

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Ремонт авиационных двигателей

(Наименование дисциплины)

**«25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей,
направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и
беспилотных авиационных систем»»**

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	3
Общее количество часов	108
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	18
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Ремонт авиационных двигателей» входит в «Обязательную часть» подготовки обучающихся по направлению подготовки «25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-1. Способен к осуществлению инженерного сопровождения предполетной подготовки воздушных судов, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС

Дескрипторы универсальной компетенции:

ПК-1.1. Способен к осуществлению инженерного сопровождения предполетной подготовки и эксплуатации воздушных судов.

ПК-1.2. Способен к осуществлению инженерного сопровождения технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС.

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
	ПК-1.1. Способен к осуществлению инженерного сопровождения предполетной подготовки и эксплуатации воздушных судов. ПК-1.2. Способен к осуществлению инженерного сопровождения технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС.	Знает: ИД 1 ПК-1.1 Порядок и методы инженерного сопровождения предполетной подготовки и эксплуатации воздушных судов (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ПК-1.2 Содержание инженерного сопровождения технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ПК-1.1 Осуществлять инженерное сопровождение предполетной подготовки и эксплуатации воздушных судов (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ПК-1.2 Осуществлять инженерное сопровождение технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ПК-1.1 Применения методов и средств инженерного сопровождения предполетной

		подготовки и эксплуатации воздушных судов (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ПК-1.2 Обеспечения инженерного сопровождения технического обслуживания и ремонта авиационной техники и БАС (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1	Основы инженерной деятельности	Основы беспилотных авиационных систем
2	Основы схемотехники	Системы и оборудование воздушных судов

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»**
- Учебного плана направления подготовки «**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, направленность (профиль) «Инженерно-техническое обеспечение устройств и беспилотных авиационных систем»»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл	10	2		8	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
2	Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД	12	2	2	8	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
3	Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей	14	2	2	10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
4	Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)	16	2	4	10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
5	Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)	14	2	2	10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
6	Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики	12	2		10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
7	Тема 7. Сборка двигателя и монтаж систем	16	2	4	10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
8	Тема 8. Послеремонтные испытания и доводка двигателя	14	2	2	10	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Итого		108	16	16	76	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл

- **Содержание:** Виды ремонта (оперативный, периодический, капитальный). Понятия межремонтного и назначенного ресурсов двигателя. Система технической эксплуатации по техническому состоянию. Роль Бюллетеней промышленности и Директив летной годности в процессе ремонта.

- **Ключевые понятия:** АВИАМЕТРОЛОГИЯ, АЛИТ, ресурсное состояние, ремонтпригодность.

Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД

- **Содержание:** Технология разборки модульных двигателей. Особенности демонтажа горячей части (турбина) и холодной части (вентилятор/КНД). Методы очистки проточной части от нагара и отложений (химическая, ультразвуковая, пескоструйная).

- **Ключевые понятия:** Стенд для разборки, парожидкостная очистка, защита лопаток от механических повреждений при демонтаже.

Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей

- **Содержание:** Неразрушающий контроль (НК) как основа выбраковки. Магнитопорошковый метод (для валов и корпусов из сталей). Капиллярный метод (цветная дефектоскопия — Люм-контроль). Ультразвуковой и вихретоковый контроль лопаток ротора и статора. Рентгенография сварных швов камер сгорания.

- **Ключевые понятия:** Трещина усталости, волосовина, раскрытие дефекта, эталон чувствительности.

Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)

- **Содержание:** Устранение износа шеек валов (наплавка, хромирование, осталивание). Правка погнутых роторов. Замена подшипников качения и скольжения. Балансировка роторов (статическая и динамическая) после замены или восстановления лопаток.

- **Ключевые понятия:** Дисбаланс, биение вала, класс точности балансировки, посадочные поверхности.

Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)

- **Содержание:** Сварка жаропрочных сплавов (аргонодуговая, лазерная). Направленная кристаллизация при ремонте лопаток первой ступени турбины. Восстановление геометрии направляющих аппаратов (сопловых лопаток). Нанесение теплозащитных покрытий (КТЗ/ТБП) повторно.

- **Ключевые понятия:** Жаропрочность, термические напряжения, коробление стенок камеры, плазменное напыление.

Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики

- **Содержание:** Специфика агрегатного ремонта. Стендовая проверка насосов-регуляторов (НР), командно-топливных агрегатов (КТА) и форсунок. Промывка фильтров тонкой очистки. Тарировка пружин и клапанов. Герметичность гидроузлов.

- **Ключевые понятия:** Гидроавтоматика, расходные характеристики, производительность насоса, давление срабатывания перепуска.

