

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«» 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Авиационные двигатели»

Направление подготовки	24.03.04 Авиастроение
Направленность (профиль) образовательной программы	Самолетостроение
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»


Разработчик рабочей программы:

Профессор, доцент, доктор технических наук

 Бобков А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Авиастроение»

 Марьин С.Б.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Авиационные двигатели» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России Федерации №81 от 05.02. 2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки по направлению «24.03.04 Авиастроение», профиль «Самолетостроение».

<p>Задачи дисциплины</p>	<p>Приобрести знания по конструкции авиационных двигателей и устройств, обеспечивающих их нормальную работу; Изучить:</p> <ul style="list-style-type: none"> - процессы организации работы двигателя на всех режимах полета - классификацию авиационных двигателей, - способы создания тяги двигателей, - конструктивно-силовые схемы авиационных двигателей и агрегатов, обслуживающих двигатели, <p>Владеть знаниями по основной терминологии и символики, используемых для обеспечения эффективной работы двигателя.</p>
<p>Основные разделы / темы дисциплины</p>	<p>Раздел 1 Классификация и общие сведения об авиационных двигателях. Тема 1.1 Авиационный двигатель, как основа силовой установки летательных аппаратов (ЛА). Классификация авиационных двигателей (АД). Тема 1.2 Типы и характеристики силовых установок, применяемых в современных беспилотных летательных аппаратах (БЛА) гражданского и военного назначения. Тема 1.3 Сертификация авиационных двигателей, их производства и систем менеджмента качества этого производства.</p> <p>Раздел 2 Конструкция авиационных двигателей Тема 2.1 Отличия в конструкции турбореактивных, турбовинтовых и вертолетных газотурбинных двигателей (ГТД). Тема 2.2 Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД): компоновочные решения и перспективы совершенствования конструкции. Тема 2.3 Функциональное назначение и особенности конструкции вспомогательных авиационных силовых установок, а также двигателей для самолетов вертикального взлета и посадки. Тема 2.4 Основы рабочего процесса ГТД, как тепловой машины. Простой газотурбинный цикл. Тема 2.5 Топлива и масла силовых установок.</p> <p>Раздел 3 Основные агрегаты авиационных газотурбинных двигателей. Тема 3.1 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы воздухозаборников и входных устройств, а также выходных устройств и реактивных сопел. Тема 3.2 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы осевых и центробежных компрессоров. Тема 3.3 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы камеры сгорания. Тема 3.4 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы осевых центростремительных турбин.</p> <p>Раздел 4 Конструкция авиационных газотурбинных двигателей и стартеров. Тема 4.1 Конструкция турбовинтового двигателя самолёта Л- 410. Тема 4.2 Конструкция турбовального двигателя вертолёт Ми-2. Тема 4.3 Конструкция турбостартера ТС-21.</p>

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Авиационные двигатели» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	ОПК-5.1. Знает подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники. ОПК-5.2. Умеет применять методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники. ОПК-5.3 Владеет навыками применения современных производственных и компьютерных технологий для решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Знать: тенденции развития авиационного двигателестроения в области пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. Уметь: проводить расчёт удельных характеристик авиационного газотурбинного двигателя. Владеть навыками: проведения расчётов и графического моделирования в современных CAD CAE системах при выполнении расчётно-графических работ.

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Авиационные двигатели» изучается на 4 курсе, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин и практик: "Конструкция самолетов и вертолетов", "Электротехника и электроника", "Современные авиационные материалы", Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)", "Композиционные авиационные материалы".

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Авиационные двигатели», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Авиационные двигатели» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Авиационные двигатели» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, а также ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	48
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16
	0
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
	12*
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	36

