

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Аникуев Сергей Викторович

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

**Б1.О.10 Техническое обслуживание элементов беспилотных
воздушных судов и их комплектующих**

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

Агроинженер по специализации «Беспилотные авиационные системы»

очная

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;	ОПК-3.1 Использует знания методов решения задач при разработке новых технологий в технической и технологической модернизации сельскохозяйственного производства	знает Знать устройство, компоновку и кинематические схемы различных типов БВС (мультироторные, самолетного типа, вертолетного типа, гибридные).
		умеет Диагностировать отказы и неисправности по внешним признакам (шум, нагрев, вибрация, дым, потеря тяги) с использованием органов чувств и простейших диагностических приборов (мультиметр, токовые клещи).
		владеет навыками Владеть устойчивыми навыками безопасного обращения с электрооборудованием и аккумуляторами, а также навыками пожаротушения (работа с огнетушителем).
ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;	ОПК-3.2 способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности	знает Знать физико-химические процессы, протекающие в Li-Pol/Li-Ion аккумуляторах (старение, деградация, вздутие), и правила работы с композитными материалами.
		умеет Использовать слесарный, электромонтажный (паяльник) и специализированный инструмент для ремонта и обслуживания БВС.
		владеет навыками Владеть методикой входного контроля новых комплектующих (проверка геометрии рамы, тестирование электроники на стенде).

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций

1.	1 раздел. Использование воздушного пространства и применение сельскохозяйственных беспилотных авиационных систем в рамках экспериментального правового режима			
1.1.	Использование воздушного пространства и применение сельскохозяйственных беспилотных авиационных систем в рамках экспериментального правового режима	2	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Собеседование
1.2.	Проведение авиационно-химических работ с помощью БПЛА	2	ОПК-3.1, ОПК-3.2	Собеседование
	Промежуточная аттестация			За

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			
1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			
2	Зачет	Средство контроля усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, успешного прохождения практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой с выставлением оценки в виде «зачтено», «незачтено».	Перечень вопросов к зачету

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Техническое обслуживание элементов беспилотных воздушных судов и их комплектующих"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Нормативная база и организация ТО

1. Какой документ регламентирует порядок технического обслуживания гражданских БВС в

РФ?

- А. Воздушный кодекс РФ
- В. Федеральные авиационные правила (ФАП)
- С. ГОСТ Р 58098-2018
- Д. Инструкция завода-изготовителя

БВС?

2. Что должно быть оформлено после завершения технического обслуживания компонента
- А. Акт списания материалов
 - В. Свидетельство о выполненном техническом обслуживании
 - С. Наряд-допуск на выполнение работ
 - Д. Гарантийный талон
3. Кто имеет право выполнять ТО сертифицируемых БАС?
- А. Любой владелец БВС
 - В. Специалист с дипломом пилота
 - С. Организация, имеющая сертификат по ФАП-145
 - Д. Представитель завода-изготовителя
4. Какие виды ТО существуют (выберите все верные варианты)?
- А. Оперативное (предполетное/послеполетное)
 - В. Периодическое (регламентное)
 - С. Сезонное
 - Д. Психологическое
5. Какой документ является основанием для выполнения работ по ТО конкретного типа БВС?
- А. ФАП-128
 - В. Руководство по технической эксплуатации (РТЭ)
 - С. Паспорт двигателя
 - Д. Бортжурнал воздушного судна

Раздел 2. Планер и конструкция

6. Какой дефект композитного корпуса является критическим и требует замены детали?
- А. Потертость лакокрасочного покрытия
 - В. Поверхностная царапина глубиной 0,1 мм
 - С. Сквозная трещина в силовом элементе
 - Д. Небольшой скол в несилевой зоне
7. Какие методы неразрушающего контроля применяются для диагностики композитных материалов?
- А. Ультразвуковой контроль
 - В. Магнитопорошковый метод
 - С. Термография
 - Д. Рентгенография
8. Как влияет ультрафиолетовое излучение на корпус БВС из пластика?
- А. Улучшает прочностные характеристики
 - В. Вызывает деструкцию материала (хрупкость, выцветание)
 - С. Не оказывает никакого влияния
 - Д. Повышает эластичность
9. При осмотре посадочных опор необходимо проверить:
- А. Отсутствие трещин в местах крепления
 - В. Цвет опоры
 - С. Целостность амортизирующих элементов
 - Д. Надежность фиксации в сложенном состоянии

