

Рабочая программа учебной дисциплины

Основы беспилотных авиационных систем

(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	5
Общее количество часов	180
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	62
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	16
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Основы беспилотных авиационных систем» 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 (ОПОП ВО)):

ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования

Дескрипторы Универсальных компетенций:

ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.

ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач.

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)
	ОПК-3.1. Демонстрирует понимание теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования. ОПК-3.2. Применяет теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных	Знает: ИД 1 ОПК-3.1 Теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-3.2 Порядок и принципы применения теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-3.1 Оценить техническое состояние и потребность в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания

	источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач.	приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-3.2 Применять теорию технической эксплуатации, основы конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-3.1 Оценки технического состояния и потребности в техническом обслуживании и ремонте конструкций и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-3.2 Применения теории технической эксплуатации, основ конструкции и систем воздушных судов, электрических и электронных источников питания приборного оборудования и систем индикации воздушных судов, систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования при решении профессиональных задач (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	Двигатели воздушных судов
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. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС	14	4	4	6	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
8	Тема 8. Применение БАС в отраслях экономики и безопасность полетов	16	4	4	8	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		180	32	32	62	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС Дисциплина начинается с определения места БАС в современной авиации. Рассматривается история развития беспилотной техники — от первых мишеней до современных автономных комплексов. Изучается классификация беспилотных воздушных судов (БВС): по типу крыла (самолетный, вертолетный/коптерный тип), взлетной массе (микро, мини, средние, тяжелые), а также по целевому назначению (разведывательные, ударные, гражданские). Особое внимание уделяется архитектуре системы: разделению на воздушное судно, пункт дистанционного управления и канал связи.

Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС В этой теме закладываются физические основы управления полетом. Для аппаратов самолетного типа изучаются аэродинамические силы (подъемная сила, лобовое сопротивление), фокусируются понятия центра тяжести и центра давления. Для мультироторных систем (квадрокоптеры) рассматривается принцип создания подъемной силы за счет изменения шага или скорости вращения винтов, понятие тяговооруженности и гироскопической стабилизации.

Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС Детально изучается устройство современного дрона. Рассматриваются элементы рамы, типы электродвигателей (коллекторные, бесколлекторные), характеристики аккумуляторных батарей (*Li-Po*, *Li-Ion*) и методы расчета времени полета. Центральное место занимает изучение полетного контроллера («мозга» дрона), инерциальной навигационной системы (*IMU*), приемника аппаратуры радиопередачи и видеопередатчиков (*VTX*).

Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи Изучается архитектура пульта управления (аппаратуры РУ): стики переключения режимов, тумблеры, встроенные экраны и внешние FPV-шлемы. Анализируются протоколы передачи данных между пультом и дроном (*ELRS*, *Crossfire*). Отдельно рассматриваются цифровые и аналоговые системы передачи видеосигнала для полетов от первого лица (*FPV*), вопросы частотного планирования и дальности действия радиоканалов.

Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки Тема посвящена тому, как дрон понимает свое местоположение в пространстве. Изучаются спутниковые системы навигации (*GNSS*: GPS, ГЛОНАСС, BeiDou), работа компаса и барометра. Рассматривается процесс калибровки сенсоров. Во второй части темы анализируется полезная нагрузка: подвесы камер (двухосевые, трехосевые), типы матриц, тепловизоры, лидары и газоанализаторы, а также способы их интеграции с полетным контроллером.

Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка Рассматривается программное окружение оператора. Изучается настройка прошивок полетных контроллеров (например, *Betaflight*, *iNav*, *PX4/ArduPilot*). Подробно разбирается процедура предполетного осмотра: проверка затяжки винтов, состояния аккумулятора, отсутствия ошибок в логах, калибровка *IMU* и компаса. Изучаются правила составления полетного задания и чек-листы безопасности.

Тема 7. Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ Критически важная тема для легальной эксплуатации. Изучается Воздушный кодекс РФ, федеральные правила использования воздушного пространства. Разбираются понятия зонирования (запретные зоны, зоны ограничения полетов), порядок регистрации БВС весом более 150 граммов, требования к страхованию ответственности и сертификация внешних пилотов. Анализируется ответственность за нарушение правил полетов.