Тема 7. Сборка двигателя и монтаж систем

- **Содержание:** Правила монтажа модулей («холодная часть» + «горячая часть»). Установка соединительных муфт трансмиссии. Регулировка системы управления двигателем (СУДВ/FADEC). Центровка двигателя на стенде. Протяжка трубопроводов и электрожгутов.

- **Ключевые понятия:** Зазоры в проточной части (радиальные и осевые), момент затяжки крепежа, контролочная проволока.

Тема 8. Послеремонтные испытания и доводка двигателя

- **Содержание:** Виды испытаний: цеховые (пролапывание, холодная прокрутка) и сдаточные (на силовых стендах). Режимы работы на стенде (малый газ, взлетный, чрезвычайный режим). Контроль параметров вибрации, температуры выходящих газов (T4T_4T4) и частоты вращения. Оформление формуляра двигателя.

- **Ключевые понятия:** Обкатка двигателя, тарировка датчиков, замер тяги, протокол испытаний.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл
ПЗ 2	Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД
ПЗ 3, 4	Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей
ПЗ 5	Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)
ПЗ 6, 7	Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)
ПЗ 8	Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Сборка двигателя и монтаж систем	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Послеремонтные испытания и доводка двигателя	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Сборка двигателя и монтаж систем	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Послеремонтные испытания и доводка двигателя	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Система технической эксплуатации и ремонта АТ по состоянию Переход от жестких регламентных сроков к мониторингу фактического состояния узлов с помощью систем диагностики (АСУ ТОиР).

2. Технология очистки проточной части ГТД от нагароотложений Сравнение эффективности химического травления, ультразвуковой ванны и гидроабразивной обработки лопаток компрессора.

3. Магнитопорошковый контроль валов роторов: выявление усталостных трещин Особенности применения способа приложенного поля и способ остаточной намагниченности при дефектоскопии деталей сложной формы.

4. Капиллярные методы контроля (цветная дефектоскопия) в ремонтном производстве Применение люминесцентных пенетрантов для обнаружения поверхностных пор и волосовин на корпусных деталях из алюминиевых сплавов.

5. Ультразвуковая толщинометрия стенок камер сгорания Контроль степени эрозионного износа жаровых труб после длительной эксплуатации без их разрушения.

6. Восстановление геометрии шеек валов методом плазменной наплавки Выбор присадочных материалов для титановых и стальных валов авиадвигателей (например, ТВЗ-117 или ПС-90).

7. Ремонт лопаток турбин методами лазерной сварки и пайки Технология локального восстановления входных кромок рабочих лопаток первой ступени без перегрева всей детали.

8. Повторное нанесение теплозащитных покрытий (КТЗ/ТБП) на монокристаллические лопатки Процессы подготовки поверхности перед напылением керамики электронно-лучевым способом.

9. Динамическая балансировка гибких роторов многоступенчатых компрессоров Особенности устранения дисбаланса на критических частотах вращения («пролапывание» ротора).

10. Ремонт подшипников опор роторов: замена сепараторов и обкатка Методы полировки беговых дорожек колец и критерии допустимого износа тел качения.

11. Стендовая проверка и тарировка агрегатов топливной автоматики (НР, КТА) Алгоритм настройки дозирующего узла насоса-регулятора на переходных режимах (приемистость).

12. Диагностика технического состояния двигателя по анализу проб масла (ОМТИ — Oil Analysis Program) Спектральный поиск частиц металлов (феррография) как метод раннего выявления разрушения редуктора или коробки приводов.

13. Особенности сборки роторной части: обеспечение осевых и радиальных зазоров Использование калибров и щупов при стыковке секций вентилятора и КНД. Тепловое расширение при сборке.

14. Герметичность газовоздушного тракта: методы поиска пневматических утечек Опрессовка полостей двигателя сжатым воздухом с применением течеискателей и мыльного раствора.

15. Монтаж электропроводки систем управления FADEC при ремонте Правила заделки экранированных жгутов и защиты от электромагнитных помех (EMI).

16. Холодная прокрутка и ложный запуск двигателя: цели и параметры контроля Проверка давления в гидросистемах привода направляющих аппаратов и выхода стартера на расчетный режим.

17. Послеремонтные испытания на силовых стендах: снятие дроссельной характеристики Построение графиков зависимости тяги и удельного расхода топлива от частоты вращения на различных высотах и скоростях полета (имитация).

18. Оформление пономерной документации и формуляра отремонтированного ВС/АД Юридическое значение записей о замененных агрегатах и подтвержденном ресурсе в паспорте двигателя.

19. Методы консервации авиадвигателя после проведения плановых регламентных работ Заполнение масляной системы консервирующими составами и герметизация входного/выходного устройства.