10. Признаком усталостного повреждения конструкции является:
- A. Появление белого налета
 - B. Образование сети мелких трещин в зонах концентрации напряжений
 - C. Изменение цвета материала
 - D. Запах гари

Раздел 3. Силовая установка и винты

11. Какие дефекты воздушного винта недопустимы?

- A. Царапины на лакировке
- B. Сколы на кромках лопастей
- C. Трещины любой длины и расположения
- D. Наклейки для балансировки

12. Для чего проводится балансировка воздушных винтов?

- A. Для улучшения внешнего вида
- B. Для снижения вибрации и повышения ресурса двигателя
- C. Для увеличения тяги
- D. Для уменьшения шума

13. Как проверить состояние подшипников бесколлекторного двигателя?

- A. Визуально осмотреть через корпус
- B. Прокрутить ротор рукой (проверить на люфт и плавность хода)
- C. Измерить сопротивление обмоток
- D. Подключить к регулятору и дать полный газ

14. Признаками неисправности регулятора хода (ESC) являются:

- A. Рывки при запуске двигателей
- B. Несинхронный выход на обороты
- C. Отсутствие реакции на газ
- D. Сильный нагрев проводов при малой нагрузке

15. При ТО поршневого ДВС (при наличии) необходимо:

- A. Проверить уровень и качество масла
- B. Оценить состояние свечи зажигания
- C. Слить остатки топлива после полетов
- D. Проверить работу помпы системы охлаждения

Раздел 4. Аккумуляторы и энергосистема

16. Какое напряжение хранения (storage) является оптимальным для LiPo аккумулятора (на одну банку)?

- A. 4.20 В
- B. 3.70 - 3.85 В
- C. 3.30 В
- D. 2.75 В

17. Какие признаки указывают на деградацию LiPo аккумулятора?

- A. Вздутие корпуса (банок)
- B. Увеличение времени заряда
- C. Быстрое падение напряжения под нагрузкой
- D. Появление специфического запаха

18. Как правильно транспортировать LiPo аккумуляторы?

- A. В металлической коробке с песком или в заводской упаковке
- B. В кармане куртки
- C. Вместе с металлическими инструментами

D. Полностью разряженными

19. При возгорании литиевого аккумулятора нельзя использовать:

- A. Песок
- B. Огнетушитель класса D
- C. Воду
- D. Керамическое одеяло

20. Как часто рекомендуется проверять баланс банок LiPo аккумулятора?

- A. Только при покупке
- B. Перед каждым циклом заряда
- C. Раз в месяц
- D. При появлении дыма

Раздел 5. Авионика и полетный контроллер

21. При каких условиях необходимо проводить калибровку компаса (магнитометра)?

- A. После каждого полета
- B. При смене географического местоположения (более 100-200 км)
- C. После установки дополнительного оборудования с магнитными массами
- D. При первом подключении контроллера

22. Что может вызвать ошибку "IMU error" или "Gyro calibration failed"?

- A. БВС стоит на неровной поверхности при калибровке
- B. БВС не остыл после предыдущего полета
- C. Сильная вибрация от двигателей
- D. Разряжен аккумулятор пульта

23. При обновлении прошивки полетного контроллера необходимо:

- A. Выполнить сброс всех настроек по умолчанию
- B. Сохранить резервную копию текущих настроек
- C. Проверить совместимость версии прошивки с периферией
- D. Отключить все двигатели

24. Признаками плохой экранировки GPS приемника являются:

- A. Малое количество спутников при ясном небе (менее 7-8)
- B. Большое значение HDOP (более 1.5-2.0)
- C. Плавное изменение координат на земле
- D. Красный светодиод на контроллере

25. Как проверить работу бародатчика?