Тема 8. Применение БАС в отраслях экономики и безопасность полетов Завершающая тема носит прикладной характер. Рассматриваются кейсы использования дронов в сельском хозяйстве (агромониторинг, опрыскивание), строительстве (инспекция объектов, создание 3D-моделей), нефтегазовом секторе (мониторинг трубопроводов), картографии и доставке грузов. Завершается курс изучением действий в особых случаях: отказ двигателя, потеря сигнала (*FailSafe*), нештатная посадка и меры противодействия противоправному применению БАС.

3.2. Содержание практического блока дисциплины**Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС
ПЗ 2	Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС
ПЗ 3, 4	Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС
ПЗ 5	Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи
ПЗ 6, 7	Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки
ПЗ 8	Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка

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. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Применение БАС в отраслях экономики и безопасность полетов	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. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Применение БАС в отраслях экономики и безопасность полетов	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в соответствии с действующими требованиями и нормами законодательства.
2. Классификация БПЛА.
3. Порядок учета беспилотных воздушных судов.
4. Эксплуатации и выполнения полетов с использованием беспилотных воздушных судов
5. Планирование полетов БПЛА.
6. Принципы радиоуправления БПЛА.
7. Дефектовка и безопасность БПЛА.
8. Основы теории структурного построения систем контроля и управления БПЛА
9. Правила подбора комплектующих для сборки БПЛА.
10. Настройки и программирования БПЛА в зависимости от их функционального назначения.
11. Техника безопасности при сборке БПЛА
12. Техника безопасности при настройке и программировании БПЛА
13. Требования к необходимым для сборки инструментам.
14. Порядок сборки аппаратной части БПЛА.
15. Настройка аппаратной части БПЛА
16. Настройка программной части БПЛА
17. Проверка работоспособности БПЛА
18. Программирование полета БПЛА.
19. Предполетная подготовка БПЛА.
20. Выполнение полета БПЛА.
21. Послеполетное обслуживание БПЛА.
22. Разбор часто возникающих ошибок и возможных проблемных ситуаций.
23. Цели, задачи, приоритеты и целевые индикаторы реализации.
24. Стратегии развития беспилотной авиации
25. Состояние отрасли беспилотной авиации в мире.
26. Состояние отрасли беспилотной авиации в РФ

27. Организация производства беспилотной авиации в РФ.
28. Сценарии развития отрасли беспилотной авиации
29. Применения беспилотных воздушных судов с искусственным интеллектом.
30. Проблемы и перспективы развития и применения БПЛА.
31. Системы координат БПЛА
32. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли
33. Ветровой треугольник
34. Гравитационные силы.
35. Аэродинамические силы и моменты
36. Движущие силы и моменты
37. Датчики угловой скорости
38. Датчики давления
39. Система глобального позиционирования
40. Движение по прямолинейной траектории
41. Движение по круговой орбите
42. Система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия
43. Геолокация
44. 2Время до столкновения
45. Точная посадка.

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 контролируемых 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. Введение в беспилотную авиацию. Классификация БВС	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
2	Тема 2. Аэродинамика и принципы полета различных типов БВС	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
3	Тема 3. Конструкция и бортовые системы БВС	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
4	Тема 4. Наземная станция управления (НСУ) и средства связи	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
5	Тема 5. Навигация, ориентация и системы полезной нагрузки	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
6	Тема 6. Программное обеспечение и предполетная подготовка	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
7	Тема 7. Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2

8	Тема 8. Применение БАС в отраслях экономики и безопасность полетов	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-3.1 ИД 2 ОПК-3.2 ИД 3 ОПК-3.1 ИД 4 ОПК-3.2 ИД 5 ОПК-3.1 ИД 6 ОПК-3.2
---	--	----	----	-----	--

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

Блок 1. Конструкция и расчеты (Инженерный уровень)

1. Расчет времени полета (*Flight Time*).

- Задание:** Для квадрокоптера с аккумулятором 6S 10000 мАч и средним током потребления 25 Ампер рассчитать теоретическое время висения. Учесть коэффициент эффективности батареи (C-rate) 90% и вес самой батареи.

2. Подбор силовой установки (*Motor-Prop Matching*).

- Задание:** Выбрать бесколлекторные двигатели для гексакоптера взлетной массой 8 кг. По тестовым таблицам производителя подобрать размер пропеллеров так, чтобы максимальная тяга одного мотора составляла не менее 30–40% от веса аппарата (коэффициент тяговооруженности).

