 обучающимися 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, подготовки к предстоящим занятиям.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с нормативно-



правовыми актами, научной и учебной литературой, другими источниками, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать ситуации, подготавливать доклады, овладевать профессионально необходимыми навыками. 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, подготовка докладов;

В процессе изучения дисциплины «Автоматика управления авиационными двигателями» 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 № 24 «Авиационной техники и диагностики»

« 15 » август 2018 года, протокол № 10 .

Разработчики:

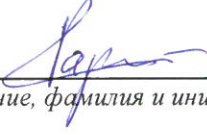
старший преподаватель

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Петрова Т.В.

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»:

д.т.н., доцент, с.н.с.

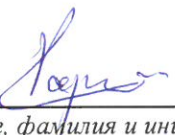
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Тарасов В.Н.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

д.т.н., доцент, с.н.с.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Тарасов В.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «14» февраль 2018 года, протокол № 5 .