- A. Подуть на отверстие датчика и наблюдать изменение высоты в ПО
- B. Полить датчик водой
- C. Нагреть датчик феном
- D. Постучать по корпусу

Раздел 6. Безопасность и регламенты

26. Что входит в предполетную подготовку (Pre-flight Check)?

- A. Проверка целостности рамы и винтов
- B. Проверка напряжения аккумулятора
- C. Проверка работы всех двигателей на взлетном режиме (удерживая БВС)
- D. Проверка правильности показаний компаса и GPS

27. Каковы признаки того, что после жесткой посадки необходима углубленная проверка?

- A. Видимые повреждения корпуса
- B. Появление посторонних шумов при вращении двигателей
- C. Изменение поведения БВС в полете (подёргивания, увод)

D. Чистота корпуса

28. Какие требования предъявляются к рабочему месту специалиста по ТО БВС?

A. Наличие антистатического покрытия на столе

B. Хорошее освещение

C. Отсутствие легковоспламеняющихся предметов рядом с местом заряда АКБ

D. Наличие ковра на полу

29. В каком случае БВС допускается к полетам после ремонта?

A. После подписи пилота в бортжурнале

B. После выполнения всех необходимых наземных проверок и тестов

C. Через 24 часа после ремонта

D. Только после пробега по ВПП

30. Что такое человеческий фактор и как он влияет на ТО?

A. Это погодные условия

B. Ошибки, связанные с усталостью, невнимательностью или недостатком знаний специалиста

C. Сложность техники

D. Влияние посторонних людей

Раздел 2 Практические кейсы

Кейс №1. «Вибрация после замены пропеллеров»

Ситуация: Владелец квадрокоптера заменил все четыре воздушных винта на новые (того же типа и размера). После замены при первом запуске (на земле) появилась сильная вибрация, которой раньше не было. Старые винты выглядят целыми.

Задание:

В чем наиболее вероятная причина вибрации?

Ваши действия по диагностике и устранению.

Как проверить правильность установки винтов?

Решение/алгоритм:

Наиболее вероятная причина: Неправильная установка винтов (перепутаны винты вращения — «тянущие» и «толкающие»; либо винты не сбалансированы, но это реже дает настолько сильный эффект). Также возможно, что новые винты имеют больший дисбаланс.

Действия:

Визуально проверить маркировку винтов (обычно буквы R — правого вращения, C или L — левого). Сверить с направлением вращения двигателей (по схеме).

Если маркировка верна, снять винты и проверить их балансировку на статическом балансира. При необходимости отбалансировать.

Проверить, плотно ли затянуты гайки крепления винтов и нет ли люфта.

Проверка правильности: На большинстве квадрокоптеров передние левый и задний правый двигатели вращаются по часовой стрелке (устанавливаются винты типа CW/R), а передний правый и задний левый — против часовой (CCW/L). Необходимо свериться со схемой в инструкции.

Кейс №2. «Аккумулятор не заряжается»

Ситуация: При подключении LiPo 4S аккумулятора к балансиру зарядному устройству оно выдает ошибку "Cell voltage low" или "Voltage error". Вольтметр показывает общее напряжение 10.5 В, вместо ожидаемых 14.8 В (номинал).

Задание:

Оцените состояние аккумулятора.

Каковы ваши дальнейшие действия? Можно ли его зарядить?

Какие меры безопасности необходимо соблюдать?

Решение/алгоритм:

Оценка: Одна или несколько банок глубоко разряжены (ниже допустимого уровня). $10.5 \text{ В} / 4 = 2.625 \text{ В}$ на банку в среднем, что критично (ниже 3.0 В). Батарея, скорее всего, повреждена.

Действия:

Использовать функцию "NiMH режим" или спец. режим "Bulk charge" для очень осторожного поднятия напряжения до 3.0 В на банку категорически не рекомендуется для LiPo, это опасно. Лучше признать батарею негодной.

Если зарядное устройство позволяет, можно попробовать режим "восстановления" (если есть), но под постоянным присмотром. При любом нагреве или вздутии — немедленно прекратить.

Оптимальное решение: Утилизировать батарею, так как глубокий разряд приводит к росту дендритов и внутреннему КЗ.