3. Проектирование рамы в CAD.

- Задание:** В программе *Fusion 360* или *SolidWorks* начертить эскиз луча рамы гоночного дрона класса 5". Рассчитать толщину стенок карбоновой пластины исходя из нагрузки на изгиб при краше на скорости 100 км/ч.

4. Анализ центровки (CG) самолета.

- Задание:** Дана схема авиамоделей типа "Летающее крыло". Нанесены координаты двигателей, аккумулятора и полезной нагрузки. Графически и математически определить положение центра тяжести и оценить статическую устойчивость модели.

5. Сборка электрической схемы питания.

- Задание:** Составить принципиальную схему питания БВС, где одновременно работают силовая установка (6S), полетный контроллер (питается через преобразователь напряжения/BEC 5V) и видеопередатчик (имеет широкий диапазон входного напряжения). Указать номиналы предохранителей.

Блок 2. Настройка ПО и прошивок (Программный уровень)

6. Конфигурация полетного контроллера (*Betaflight/iNav*).

- Задание:** Описать последовательность действий во вкладке *Configurator* для настройки протокола передачи данных между приемником радиуправления и полетным контроллером (например, ELRS).

7. Настройка режима спасения (*Failsafe/Rescue*).

- Задание:** Сформулировать алгоритм поведения автопилота (*ArduPilot/PX4*) при потере сигнала управления: высота возврата (*Return to Launch - RTL*), скорость возврата, действия при достижении точки дома (возврат, посадка или кружение).

8. Отладка вибраций по логам (*Blackbox/Datalogging*).

- **Задание:** Проанализировать предоставленный график осциллограммы вибрации гироскопа. Определить частоту резонанса и предложить два способа устранения проблемы (аппаратный — балансировка моторов; программный — фильтры).

9. Программирование переключателей пульта (*Mixes/Switches*).

- **Задание:** На аппаратуре *RadioMaster Pocket* настроить трехпозиционный тумблер для управления режимами полета коптера: Angle (стабилизация), Horizon (супер-стабилизация) и Acro (акробатика).

10. Построение полетного задания (*Waypoint Mission*).

- **Задание:** В наземной станции (*QGroundControl/Mission Planner*) составить план облета периметра строительного участка площадью 1 Га. Задать высоту полета 50 метров, зону посадки и точку зависания над точкой старта.

Блок 3. Эксплуатация и навигация (Практический уровень)

11. Расшифровка метеосводки для полетов (*METAR/TAF*).

- **Задание:** Дан код сводки аэропорта (например, UUEE 021500Z ... OVC010 ... VRB02MPS). Расшифровать видимость, нижнюю границу облачности, направление и скорость ветра. Принять решение о возможности визуального полета (*VLOS*).

12. Определение легальности зоны полета.

- **Задание:** Используя карту-схему ограничений использования воздушного пространства РФ (данные предоставлены преподавателем), определить статус точки с координатами [Координаты]. Установить, требуется ли согласование со структурами Минобороны или администрацией аэродрома.

13. Действия при инциденте (*Crash Log Analysis*).

- **Задание:** Разобрать описание аварии: "На высоте 100м внезапно выключились моторы, дрон упал вертикально". Изучить список возможных причин (отсечка по напряжению, обрыв провода, отказ регулятора хода) и составить чек-лист проверки оборудования перед следующим вылетом.

14. Калибровка подвеса камеры (*Gimbal Tuning*).

- **Задание:** Описать процедуру механической и электронной калибровки трехосевого подвеса DJI или аналогичного, если наблюдается наклон горизонта ("horizon tilt") на 3 градуса.

15. Расчет пропускной способности канала связи.

- **Задание:** Для цифровой системы видеосвязи задан битрейт 25 Мбит/с и частота кадров 60fps. Оценить задержку видеосигнала (*latency*) при передаче пакетов размером 1500 байт, учитывая протоколы подтверждения доставки. Сделать вывод о пригодности системы для гонок FPV.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

01 Исторический путь становления беспилотных авиационных систем.

02 Первые прототипы беспилотников: эволюция конструкций и технологий.

03 Роль Первой мировой войны в развитии БАС.

04 Развитие БАС в период холодной войны.

05 Современные тенденции эволюции беспилотных аппаратов.