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические)	Лабораторные	

		занятия)	заня- тия	
Раздел 1 Классификация и общие сведения об авиационных двигателях				
Тема 1.1 Авиационный двигатель, как основа силовой установки ЛА. Классификация авиационных двигателей (АД).	2	1	0	6
Тема 1.2 Типы и характеристики силовых установок, применяемых в современных беспилотных летательных аппаратах (БЛА) гражданского и военного назначения.	2	1	0	6
Тема 1.3 Сертификация авиационных двигателей, их производства и систем менеджмента качества этого производства.	2	1	0	8
Раздел 2 Конструкция авиационных двигателей				
Тема 2.1 Отличия в конструкции турбореактивных, турбовинтовых и вертолетных газотурбинных двигателей (ГТД).	2	1	2*	8
Тема 2.2 Двухконтурные турбореактивные двигатели (ТРДД): компоновочные решения и перспективы совершенствования конструкции.	1	1	0	8
Тема 2.3 Функциональное назначение и особенности конструкции вспомогательных авиационных силовых установок, а также двигателей для самолетов вертикального взлета и посадки.	1	1	0	8
Тема 2.4 Основы рабочего процесса ГТД, как тепловой машины. Простой газотурбинный цикл.	1	2		8
Тема 2.5 Топлива и масла силовых установок ЛА.	1	1		8
Раздел 3 Основные агрегаты авиационных газотурбинных двигателей				
Тема 3.1 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы воздухозаборников и входных устройств, а также выходных устройств и реактивных сопел.	1	1	2	8
Тема 3.2 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы осевых и центробежных компрессоров.	1	2	2	8
Тема 3.3 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы камеры сгорания.	1	2	2	6
Тема 3.4 Конструкция, характеристики, параметры эффективной работы осевых центростремительных турбин.	1	2*	2*	8

Раздел 4 Конструкция авиационных газотурбинных двигателей и стартеров				
Тема 4.1 Конструкция турбовинтового двигателя самолёта Л-410.	0	0	2*	2
Тема 4.2 Конструкция турбовального двигателя вертолёт Ми-2.	0	0	2*	2
Тема 4.3 Конструкция турбостартера ТС-21.	0	0	2*	2
ИТОГО по дисциплине	16	16	16	96
*Занятия проводятся в форме практической подготовки с использованием макета самолёта-истребителя СУ-15, а также макетов авиационных и ракетных жидкостно-реактивных двигателей в зале «Конструкция самолётов»				

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	52
Подготовка к занятиям семинарского типа	24
Подготовка и оформление Расчётно-графической работы	20
Итого	96

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Основная литература

1. Гусева, Р. И. Особенности конструкции, организация работы авиационных двигателей : учеб. пособие / Р. И. Гусева. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 100 с.
2. Скубачевский, Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели. Конструкция и расчет деталей / Г. С. Скубачевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1974. – 520 с.
3. Иноземцев, А. А. Авиационный двигатель [Электронный ресурс] : учебник / Иноземцев А.А., Коняев Е.А., Медведев В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 320 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Максимов, Н. А. Двигатели самолетов и вертолетов / Н. А. Максимов, В. А. Секистов. – М. : Воениздат, 1977. – 343 с.
2. Теория воздушно-реактивных двигателей / под ред. С. М. Шляхтенко. – М. : Машиностроение, 1975. – 568 с.
3. Пономарев, Б. А. Настоящее и будущее авиационных двигателей / Б. А. Пономарев. – М. : Воениздат, 1982. – 240 с.
4. Нечаев, Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей. В 2 ч. Ч. 2 / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – М. : Машиностроение, 1978. – 336 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

8.3.1 Методические указания для студентов по выполнению

Расчётно-графической работы

Расчётно - графическая работа (РГР) представляет собой индивидуальную, самостоятельно выполненную учебную работу студента, в которой он должен использовать теоретические знания объекта изучения, умения проводить аналитические расчёты по типовым алгоритмам и навыки выполнения графиков, чертежей или схем.

Тему РГР студенту назначает преподаватель, преподающий данную дисциплину.

РГР содержит пояснительную записку и графическую часть.

Пояснительная записка состоит из следующих структурных элементов:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение (до 2-х стр.).
- Основную часть (15-20 стр.).
- Заключение (1 стр.).
- Список использованных источников (1-2 стр.).
- Приложения (при необходимости, без ограничения объёмов).

В содержании приводятся наименования структурных частей РГР, разделов и подразделов его основной части с указанием номера страницы, с которой начинается соответствующая часть: раздел, подраздел.