20. Экономика ремонтного производства: расчет себестоимости восстановления модуля ГТД Структура затрат на запчасти (включая РМА-детали), энергоносители и оплату труда квалифицированных слесарей-сборщиков.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Основы организации ремонта АТ. Ремонтный цикл	УО		ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
2	Тема 2. Разборочно-моечные работы и очистка узлов ГТД	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
3	Тема 3. Дефектоскопия и контроль технического состояния деталей	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
4	Тема 4. Ремонт деталей роторов (валов, дисков, рабочих колес)	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
5	Тема 5. Ремонт деталей статора и горячих элементов (камеры сгорания, турбины)	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
6	Тема 6. Ремонт агрегатов топливной и масляной автоматики	УО		ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
7	Тема 7. Сборка двигателя и монтаж систем	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2 ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
8	Тема 8. Послеремонтные испытания и доводка двигателя	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК-1.1 ИД 2 ПК-1.2 ИД 3 ПК-1.1 ИД 4 ПК-1.2

					ИД 5 ПК-1.1 ИД 6 ПК-1.2
--	--	--	--	--	----------------------------

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

Базовый уровень (дефектация и контроль)

Задание 1. Анализ результатов магнитопорошкового контроля Студенту предоставлен вал ротора компрессора после продувки суспензией. На шейке под подшипник видна извилистая линия осаждения порошка, выходящая на поверхность. *Задача:* Определить тип дефекта (поверхностная трещина усталости). Указать, является ли деталь годной согласно типовым картам дефектации ГТД. *Цель:* Идентификация критических усталостных трещин в высоконагруженных зонах.

Задание 2. Цветная (капиллярная) дефектоскопия корпуса На корпусе камеры сгорания из алюминиевого сплава обнаружено пятно от пенетранта красного цвета после нанесения проявителя. *Задача:* Описать последовательность действий для подтверждения дефекта. Отличить реальную пору от ложного срабатывания (риски, царапины). *Цель:* Навык работы с методом цветной дефектоскопии (Люм-контроль).

Задание 3. Ультразвуковой контроль толщины стенки При замере стенки жаровой трубы ультразвуковым толщиномером получено значение 0,80,80,8 мм при номинальной толщине 1,21,21,2 мм. Допуск на эрозию составляет $-0,3-0,3-0,3$ мм. *Задача:* Сделать вывод о годности детали к дальнейшей эксплуатации или необходимости наплавки/замены. *Цель:* Применение критериев выбраковки по результатам НК.

Задание 4. Проверка пружин агрегатов автоматики В ходе разборки насоса-регулятора извлечена пружина редукционного клапана. *Задача:* По паспорту агрегата задано усилие сжатия до высоты $H=25H = 25H=25$ мм — $P=15\pm 0,5P = 15 \text{ } \sqrt{\text{м}} 0,5P=15\pm 0,5$ кгс. Используя стенд для тарировки пружин, определить фактическую жесткость и сделать вывод о релаксации металла. *Цель:* Оценка потери упругих свойств деталей гидроавтоматики.

Задание 5. Визуальный осмотр лопаток турбины (Бороскопия) С помощью видеоэндоскопа исследуется проточная часть турбины работавшего двигателя. На входных кромках рабочих лопаток наблюдается сетка мелких трещин («карбюризация»). *Задача:* Классифицировать повреждение. Предложить метод ремонта: полировка, заделка компаундом или замена лопатки. *Цель:* Определение характера термических повреждений горячего тракта.

Средний уровень (технологии восстановления)

Задание 6. Расчет припуска на шлифование шейки вала Диаметр изношенной шейки вала составляет 49,8549,8549,85 мм. Номинальный размер сопрягаемого игольчатого подшипника — $50+0,0350^{+0,03}50+0,03$ мм. *Задача:* Рассчитать минимальный припуск на шлифование под ремонтный размер, обеспечив необходимый натяг. *Цель:* Обоснование выбора ремонтного или номинального размера при механической обработке.

Задание 7. Выбор метода сварки для жаропрочного сплава Произошел обрыв лопатки направляющего аппарата первой ступени турбины из сплава ЖС6У-ВИ у основания замка. *Задача:* Выбрать оптимальный метод сварки (аргонодуговая неплавящимся электродом с присадкой, лазерная сварка или пайка). Обосновать необходимость предварительного подогрева детали. *Цель:* Подбор технологии соединения никелевых суперсплавов.

Задание 8. Технология удаления старых покрытий Перед повторным нанесением керамического теплозащитного покрытия (КТЗ) на лопатку необходимо удалить остатки старого слоя. *Задача.** Составить технологическую карту процесса: выбор между струйно-абразивной обработкой (стеклошарики) и химическим травлением, чтобы не повредить основной металл лопатки. *Цель.** Разработка безопасного цикла подготовки поверхности перед реновацией.