Безопасность:

Проводить любые манипуляции в огнеупорном мешке (липо-сейфе) или на негорючей поверхности.

Не оставлять без присмотра.

Иметь под рукой песок или огнетушитель.

Кейс №3. «Отказ GPS в полете»

Ситуация: В ходе планового полета БВС самолетного типа на удалении 1 км внезапно пропал сигнал GPS (количество спутников упало до 0). БВС перешло в режим стабилизации по бародатчику и компасу. Пилот вернул аппарат визуально.

Задание:

Каковы возможные причины отказа GPS на борту?

Составьте план послеполетной проверки модуля GPS.

Какие работы необходимо выполнить перед следующим вылетом?

Решение/алгоритм:

Возможные причины:

Плохой контакт в разъеме GPS модуля (вибрация).

Экранирование сигнала (помехи от видео-передатчика или силовой части).

Сбой в работе модуля (зависание).

Повреждение антенны или керамической пластины.

Послеполетная проверка:

Визуальный осмотр антенны GPS (трещины, сколы).

Проверка надежности фиксации разъема (подтянуть, обработать контактным спреем).

Подключить БВС к ПК (Mission Planner/QGC) и посмотреть статус GPS на земле: количество спутников, уровень сигнала (SNR).

Если спутники не ловятся на земле при ясном небе — модуль неисправен.

Перед вылетом:

Если разъем был ослаблен — зафиксировать его каплей термоклея или пластиковой стяжкой.

Выполнить прогрев GPS (5-10 минут) и убедиться в фиксации 3D-позиции с малым HDOP.

Проверить экранировку: при включенном видео-передатчике количество спутников не должно значительно падать.

Кейс №4. «Разбалансировка при замене подвеса»

Ситуация: На квадрокоптер установили новый более тяжелый подвес с камерой. После замены аппарат ведет себя неустойчиво, «рыскает» по курсу, а для зависания требуется постоянная коррекция стиками.

Задание:

В чем причина изменения поведения?

Какие настройки полетного контроллера необходимо скорректировать?

Требуется ли балансировка рамы?

Решение/алгоритм:

Причина: Изменилась общая масса, а главное — сместился центр тяжести (ЦТ). ПИД-регуляторы (PID), настроенные под старую массу, работают некорректно. Возросла инерция по осям.

Настройки:

В первую очередь необходимо проверить и сместить центр тяжести так, чтобы он находился в геометрическом центре рамы (перемещением аккумулятора).

После механической балансировки потребуется подстройка (перенастройка) ПИД-коэффициентов, особенно по оси рыскания (Yaw P и Yaw D).

Возможно, потребуется увеличить фильтры (жесткость рамы могла измениться).

Балансировка: Не в смысле балансировки винтов, а именно центровка. Необходимо добиться, чтобы в подвешенном состоянии (или на специальных весах) квадрокоптер был горизонтален или близок к тому. Если ЦТ сильно смещен, ПИДы не смогут это компенсировать.

Кейс №5. «Двигатель греется сильнее остальных»

Ситуация: При проверки тепловизором (или рукой) после полета выяснилось, что один из двигателей мультиротора значительно горячее трех остальных. Визуальных повреждений нет, вращается свободно.

Задание:

Назовите три возможные причины перегрева конкретного двигателя.

Какие измерения необходимо провести?

Ваши дальнейшие действия.

Решение/алгоритм:

Причины:

Подклинивание подшипника (микролюфт, загрязнение) — трение растёт.

Перегрузка (например, этот винт большего размера или шага, чем нужно).

Неисправность регулятора хода (ESC) — подается несинусоидальное напряжение, двигатель работает в разнос или с плохой синхронизацией.

Межвитковое замыкание в обмотке.

Измерения:

Измерить сопротивление обмоток мультиметром (сравнить с другими двигателями, значения должны быть близки).

Проверить, не магнитятся ли лишние предметы к ротору.

Проверить винт: не погнут ли он? Не нарушена ли геометрия?

Действия:

Снять двигатель и прокрутить рукой без винта. Если есть хруст/люфт — замена подшипников.