Во введении дается общая характеристика темы РГР: обосновывается **актуальность** заданной темы; определяется **цель** работы и **задачи**, подлежащие решению для ее достижения. Описываются объект и предмет расчётно - графической работы, информационная база расчётов, а также кратко характеризуется структура РГР по разделам.

Основная часть должна содержать материал, необходимый для достижения поставленной цели выполнения расчётов и графической части. Она должна включать 2-3 раздела, каждый из которых, в свою очередь, содержит 2-3 подраздела.

Содержание основной части должно точно соответствовать цели РГР, раскрывая описание решения поставленных во введении задач. Поэтому заголовки разделов и подразделов, как правило, должны соответствовать формулировкам задач РГР. Заголовок "ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ" в содержании РГР быть не должно.

1-й раздел основной части РГР может нести теоретический, методологический или аналитический характер.

Обязательным для РГР является логическая связь между разделами и подразделами, последовательное описание расчётов и графической части на протяжении всей работы, самостоятельное изложение материала, аргументированность выводов. Обязательным является наличие в основной части РГР **ссылок** на использованные источники.

Изложение необходимо вести с помощью неопределенно-личных предложений типа «На втором этапе исследуются следующие подходы...», «Проведенное исследование позволило доказать...» и т.п.

В заключении последовательно излагаются выводы, к которым пришел студент в ре-

зультате выполнения РГР. Заключение должно кратко характеризовать решение всех поставленных во введении задач и достижение цели РГР.

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности решаемой задачи. Количество источников в списке определяется студентом самостоятельно. Для РГР рекомендуется от 10 до 20 источников. При этом в списке обязательно должны присутствовать источники, появившиеся за последние 5 лет, а также ГОСТы, ОСТы, регламентирующие деятельность в соответствующей отрасли.

В приложения следует разместить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст (таблицы вспомогательных данных, инструкции, методики, формы документов и т.п.).

Графическая часть, как правило, содержит чертёж (рабочий или сборочный), иллюстрацию или схему (принципиальную или структурную).

Оформление пояснительной записки РГР

Правила оформления реферата регламентированы РД ФГБОУ ВО КНАГТУ 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». - Введ. 2016-03-10. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. - 56 с.

РД размещён на сайте КНАГУ, в разделе "Локальные акты университета (СМК)", по ссылке https://knastu.ru/university/quality_management

Оформление графической части РГР

Графическая часть должна быть оформлена в соответствии с нормами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) на листах ватмана формата А1 или в виде электронного документа - файла, выполненного, например, в САД системе.

Критерии оценки РГР

1. Степень полноты расчётов и графической части работы предполагает:
 - соответствие содержания теме РГР;
 - полноту и глубину раскрытия основных понятий;
 - обоснованность теоретических положений и алгоритмов расчёта;
 - умение работать с источниками информации, систематизировать и структурировать материал;
 - умение обобщать, делать выводы, сопоставлять возможные альтернативные варианты достижения поставленной цели.
2. Обоснованность выбора источников информации оценивается:
 - актуальностью использования источника по проблеме;
 - привлечением наиболее известных и новейших источников информации по проблеме (изобретения, полезные модели, журнальные и интернет публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
3. Соблюдение требований к оформлению РГР определяется степенью соответствия работы требованиям РД ФГБОУ ВО КНАГТУ 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». В частности это относится к оформлению:
 - заголовков разделов и подразделов;
 - рисунков;
 - таблиц;
 - ссылок на используемые источники;
 - приложений.
4. Степень заимствования фрагментов чужих научно-технических материалов без указания источника заимствования (плагиат) не может превышать **30%**.

Кроме того, на итоговую оценку будет влиять уровень грамотности и культуры изло-

жения материала, владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы.

Защита РГР

РГР представляется преподавателю на заключительном этапе изучения дисциплины как результат итоговой самостоятельной работы студента. Самостоятельность выполнения и степень усвоения учебного материала выявляется в процессе защиты РГР в виде диалога с преподавателем "вопрос-ответ". Защита осуществляется во время аудиторных занятий, предусмотренных учебным планом или при индивидуальном собеседовании.

Если РГР подразумевает публичную защиту, то выступающему следует заранее подготовить презентацию к выступлению, а преподавателю и возможным оппонентам из числа студентов ознакомиться с работой.