Задание 9. Динамическая балансировка двухопорного ротора После замены одной рабочей лопатки вентилятора индикатор станка модели БЭУ показывает дисбаланс $A=150A = 150A=150$ г·мм. Допустимый остаточный дисбаланс для данного класса точности — 505050 г·мм. *Задача.** Рассчитать массу корректирующего груза, который нужно установить в плоскости коррекции, удаленной от датчика на расстояние $L=200L = 200L=200$ мм. *Цель.** Практический расчет противовеса для устранения вибрации.

Задание 10. Ремонт трубопроводов гидросистемы На дюралевой трубке высокого давления обнаружена вмятина глубиной 0,50,50,5 мм при диаметре трубки 101010 мм. *Задача.** Согласно нормам отбраковки АНТК, допустимая глубина вмятин составляет 5%5%5% от диаметра. Принять решение о возможности рихтовки или замене участка трубки. *Цель.** Контроль герметичности и прочности трубопроводных систем.

Продвинутый уровень (анализ и организация производства)

Задание 11. Анализ карты спектрального анализа масла (ОМТИ) В проборе масла из коробки приводов обнаружены частицы меди (151515 ppm), серебра (555 ppm) и магния (222 ppm). Норма для меди — до 101010 ppm. *Задача.** Установить вероятный источник разрушения (подшипники сателлитов планетарного редуктора). Сформулировать рекомендацию по досрочному съему модуля. *Цель.** Диагностика состояния узлов трения по продуктам износа в масле.

Задание 12. Оформление карточки учета ресурса горячей части Формуляр двигателя ПС-90А требует внесения данных о циклической долговечности турбины высокого давления. За межремонтный период совершено $N_{взл}=500N_{\{взл\}} = 500N_{взл}=500$ взлетов и $N_{чр}=20N_{\{чр\}} = 20N_{чр}=20$ включений чрезвычайного режима (ЧР). *Задача.** Рассчитать расход назначенного ресурса лопаток ТВД, если один цикл ЧР эквивалентен 101010 обычным взлетам. *Цель.** Математический учет расходования ресурса термонапряженных деталей.

Задание 13. Регулировка топливного автомата приемистости При холодной прокрутке двигателя зафиксировано запаздывание роста частоты вращения относительно перемещения рычага управления двигателем (РУД). *Задача.** Описать порядок регулировки хода дозирующей иглы в насосе-регуляторе (НР) для обеспечения нормы времени выхода на взлетный режим ($t < 12t < 12t < 12$ сек). *Цель.** Настройка динамики переходных процессов топливной аппаратуры.

Задание 14. Проектирование маршрутной карты ремонта модуля КНД Имеется ведомость дефектов секции КНД (износ бандажных полок, забоины на лопатках, коррозия корпуса). *Задача.** Расположить операции в логической последовательности: очистка $\rightarrow$ дефектоскопия $\rightarrow$ слесарные работы (правка/наплавка) $\rightarrow$ механическая обработка $\rightarrow$ сборка $\rightarrow$ балансировка. *Цель.** Построение оптимального технологического маршрута минимизации трудозатрат.

Задание 15. Входной контроль запчастей (отличие OEM от PMA) На склад поступила партия форсунок неизвестного происхождения без оригинальной упаковки Pratt & Whitney, но с сертификатом сторонней фирмы-производителя (PMA). *Задача.** Перечислить признаки, по которым можно отличить контрафактную деталь (качество литья, маркировка клеймами, покрытие). Решение о допуске на сборку. *Цель.** Управление качеством материально-технического снабжения АРЗ.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Темы для рефератов по дисциплине «Ремонт авиационных двигателей». Темы охватывают технологические процессы восстановления, организацию производства на ремонтных заводах (АРЗ), дефектоскопию и современные методы продления ресурса.

1. Система ремонта ГТД по техническому состоянию: переход от регламентных сроков к мониторингу Сравнение планово-предупредительной системы эксплуатации и стратегии MSG-3 в контексте капитального ремонта авиадвигателей.