Подключить заведомо исправный регулятор к этому двигателю (или этот двигатель к другому регулятору) для локализации неисправности. Если греется с другим регулятором — проблема в двигателе. Если с этим же — проблема в "родном" ESC.

Кейс №6. «Пропадание видео при включении газа»

Ситуация: FPV-пилот жалуется, что на земле видео идеальное, но как только он добавляет газ более 50%, на изображении появляются полосы (помехи), а на полном газу видео может пропадать совсем.

Задание:

В чем наиболее вероятная причина (типичная для FPV-систем)?

Какие элементы системы нужно проверить?

Предложите пути решения проблемы.

Решение/алгоритм:

Причина: Помехи от регуляторов хода (ESC) по цепям питания (недостаточная фильтрация). При увеличении тока нагрузки просаживается напряжение, и видеопередатчик (VTX) либо сбрасывается, либо "ловит" помехи коммутации двигателей.

Проверка:

Проверить LC-фильтр на плате распределения питания (PDB) или наличие отдельного BEC для питания камеры и VTX.

Проверить пайку силовых проводов.

Убедиться, что видеопередатчик питается отдельно от полетного контроллера (если контроллер не имеет хорошего фильтра).

Решение:

Установить дополнительный LC-фильтр или низкочастотный фильтр на питание видеопередатчика.

Питать VTX и камеру отдельным BEC (5B/12B) от основной батареи.

Убедиться, что сигнальные провода ESC не идут в жгуте параллельно с видеокабелем.

Снизить частоту коммутации ESC (если позволяет прошивка) или включить фильтрацию в настройках контроллера.

Кейс №7. «Люфт в креплении луча»

Ситуация: При плановом осмотре складного квадрокоптера обнаружен люфт в месте соединения луча (arms) с центральной рамой. Винты крепления затянуты, но луч "ходит" в вертикальной плоскости на 1-2 мм.

Задание:

Классифицируйте дефект (допустим / недопустим).

Каковы последствия полета с таким люфтом?

Опишите технологию ремонта.

Решение/алгоритм:

Классификация: Недопустимый дефект. Люфт в 1-2 мм приведет к паразитным колебаниям и вибрациям, которые ПИД-регуляторы будут пытаться компенсировать, что приведет к перегреву двигателей, "желе" на видео и потере устойчивости.

Последствия: Повышенная вибрация, увод с курса, раскачка, преждевременный износ подшипников двигателей.

Ремонт:

Разобрать узел крепления.

Проверить посадочные места (отверстия) на износ. Если отверстия разбиты — возможно, потребуется замена детали.

Проверить состояние шарнира (если это шарнирное соединение для складывания) — возможно, изношена ось или втулка.

При износе пластика можно попробовать использовать эпоксидную смолу с микрофиброй для восстановления геометрии, либо установить ремонтные втулки. Оптимально — заменить поврежденную деталь луча или рамы.

Кейс №8. «Отказ сервопривода самолета»

Ситуация: У БВС самолетного типа при включении питания элероны занимают произвольное положение, и не реагируют на команды с пульта. Другие сервоприводы (руль высоты, руль направления) работают нормально.

Задание:

Локализуем неисправность. Где проблема: в сервоприводе, в приемнике, в полетном контроллере, в проводке?

Каким образом можно это проверить?

Ваши действия по замене.

Решение/алгоритм:

Локализация: Так как работают другие сервы, приемник и контроллер живы. Проблема локальная: либо конкретный сервопривод, либо его провод/кабель, либо выход (пин) на контроллере/приемнике.

Проверка:

Подключить заведомо исправный сервопривод к этому же каналу на приемнике/контроллере. Если он заработает — неисправен старый сервопривод.

Если исправный сервопривод тоже не работает — проблема в выходе приемника или контроллера (возможно, перегорел драйвер канала). Тогда нужно переназначить канал.

Проверить целостность провода (часто обрыв внутри изоляции около разъема).

Замена: При замене сервопривода важно установить его нейтральное положение до установки качалки. Включить питание, дать сервоприводу встать в нейтраль, затем установить качалку и тягу так, чтобы руль был в нейтральном положении.