8. 3.2 Методические указания по оформлению рабочей тетради для практических и лабораторных работ

При оформлении рабочей тетради по практике или лабораторным работам рекомендуется придерживаться следующих основных правил:

В тетради обязательно выделяются отдельные части. Необходимо разграничивать заголовки, подзаголовки, выводы, обособлять одну тему от другой. Выделение можно делать подчеркиванием, другим цветом. Рекомендуется делать отступы для обозначения абзацев и пунктов плана, пробельные строки для отделения одной мысли от другой, нумерацию. Если определения, формулы, правила, законы в тексте можно сделать более заметными, их заключают в рамку.

Не начинать записывать материал с первых абзацев раздаточного материала. Сначала необходимо постараться понять смысл напечатанного, а затем, приступая к записи, коротко сформулировать смысл прочитанного.

Записи нужно создавать с использованием принятых условных обозначений и аббревиатур (сокращённых слов), знаках равенства и неравенства, больше и меньше Конспектируя, необходимо употреблять разнообразные знаки: указатели и направляющие стрелки, восклицательные и вопросительные знаки, сочетания PS (послесловие) и NB (обратить внимание). Например, слово «следовательно» вы можете обозначить математической стрелкой =>. В результате, выработается свой собственный знаковый набор, создавать конспект, а после и изучать его будет проще и быстрее.

Трудоёмкость конспектирования снижает использование сокращений часто упоминаемых терминов, например, АД (авиационный двигатель), ЛА (летательный аппарата), ГГС (газовые и гидравлические системы) и т.п. Сокращение типа «д-ль» (двигатель) и подобные им использовать не следует, так как впоследствии большое количество времени уходит на расшифровку, а чтение конспекта не должно прерываться посторонними действиями и размышлениями. Лучше всего разработать собственную систему сокращений и обозначать ими во всех записях одни и те же слова (и не что иное). Необходимо стараться избегать сложных и длинных рассуждений.

При конспектировании лучше пользоваться повествовательными предложениями, избегать самостоятельных вопросов. Вопросы уместны на полях конспекта.

Не нужно стараться зафиксировать материал дословно. Второстепенные слова нужно отбрасывать, без которых главная мысль не теряется.

Если в учебном материале встречаются непонятные термины, можно оставить место, а после занятий уточнить их значение у преподавателя.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
2. Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам // Электронный ресурс [Режим доступа: свободный] <http://window.edu.ru/>.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Репозиторий СГАУ http://repo.ssau.ru/handle/01-Uchebnye-materialy/79?subject_page=1

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian	Лицензионный сертификат № 47019898 от 11.06.2010 Microsoft® Windows Professional 7 Russian Лицензионный сертификат № 46243844 от 09.12.2009
OpenOffice свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html (Программа распространяется на условиях GNU General Public License) Microsoft® Windows Professional 7 Russian	Лицензионный сертификат № 46243844 от 09.12.2009

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой практическую детализацию теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является технический анализ конструкций авиационных двигателей ЛА, изучение раздаточного материала и нормативной документации (ГОСТов, ОСТов, СТП), относящихся к изучаемым темам, а также проведение лабораторных работ на стендовом оборудовании. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам дисциплины.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, задаваемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- полнота и правильность оформления отчетов о самостоятельной работе.

В рамках лабораторных работ проверяется степень владения теоретическим материалом, способность проведения технического анализа конструкции макета АД, а также навыки составления принципиальных схем систем и агрегатов авиационных двигателей.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке дисциплины обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Состав учебно-лабораторного оборудования, используемого в учебном процессе по дисциплине "Авиационные двигатели" представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 112 3 корпус	Мультимедийный класс ФАМТ	Экран, мультимедиа проектор, персональный компьютер
Ауд. 124 3 корпус	Вычислительный центр ФАМТ	12 персональных компьютеров Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиационных двигателей»	Макет двигателя самолёта Л-410.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиационных двигателей»	Макет двигателя вертолёт МИ-2.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиационных двигателей»	Макет ЖРД ракеты комплекса ПВО С-200.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиационных двигателей»	Макет турбостартёра.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиационных двигателей»	Макет жаровой камеры трубной камеры сгорания.
111/3а	Лаборатория «Конструкция авиаци-	Макет турбохолодильника самолёта