2. Технология очистки проточной части ГТД от нагароотложений и эксплуатационных загрязнений Анализ методов химической промывки компрессора (on-wing cleaning) и глубокой очистки деталей при разборке в цехе.
3. Магнитопорошковый контроль валов роторов: выявление усталостных трещин в зонах концентрации напряжений Особенности применения различных способов намагничивания при дефектоскопии деталей сложной геометрии (галтели, шпоночные пазы).
4. Капиллярные методы контроля (цветная и люминесцентная дефектоскопия) корпусных деталей Применение пенетрантов для обнаружения поверхностных пор, закалочных и термических трещин на деталях из алюминиевых и магниевых сплавов.
5. Ультразвуковая толщинометрия стенок жаровых труб камер сгорания Методика оценки эрозионного износа без разрушения детали и критерии принятия решения о ремонте методом наплавки.
6. Восстановление изношенных шеек валов методами газотермического напыления и наплавки Технологии плазменного напыления баббита или хромирования с последующей шлифовкой под номинальный размер.
7. Ремонт монокристаллических рабочих лопаток турбин лазерной сваркой Локальное восстановление входных кромок и выходных полок лопаток первой ступени ТВД без нарушения структуры основного металла.
8. Повторное нанесение теплозащитных покрытий (КТЗ/ТБП) на детали горячего тракта Процессы подготовки поверхности перед эллионно-лучевым или плазменным напылением керамики при капитальном ремонте.
9. Динамическая балансировка гибких роторов многоступенчатых компрессоров Устранение дисбаланса на критических частотах вращения («пролапывание» вала) и особенности установки балансировочных грузов.
10. Ремонт подшипников опор роторов: замена сепараторов и селективная сборка Методы контроля геометрических параметров беговых дорожек и тел качения, не подлежащих замене.
11. Стендовая проверка и тарировка агрегатов топливной автоматики (насосов-регуляторов) Алгоритм настройки дозирующих узлов на стендах типа КИ-921 или аналогичных импортных аналогах (Hickham, Woodward).
12. Диагностика технического состояния двигателя по анализу проб масла (Spectrometric Oil Analysis Program — SOAP) Поиск продуктов износа (феррография) как метод раннего выявления разрушения редуктора или коробки приводов.
13. Особенности сборки газовоздушного тракта: обеспечение радиальных зазоров между РК и НА Использование калибров-пробок и пластинок-закладок при стыковке модулей вентилятора и КНД.
14. Герметичность соединений гидравлических и воздушных систем после сборки Методы опрессовки полостей сжатым воздухом и поиск утечек с помощью галоидных течеискателей или электронных датчиков.
15. Послеремонтные испытания на силовых стендах: снятие дроссельной характеристики и виброграммы Контроль параметров T4T_4T4, тяги и частоты вибрации согласно требованиям бюллетеня производителя перед установкой двигателя на ВС.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Виды ремонта авиационных ГТД Классификация: капитальный ремонт (КР), средний ремонт (СР), текущий ремонт (ТР). Отличие восстановления от капитального ремонта.
2. Система эксплуатации и ремонта «по техническому состоянию» Суть концепции MSG-3. Роль бортовых систем контроля (BITE, ACMS) в определении момента съема двигателя с крыла.
3. Разборка модульных двигателей Особенности демонтажа горячей части (турбина) и холодной части (компрессор). Меры предосторожности при разборке роторов.
4. Методы очистки деталей проточной части Химическая отмывка нагара, ультразвуковая очистка, гидроабразивная обработка. Применяемые реагенты и их влияние на материалы.
5. Магнитопорошковый метод дефектоскопии (МПК) Физическая сущность метода. Область применения (стальные валы, корпуса). Способы намагничивания (продольное, циркулярное).

6. Капиллярный контроль (цветная дефектоскопия — ПВК) Этапы процесса: очистка, нанесение пенетранта, удаление, нанесение проявителя. Выявление поверхностных трещин на деталях из цветных сплавов.
7. Ультразвуковой контроль (УЗК) и вихретоковый контроль (ВТК) Обнаружение скрытых усталостных трещин в замках лопаток ТНД и определение толщины стенок камер сгорания.
8. Ремонт валов роторов: методы восстановления геометрии Наплавка, хромирование, осталивание (железнение). Последующая шлифовка и полировка шеек под подшипники.
9. Балансировка роторов после ремонта Отличие статической балансировки от динамической. Понятие критических частот вращения («пролапывание» вала).
10. Ремонт лопаток турбин методами сварки и пайки Трудности свариваемости жаропрочных никелевых сплавов. Применение лазерной сварки для устранения забоин на кромках.
11. Повторное нанесение теплозащитных покрытий (КТЗ/ТБП) Процессы элионной обработки или плазменного напыления керамики на восстановленные рабочие лопатки первой степени.
12. Ремонт камер сгорания (КС) Замена жаровых труб, заварка трещин во фронтном устройстве, восстановление распылителей форсунок.
13. Агрегатный участок: ремонт топливной автоматики Проверка насосов-регуляторов (НР) и командно-топливных агрегатов (КТА) на стендах типа КИ-921. Тарировка пружин.
14. Сборка газоздушного тракта (ГВТ) Контроль радиальных зазоров между рабочими колесами (РК) и направляющими аппаратами (НА). Использование пластинок-закладок.
15. Послеремонтные испытания (длительные): этапы «горячей» обкатки Режимы работы на стенде: малый газ, крейсерский режим, взлетный режим. Контроль параметров вибрации и температуры газа (Т4Т_4Т4).
16. Холодная прокрутка и ложный запуск Цели выполнения этих операций перед первым запуском отремонтированного двигателя. Контролируемые параметры давления масла и гидроджидкости.
17. Диагностика состояния редукторов и коробок приводов методом анализа частиц в масле (ОМТИ/SPECTRO) Интерпретация результатов спектрального анализа (наличие меди, серебра, железа как индикаторов износа конкретных узлов).
18. Оформление пономерной документации (формуляра) двигателя Записи о замененных агрегатах, подтвержденном ресурсе и допустимых сроках хранения после консервации.
19. Консервация авиадвигателя после регламентных работ Методы герметизации входного/выходного устройства и закачка ингибиторов коррозии в масляную систему.
20. Входной контроль запчастей: отличия OEM-производителей от РМА-поставщиков Юридические и технические риски использования неоригинальных комплектующих (Parts Manufacturer Approval) при ремонте.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Закрытого типа с одним верным вариантом ответа (5 вопросов)