06 Основные виды беспилотных воздушных судов.

07 Типология современных дронов по назначению.

08 Классификация беспилотных систем по способу управления.

09 Легкие и тяжелые беспилотники: сравнительный анализ характеристик.

10 Особенности классификации БВС по высоте полета.

11 Конструктивные особенности малых беспилотных летательных аппаратов.

12 Проектирование крыла беспилотника: теория и практика.

13 Выбор формы фюзеляжа беспилотного аппарата.

14 Применение композитных материалов в конструкции беспилотников.

15 Аэродинамические характеристики маловысотных БЛА.

- 16 Электроэнергетика в системах питания беспилотных комплексов.
- 17 Использование гибридных двигателей в беспилотниках.
- 18 Анализ эффективности разных типов силовых установок.
- 19 Проблемы надежности электрических двигателей для БАС.
- 20 Топливные элементы в автономных БВС.
- 21 Принципы построения автопилотов для беспилотных самолетов.
- 22 Навигационная система GPS и ГЛОНАСС в БАС.
- 23 Инновационные технологии позиционирования беспилотников.
- 24 Компьютерное зрение в управлении полетами БВС.
- 25 Интеграция сенсорных систем в конструкцию беспилотных устройств.
- 26 Способы передачи телеметрии с борта беспилотника.
- 27 Организация каналов связи наземных станций с дронами.
- 28 Проблемы защиты беспроводных сетей беспилотных авиасистем.
- 29 Радиочастотные средства подавления сигнала беспилотных аппаратов.
- 30 Обеспечение устойчивого сигнала управления дальнобойными беспилотниками.
- 31 Специализированные камеры для аэрофотосъемки с использованием БАС.
- 32 Лазерные сканеры в геодезии с применением беспилотных платформ.
- 33 Инфракрасные сенсоры в целях мониторинга окружающей среды.
- 34 Термографические приборы на борту беспилотных машин.
- 35 Применение радаров для разведки местности беспилотником.
- 36 Программные комплексы автоматизированного планирования маршрутов.
- 37 Алгоритмы автоматической посадки беспилотных аппаратных систем.
- 38 Искусственный интеллект в принятии решений беспилотных кораблей.
- 39 Дистанционное обслуживание и диагностика неисправностей.
- 40 Подходы к оптимизации логистического процесса эксплуатации БАС.
- 41 Система предотвращения столкновений беспилотных систем.
- 42 Методы идентификации несанкционированных беспилотных объектов.
- 43 Противодействие захвату контроля над беспилотными устройствами.
- 44 Оценка риска аварий и катастроф беспилотных авиационных систем.
- 45 Средства активного противодействия угрозам кибервзлома беспилотников.
- 46 Международные стандарты сертификации беспилотных комплексных систем.
- 47 Российские требования по регистрации и лицензированию беспилотных летательных аппаратов.
- 48 Правила воздушного движения для беспилотных гражданских аппаратов.
- 49 Правовая ответственность владельцев беспилотных самолётов.
- 50 Регулирование полетов в зоне ограниченной видимости и в городских условиях.
- 51 Беспилотные аппараты в сельском хозяйстве.
- 52 Морская разведка и мониторинг морских границ с помощью БАС.
- 53 Экологическая оценка территорий с использованием беспилотных комплексов.
- 54 Геологоразведочные исследования и картографирование месторождений полезных ископаемых.
- 55 Технологии пожаротушения с использованием беспилотных самолетов.
- 56 Воздушная разведка боевых действий средствами беспилотных военно-воздушных сил.
- 57 Испытания вооружения на беспилотных самолётах.
- 58 Направление радиоэлектронной борьбы в военном применении БАС.
- 59 Эффективность дистанционно управляемых бомбардировочных беспилотников.
- 60 Перспективы военного применения сверхмалого класса беспилотных авиасистем.
- 61 Экономическая эффективность внедрения беспилотных транспортных систем.
- 62 Затраты на эксплуатацию беспилотных коммерческих авиакомплексов.
- 63 Расчет себестоимости единичного полета беспилотного судна.
- 64 Модели бизнеса, основанные на услугах беспилотных транспортировок.
- 65 Инвестиции в развитие инфраструктуры поддержки БАС.
- 66 Этические аспекты использования БАС в городской среде.
- 67 Социальные последствия широкого распространения беспилотных перевозок.
- 68 Вопросы приватности при массовом внедрении камер наблюдения с воздуха.