Кейс №9. «Зарядное устройство не видит батарею»

Ситуация: Техник подключает полностью новый (или старый) LiPo аккумулятор к балансирному зарядному устройству. Зарядное устройство не реагирует, не видит батарею. Напряжение на силовых разъемах (XT60/XT90) есть (мультиметр показывает 14.8В), балансирный разъем подключен.

Задание:

В чем может быть причина? (Рассмотрите два варианта: проблема с батареей и проблема с ЗУ).

Как проверить балансирный разъем?

Можно ли заряжать такую батарею, минуя балансир (только через силовые провода)? Почему?

Решение/алгоритм:

Причины:

Батарея: Обрыв в цепи балансирующего разъема (отпаялся провод от платы балансировки или внутри разъема). Или глубокий разряд одной банки, который ЗУ не может идентифицировать.

ЗУ: Неисправность балансирующего порта (контакты погнуты), либо сбой прошивки ЗУ.

Проверка балансирующего разъема: Мультиметром в режиме прозвонки или измерения напряжения. По очереди измерить напряжение между черным (GND) и каждым последующим контактом. Должно быть последовательное увеличение напряжения (4.2В, 8.4В, 12.6В, 16.8В для 4S). Если на каком-то шаге скачок 0 или очень большой (например, сразу 8В вместо 4), то контакт отсутствует.

Зарядка без балансира: Категорически нельзя. Это приведет к перезаряду одних банок и недозаряду других, что вызовет возгорание. Зарядка LiPo возможна только с подключенным балансирующим разъемом (или через специальные балансирующие зарядные устройства).

Кейс №10. «Повреждение антенны GPS»

Ситуация: При транспортировке керамическая антенна GPS-модуля получила скол угла (отбито примерно 2х2 мм). Модуль включается, светодиод мигает, но спутники не ловит даже через 15 минут на открытом воздухе.

Задание: Можно ли восстановить работоспособность антенны?

Каковы риски использования поврежденной антенны?

Опишите процедуру замены антенны (при условии, что это модуль с внешней антенной, например, u-blox с разъемом u.FL).

Решение/алгоритм: Восстановление: Практически невозможно в полевых/сервисных условиях. Керамическая антенна — это точный элемент. Скол нарушил диаграмму направленности и согласование. Пайка или склейка керамики не помогут. Требуется замена.

Риски: Антенна не будет эффективно принимать сигнал, что приведет к потере спутников в полете, срыву навигации и аварии. Даже если несколько спутников пойманы, позиционирование будет неточным (ошибка 10-20 метров).

Замена: Приобрести точно такую же керамическую антенну (patch antenna) с нужной частотой.

Аккуратно демонтировать старую антенну, отсоединив кабель от разъема u.FL (если есть) или отпаяв кабель (если припаян).

Очистить место посадки. Подключить новую антенну, убедившись в надежности фиксации разъема (должен быть щелчок).

Закрепить антенну на корпусе (термоклей/двусторонний скотч) так, чтобы сверху не было экранирующих материалов (металл, углепластик).

Провести наземный тест на захват спутников (должен быть результат, близкий к паспортному).

***Примерные оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)
по итогам освоения дисциплины (модуля)***

Вопросы к собеседованию:

Вопрос 1 (Планер)

Назовите основные методы неразрушающего контроля, применяемые при проверке композитных материалов (углепластик, кевлар) фюзеляжа БВС на наличие скрытых дефектов (расслоений, непроклеев).

Вопрос 2 (Смазка)

Требуется ли смазывать подшипники бесколлекторных электродвигателей, используемых в БВС? Если да, то какие смазки применяются и с какой периодичностью?

Вопрос 3 (Аккумуляторы)

Что такое «балансировка» Li-Pol аккумулятора, и зачем она проводится при техническом обслуживании?

Вопрос 4 (Винты)

Опишите процедуру статической балансировки воздушного винта. Почему дисбаланс винта опасен для БВС?

Вопрос 5 (Полётный контроллер)

Какие действия входят в ТО полетного контроллера (FC) после жесткой посадки или аварии?