Инструкция: Прочитайте текст и выберите один правильный ответ.

1. Какой метод неразрушающего контроля является основным для выявления поверхностных усталостных трещин в стальных валах роторов ГТД? а) Ультразвуковой; б) Магнитопорошковый; в) Радиографический; г) Вихретоковый. *Правильный ответ: б)*
2. Как называется процесс удаления нагароотложений из проточной части двигателя с использованием химических реагентов без полной разборки узла? а) Пассивация; б) Травление (промывка); в) Оксидирование; г) Фосфатирование. *Правильный ответ: б)*
3. Что означает термин «пролапывание» вала при динамической балансировке? а) Полное разрушение подшипника; б) Превышение критической частоты вращения, вызывающее изгибную деформацию гибкого вала; в) Смещение центра масс за пределы допуска; г) Резкое падение оборотов стартера. *Правильный ответ: б)*
4. Какой документ оформляется после завершения капитального ремонта и подтверждает соответствие двигателя нормам летной годности? а) Карта-наряд; б) Формуляр двигателя с

отметкой о ремонте и ресурсе; в) Сменный журнал АТБ; г) Технологическая инструкция.
Правильный ответ: б)

5. При какой температуре обычно проводится пайка жаропрочных никелевых сплавов лопаток турбин высокотемпературными припоями? а) $100-200^{\circ}\text{C}$; б) $600-700^{\circ}\text{C}$; в) $1050-1200^{\circ}\text{C}$; г) 1800°C .
Правильный ответ: в)

Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Инструкция: Выберите два правильных ответа.

6. Какие два метода очистки деталей относятся к абразивным (механическим)? а) Химическое обезжиривание; б) Дробеструйная обработка; в) Ультразвуковая мойка; г) Гидропескоструйная очистка.
Правильный ответ: б), г)

7. Укажите две основные причины выбраковки рабочей лопатки турбины при дефектоскопии: а) Наличие полированной поверхности; б) Обнаружение трещины у замка лопатки; в) Утрата защитного покрытия (КТЗ) более чем на 30% площади; г) Отсутствие маркировки завода-изготовителя.
Правильный ответ: б), в)

8. Какие операции выполняются при холодной прокрутке двигателя перед первым запуском после сборки? а) Розжиг камеры сгорания; б) Проверка давления масла в системе смазки; в) Прокрутка стартером для проверки свободы вращения ротора; г) Выход на взлетный режим тяги.
Правильный ответ: б), в)

9. Какие виды износа характерны для подшипников опор роторов ГТД после длительной эксплуатации? а) Коррозионный износ беговых дорожек; б) Усталостное выкрашивание (питтинг) тел качения; в) Увеличение твердости материала колец; г) Удлинение сепаратора.
Правильный ответ: а), б)

10. Какие параметры обязательно контролируются на стенде при послеремонтных испытаниях топливного насоса-регулятора (НР)? а) Плотность топлива; б) Герметичность клапанов отсечки; в) Производительность (расход) на основных режимах; г) Цвет фильтрующего элемента.
Правильный ответ: б), в)

На установление последовательности (5 вопросов)

Инструкция: Укажите правильную последовательность действий или этапов.