10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в дисциплине предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине**

«Авиационные двигатели»

Специальность	24.03.04 Авиастроение
Специализация	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	Очная, очно- заочная
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Авиастроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-5 Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	ОПК-5.1. Знает подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники. ОПК-5.2. Умеет применять методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники. ОПК-5.3 Владеет навыками применения современных производственных и компьютерных технологий для решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Знать: тенденции развития авиационного двигателестроения в области пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. Уметь: проводить расчёт удельных характеристик авиационного газотурбинного двигателя. Владеть навыками: проведения расчётов и графического моделирования в современных CAD CAE системах при выполнении расчётно-графических работ.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1	ОПК-5.1	Экспресс-тест на практическом занятии	Правильность ответов на вопросы теста.
Разделы 2	ОПК-5.1	Экспресс-тест на практическом занятии	Правильность ответов на вопросы теста.
Разделы 3	ОПК-5.3	РГР	Полнота и правильность оформления пояснительной записки и графической части РГР.
Раздел 4	ОПК-5.1	Лабораторные работы	Правильность ответов на контрольные вопросы по лабораторной работе.

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Экспресс-тест	В течение семестра (12 экспресс-тестов на практических занятиях)	60 баллов	5 баллов - студент правильно ответил на вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала.
			4 балла - студент ответил на вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.
			3 балла - студент ответил на вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала.
			2 балла - при ответе на вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
			5 баллов - студент выполнил задание по лабораторной работе. Показал отличные знания по результатам изучения указанных элементов силовых установок ЛА. Ответил на все дополнительные вопросы на защите лабораторной работы.
			4 балла - студент выполнил задание по лабораторной работе. Показал хорошие знания по результатам изучения указанных элементов силовых установок ЛА. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите лабораторной работы.

			<p>3 балла - студент не полностью выполнил задание по лабораторной работе. Показал удовлетворительные знания по результатам изучения указанных элементов силовых установок ЛА. При ответах на дополнительные вопросы допустил много неточностей.</p>
			<p>2 балла - студент не выполнил задание по лабораторной работе. При ответах на дополнительные вопросы допустил множество неточностей.</p>
			<p>20 баллов - студент раскрыл заданную тему в полном объеме. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p>
			<p>15 баллов - студент раскрыл заданную тему с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. На защите ответил на большинство вопросов.</p>
			<p>10 баллов - студент раскрыл заданную тему с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на вопросы было допущено много неточностей.</p>
			<p>8 баллов - при выполнении РГР студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками решения задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>
Текущий контроль		100 баллов	
Экзамен		60 баллов	
ИТОГО:		160 баллов	

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

0 - 64 % от максимально возможной суммы баллов - «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

65 - 74 % от максимально возможной суммы баллов - «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 - 84 % от максимально возможной суммы баллов - «хорошо» (средний уровень); 85 -

100 % от максимально возможной суммы баллов - «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

**Вопросы экспресс- теста по разделу 1
«Классификация и общие сведения об авиационных двигателях»**

1. Перечислите функции, выполняемые устройствами, агрегатами и системами авиационного двигателя ЛА.
2. В чём заключается отличие в понятиях авиационный двигатель и силовая установка?
3. В чём заключается принципиальное различие между ПВРД и ГТД?

**Вопросы экспресс- теста по разделу 2
«Конструкция авиационных двигателей»**

1. Сформулируйте отличия в конструкции турбореактивных и турбовинтовых газотурбинных двигателей.
2. Сформулируйте отличия в конструкции турбовинтовых и вертолётных газотурбинных двигателей.
3. К какому типу двигателей относится понятие "холодный" контур?

**Вопросы экспресс- теста по разделу 3
«Основные агрегаты авиационных газотурбинных двигателей»**

1. Чем характеризуется понятие топливная эффективность авиационного двигателя?
2. Перечислить известные вам типы авиационного топлива.
3. Что такое эмиссия в приложении к авиационному двигателю?