Вопрос 6 (Кабели и разъемы)

Признаки микротрещин в токопроводящих жилах силовых проводов (например, от аккумулятора к плате распределения питания). Какой дефект самый явный?

Вопрос 7 (Пайка)

Какие требования предъявляются к качеству пайки силовых разъемов (XT60, XT90 и др.) при ТО? Назовите два главных критерия.

Вопрос 8 (Сезонное ТО)

Какие работы проводятся при переводе БВС с летнего на зимний режим эксплуатации?

Вопрос 9 (Калибровка)

В каких случаях обязательно проведение калибровки компаса (магнитометра) БВС, помимо выдачи ошибки системой?

Вопрос 10 (Двигатели)

Методика проверки состояния подшипников бесколлекторного двигателя без его разборки.

Вопрос 11 (ESC/Регуляторы)

Что означает процедура «обучения диапазонов газа» (калибровка ESC) и когда она проводится?

Вопрос 12 (Хранение)

Назовите оптимальные условия хранения аккумуляторов Li-Pol и самих БВС на срок более 3-х месяцев.

Вопрос 13 (GPS/Навигация)

Диагностика помех GPS-приемника. Как отличить плохую видимость спутников от активной радио-помехи (RF-шума)?

Вопрос 14 (Метизы и крепеж)

Почему при ТО БВС рекомендуется использовать фиксатор резьбы (анаэробный герметик) и контролировать момент затяжки винтов?

Вопрос 15 (Аварийное обслуживание)

Составьте чек-лист (краткий план) первоначальных действий по оценке состояния БВС после падения в воду.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Анализ изменений в правилах технического обслуживания БВС в связи с вступлением в силу Приказа Минтранса № 367.

Организация процесса поддержания летной годности (ПЛГ) в коммерческой эксплуатации беспилотных авиационных систем.

Квалификационные требования и ответственность персонала, осуществляющего техническое обслуживание БВС.

Эксплуатационная документация БВС: структура, назначение и правила ведения записей о техническом обслуживании.

Зарубежный и отечественный опыт сертификации организаций по техническому обслуживанию беспилотной авиации.

Технология ремонта и обслуживания корпусов БВС из полимерных композиционных материалов.

Методы неразрушающего контроля элементов планера беспилотных воздушных судов.

Влияние внешних факторов (УФ-излучение, влажность, перепады температур) на ресурс планера БВС и методы защиты.

Особенности технического обслуживания трансмиссий и несущих систем БВС вертолетного типа.

Анализ типовых дефектов посадочных устройств (шасси) БВС и способы их устранения.

Регламент технического обслуживания бесколлекторных электродвигателей, применяемых в мультироторных системах.

Технология балансировки воздушных винтов БВС: методы, оборудование и влияние на ресурс силовой установки.

Правила безопасной эксплуатации и технического обслуживания литий-полимерных (LiPo) аккумуляторных батарей для БВС.

Диагностика деградации аккумуляторных батарей БВС: методы измерения емкости и внутреннего сопротивления.

Особенности технического обслуживания гибридных силовых установок (ДВС+электрогенератор) для БВС.

Процедуры калибровки и диагностики инерциальной навигационной системы (IMU) беспилотного воздушного судна.

Методика проверки и технического обслуживания радиочастотного тракта (приемники, передатчики, антенны) БВС.

Обслуживание оптико-электронных систем (камер и подвесов) в составе целевой нагрузки БВС.

Процедура обновления программного обеспечения (прошивки) полетного контроллера и наземной станции управления.

Анализ неисправностей сервоприводов и исполнительных механизмов системы управления БВС самолетного типа.

Методы экранирования и защиты от электромагнитных помех бортового оборудования БВС.

Разработка чек-листов предполетной и послеполетной подготовки для различных классов беспилотных воздушных судов.

Анализ рисков и человеческий фактор при проведении технического обслуживания беспилотных авиационных систем.

Порядок расследования инцидентов и отказов, связанных с некачественным техническим обслуживанием БВС.

Организация рабочего места и инструментальное обеспечение процесса технического обслуживания БВС.