11. Расположите этапы технологического процесса ремонта детали в правильном порядке:

1. Сборка;
 2. Дефектоскопия (НК);
 3. Разборка и очистка;
 4. Механическая обработка/наплавка;
 5. Балансировка.
- Правильный ответ: 3-2-4-5-1*

12. Расположите методы нанесения покрытий от подготовки поверхности к финишному контролю:

1. Нанесение керамического слоя (плазма/электронный луч);
 2. Контроль адгезии и толщины;
 3. Пескоструйная активация поверхности;
 4. Обезжиривание и химическое травление.
- Правильный ответ: 4-3-1-2*

13. Расположите стадии анализа пробы масла (ОМТИ) в лаборатории:

1. Выдача заключения инженеру;
 2. Взятие пробы через датчик Chip-Detector;
 3. Помещение пробы в спектрометр;
 4. Очистка пробы от механических частиц.
- Правильный ответ: 2-4-3-1*

14. Расположите действия при обнаружении трещины на валу методом МПК:

1. Принятие решения о способе ремонта (наварка/замена);
 2. Подтверждение дефекта повторным прогоном суспензии;
 3. Первичный осмотр индикаторных следов порошка;
 4. Зачистка зоны до металлического блеска.
- Правильный ответ: 3-4-2-1*

15. Расположите уровни доступа агрегата топливной автоматики к работе (от простого к сложному):

1. Холодная прокрутка;
2. Ложный запуск (без розжига);

3. Запуск с выходом на малый газ;

4. Длительные испытания на всех режимах. *Правильный ответ: 1-2-3-4*

На установление соответствия (4 вопроса)

Инструкция: Установите соответствие между термином и его определением/формулой.

16. Соответствие между дефектом и рекомендуемым методом ремонта:

А) Износ шейки вала под подшипник	1) Аргонодуговая наплавка
Б) Забоина на кромке лопатки ТВД	2) Шлифовка под ремонтный размер
В) Трещина во фронтальной плите КС	3) Лазерная сварка

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 1.

17. Соответствие между видом испытаний и контролируемым параметром:

А) Цеховые испытания	1) Тяга, удельный расход топлива (СудС {уд} Суд)
Б) Стендовые длительные	2) Свободота вращения ротора, давление гидросистемы
В) Регулировка НР	3) Давление подачи топлива на форсунки

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3.

18. Соответствие между материалом и типом используемого дефектоскопа:

А) Жаропрочный никелевый сплав (лопатки)	1) Магнитопорошковый (невозможно) / Капиллярный
Б) Конструкционная сталь (вал)	2) Вихретоковый / Ультразвуковой
В) Алюминиевый сплав (корпус)	3) Ультразвуковой / Магнитопорошковый

Правильный ответ: А – 1, Б – 3, В – 2.

19. Соответствие между операцией и оборудованием:

А) Динамическая балансировка	1) Стенд КИ-921
Б) Тарировка пружин агрегатов	2) Станок модели ДБН или Schenck
В) Испытание форсунок	3) Микрометр и приспособление для сжатия

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 1.

Открытого типа (2 вопроса)

Инструкция: Запишите краткий ответ.

20. Как называется технологический процесс восстановления первоначальных свойств металла путем нагрева и медленного охлаждения для снятия внутренних напряжений после сварки? *Правильный ответ: отжиг (допустимо: термический отпуск).*

21. Как называется величина, определяемая как отношение массы собранного ротора к расстоянию от оси вращения до центра тяжести (эксцентриситету)? *Правильный ответ: дисбаланс.*

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Нацубидзе, С. А. Ремонт летательных аппаратов и авиационных двигателей : учебное пособие / С. А. Нацубидзе. — Иркутск : ИФ МГТУ ГА, 2024. — 264 с.
2. Технология эксплуатации, диагностики и ремонта авиационных газотурбинных двигателей : учебное пособие для вузов. — Москва : [б. и.], 2022. — 300 с.

7.2. Дополнительная литература

3. Безъязычный, В. Ф. Технологии ремонта деталей авиационных двигателей : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, Б. Ч. Месхи. — Москва : Инфра-Инженерия, 2021. — 196 с.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютер для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся
- Симулятор БПЛА «AgroTechSim»
на 10 рабочих мест
- Симулятор БПЛА «DJI Simulator» на 20 рабочих мест
- Симулятор «FlightGear»
на 20 рабочих мест
- Симулятор «AirSim» на 20 рабочих мест
- Пульт дистанционного управления «RadioMaster TX12 MK2 ELRS» – 10 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI MR1SD25» – 10 шт.
- Пульт дистанционного управления «FLYSKY SM001» - 2 шт.
- Пульт дистанционного управления «BETA FPV» - 13 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI RC-N1 от DJI MAVIC MINI 2» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC 2 от DJI AVATA» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC
3 от DJI NEO» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI RC1B от DJI MAVIC 2 PRO» - 1 шт.
- Пульт дистанционного управления «DJI GL300L от DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL» - 1 шт.
- VR FPV шлем «LS008D 5,8G» – 5 шт.
- VR FPV шлем «DMKR 008D PRO 5,8G» – 5 шт.
- Очки VR FPV DJI Googles N3 - 1 шт.
- Очки VR FPV DJI Googles 2 - 1 шт.
- Шлем VR BETA FPV - 10 шт.
- Видеоадаптер HDMI to AV, HDMI кабель (для подключения очков к симулятору) – 10 шт.
- Квадрокоптер DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт
- Квадрокоптер DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- БПЛА смешанного типа «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- БПЛА смешанного типа «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- БПЛА самолетного типа «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- БПЛА самолетного типа «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.
- Учебный Квадрокоптер ручного управления Happy Model Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.
- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.

- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.
- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 3 шт.:
 1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»
 2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»
 3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»
 4. FPV камера «Caddx Ratel 2»
 5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»
 6. Складной пропеллер «DALPROP 7inch»
 7. Комплект электромоторов (4шт.) «iFlight XING 2806.5 1800KV»
- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 2 шт.:
 1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»;
 2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»;
 3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»;
 4. FPV камера «Caddx Ratel 2»;
 5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»;
 6. Комплект Складных пропеллеров (4шт.) «DALPROP 7inch»;
 7. Комплект электромоторов (4шт.) «Brotherhobby 2806.5 1920KV»
- Комплект средств и инструментов для технического обслуживания БАС - (10 шт.):
 1. Термостойкий коврик для пайки и ремонта электроники
 2. Паяльный набор инструментов (паяльник, набор наконечников, губка для чистки жала, проволока для пайки, пинцет, нож для снятия изоляции, припой, экстрактор припоя, подставка под паяльник, гель флюс, мультиметр, средство сухой очистки жала, средство влажной очистки жала, кусачки)
 3. Набор инструментов для ремонта электроники (набор лопаток 8 шт., нож, набор магнитных отверток 8 шт., пинцет, присоска, медиатор 5 шт.)
 4. Лампа настольная
 5. Вентилятор настольный
 6. Очки защитные
- Комплект запасных частей для - DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт
- Комплект запасных частей для DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.
- Комплект запасных частей для управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.
- Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.
- Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.
- Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.
- Комплект запасных частей для самосборного FPV 7-дюймового квадрокоптера – 5 шт.
- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- Комплект запасных частей для «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.
- Программное обеспечение для обработки полётной информации):
 1. DJI FLY на 20 рабочих мест
 2. DJI GO4 на 20 рабочих мест
 3. DJI PILOT на 20 рабочих мест
 4. DJI GS PRO на 20 рабочих мест

5. DJI TERRA на 20 рабочих мест

6. DJI LIGHTCUT

на 20 рабочих мест

- IMAGE COMPOSITE EDITOR на 20 рабочих мест

- WEB OPEN DRONE MAP на 20 рабочих мест

- ARDUPILOT MISSION PLANNER на 20 рабочих мест

- PIX4D CAPTURE на 20 рабочих мест

- PIX4DMATIC на 20 рабочих мест

- INAV на 20 рабочих мест

- BETAFLIGHT на 20 рабочих мест

- АВИАТОР+ на 20 рабочих мест

- СППИ на 20 рабочих мест

- НЕБОСВОД на 20 рабочих мест

- Набор круглых подвесных колец (ворот) (50см) «LDARC» для тренировок и соревнований на FPV квадрокоптерах - 10 шт.

- Аккумулятор GNB 1S LiPo 380 Mah - 30 шт.

- Аккумулятор GNB 2S LiPo 850 Mah - 5 шт.

- Аккумулятор GNB 2S LiPo 650 Mah - 2 шт.

- Аккумулятор Lipo 6S 6500Mah 60C XT60 «Youme» - 5 шт.

- Аккумулятор BETA FPV 1S LiPo 450 Mah - 12 шт.

- Аккумулятор GNB 1S LiHv 660 Mah - 10 шт.

- Зарядное устройство (67W, Type C - 2 выхода, USB-A- 2 выхода) - 10 шт.

- Зарядное устройство для 1S LiPo «ViFLY WHOOPSTAR v3» - 5 шт.

- Зарядное устройство для 2S-6S литиевых аккумуляторов «HTRC C240» - 1 шт.

- Полезная нагрузка (система сброса) для DJI MAVIC 2 PRO -1 шт.

- Смартфон SAMSUNG GALAXY A7 - 1 шт.

- Планшет IPAD MINI 7 - 1 шт.

- Монитор FPV MONITOR 5.8G - 1 шт.

- Взлётно-посадочная площадка – 2шт.

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя

- Стул для преподавателя

- Столы для обучающихся

- Стулья для обучающихся

- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет

- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет

- ПО: MS Office, Яндекс браузер

- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART

- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины **«Ремонт авиационных двигателей»** можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем

нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Ремонт авиационных двигателей

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)