**Вопросы экспресс- теста по разделу 4
«Конструкция авиационных газотурбинных двигателей и стартеров»**

1. В чём заключается функция стартера авиационного двигателя?
2. В чём сходство и различия в двигателях самолёта Л-410 и вертолёта Ми-2?
3. Какие типы турбин входят в двигатель самолёта Л-410?

Задания на расчётно-графическую работу

РГР - письменная расчётно-графическая работа, содержащая результаты расчёта скоростных и срывных характеристик, термодинамических циклов, принципиальных схем и иных параметров АД.

Исходные данные для выполнения РГР выбираются по номеру варианта, указанному преподавателем. Как правило, этот вариант соответствует порядковому номеру фамилии обучающегося в списке группы. Список заданий на расчётно-графическую работу ежегодно обновляется.

Ниже, в таблице 4, приведены варианты исходных данных для выполнения РГР.

Задание № 1

Определите и зарисуйте принципиальную схему реактивного двигателя, выполняющего полет на скорости 800 км/ч. Исходя из условия, подберите марку двигателя, назовите основные агрегаты двигателя и охарактеризуйте их.

Задание № 2

Постройте скоростную характеристику для двигателя АЛ-31Ф.

Задание № 3

Составьте примерный термодинамический цикл двигателя АЛ-21 Ф.

Задание № 4

Постройте срывные характеристики для камер сгорания двигателя АЛ-31Ф.

Задание № 5

Расчитайте удельный расход двигателя при скорости полета 900 км/ч. Тип самолета и двигатель выберите самостоятельно.

Задание № 6

Самолет -истребитель имеет скорость полета 1,8 Маха. Составьте компоновочную схему двигателя.

Задание № 7

Постройте принципиальную схему реактивного двигателя, выполняющего полет на скорости 900 км/ч.

Задание № 8

Постройте эксплуатационную характеристику для двигателя АЛ-21Ф. Самолет выберите самостоятельно.

Задание № 9 Постройте высотную характеристику для двигателя АЛ-41Ф. Самолет выберите самостоятельно.

Задание № 10

Подберите газовую турбину для двигателя АЛ-31 Ф. Объясните ее работу.

Экзаменационные вопросы

1. Классификация авиационных двигателей (АД) по способу создания тяги.
2. Организация процесса горения в камерах сгорания.
3. Что такое АД прямой реакции.
4. Что такое "зона смешения" и «зона горения» в камерах сгорания.
5. Что такое АД непрямой реакции.
6. Шумоглушащие сопла в авиационных двигателях.
7. Опишите принципиальную схему работы двухконтурного турбореактивного двигателя (ТРДД).
8. Как организовано устойчивое горение в камерах сгорания, в зависимости от изменения числа оборотов ротора компрессора.

9. Работа осевой турбины, межлопаточные каналы, перепады давлений, температуры.
10. Конструктивные отличия турбореактивного двигателя (ТРД), турбовинтового двигателя (ТВД) и двухконтурного турбореактивного двигателя (ТРДД).
11. Дроссельная характеристика воздухозаборника.
12. Типы и назначение газовых турбин.
13. Реактивные сопла авиационных двигателей.
14. Что такое помпаж компрессора.
15. Основные элементы осевых турбин.
16. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели ПВРД – принцип работы
17. Изменение параметров газового потока в турбине.
18. Термодинамический цикл ТРД.
19. Типы лопаток у осевой турбины.
20. Конструкция ТРД.
21. Конструкция ТВД.
22. Типы компрессов и их назначение.
23. Системы создания обратной тяги сопла.
24. Принципиальная схема ТРДД, особенности по сравнению с ТРД.
25. Что такое ступень компрессора, вал компрессора.
26. Для чего применяют форсажную камеру.
27. Изменение скорости и давления по каналу компрессора.
28. Режимы работы АД.
29. Эксплуатационные характеристики АД – основные сведения.
30. Типы и виды сопел ТРД.
31. Конструктивные схемы роторов компрессора.
32. Параметры, определяющие работу сопел ТРД.
33. Конструктивные схемы камер сгорания.
34. Работа компрессора в АД.
35. Что такое удельный расход топлива.
36. Каналы проточной части осевого компрессора и осевой турбины.
37. Что такое удельный вес двигателя.
38. Чем отличаются регулируемый и нерегулируемый компрессор.