- 69 Угрозы информационной безопасности и защита персональных данных.
- 70 Образовательные программы подготовки кадров для отрасли беспилотных авиоперевозок.
- 71 Альтернативные методы энергоснабжения беспилотных устройств.
- 72 Аккумуляторные батареи нового поколения для длительных полётов.
- 73 Повышение энергоэффективности электродвигателей беспилотных систем.
- 74 Тепловое управление системой охлаждения электронных компонентов БАС.
- 75 Проблема утилизации аккумуляторных батарей беспилотных аппаратов.
- 76 Периодичность технического обслуживания беспилотных авиационных систем.
- 77 Оптимальные методики ремонта корпусов беспилотных приборов.
- 78 Стандартные процедуры диагностики перед каждым вылетом.
- 79 Методы восстановления после аварийных ситуаций.
- 80 Нормативы запасных частей и расходных материалов для эксплуатационного обслуживания.
- 81 Системы роботизации загрузки беспилотных грузовых судов.
- 82 Адаптация алгоритмов самообучения для повышения точности распознавания целей.
- 83 Автономное взаимодействие группы беспилотных аппаратов.
- 84 Имитация поведения стай птиц для улучшения групповых операций БАС.
- 85 Методики динамического распределения нагрузки в коллективах беспилотных экипажей.
- 86 Транспортировка медицинских препаратов и оборудования с помощью БАС.
- 87 Поисково-спасательные операции с участием беспилотных летательных аппаратов.
- 88 Мониторинг чрезвычайных ситуаций и эвакуация пострадавших с использованием БАС.
- 89 Контроль эпидемической обстановки в удаленных регионах посредством беспилотных наблюдений.
- 90 Возможности доставки медицинской помощи пострадавшим в труднодоступных местах.
- 91 Охрана природы и контроль состояния заповедных зон с помощью беспилотных комплексов.
- 92 Отслеживание загрязнений атмосферы и водоемов с помощью экомониторинга с беспилотных самолётов.
- 93 Определение очагов лесных пожаров с использованием датчиков дистанционного зондирования.
- 94 Поддержка экологических проектов по восстановлению лесов с помощью посадочного оборудования на беспилотниках.
- 95 Использование лазерных и инфракрасных сенсоров для выявления изменений климата.
- 96 Исследования атмосферных явлений с помощью специализированного оборудования на беспилотных аппаратах.
- 97 Возможность изучения метеорологических условий на больших высотах с использованием небольших БАС.
- 98 Проведение экспериментов в области биологии и экологии с использованием беспилотных площадок.
- 99 Сбор образцов почвы и воды с поверхности рек и озёр.
- 00 Наблюдение за поведением животных и мигрирующих популяций в естественной среде обитания.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для экзамена

1. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в соответствии с действующими требованиями и нормами законодательства.
2. Классификация БПЛА.
3. Порядок учета беспилотных воздушных судов.
4. Эксплуатации и выполнения полетов с использованием беспилотных воздушных судов
5. Планирование полетов БПЛА.

6. Принципы радиоуправления БПЛА.
7. Дефектовка и безопасность БПЛА.
8. Основы теории структурного построения систем контроля и управления БПЛА
9. Правила подбора комплектующих для сборки БПЛА.
10. Настройки и программирования БПЛА в зависимости от их функционального назначения.
11. Техника безопасности при сборке БПЛА
12. Техника безопасности при настройке и программировании БПЛА
13. Требования к необходимым для сборки инструментам.
14. Порядок сборки аппаратной части БПЛА.
15. Настройка аппаратной части БПЛА
16. Настройка программной части БПЛА
17. Проверка работоспособности БПЛА
18. Программирование полета БПЛА.
19. Предполетная подготовка БПЛА.
20. Выполнение полета БПЛА.
21. Послеполетное обслуживание БПЛА.
22. Разбор часто возникающих ошибок и возможных проблемных ситуаций.
23. Цели, задачи, приоритеты и целевые индикаторы реализации.
24. Стратегии развития беспилотной авиации
25. Состояние отрасли беспилотной авиации в мире.
26. Состояние отрасли беспилотной авиации в РФ
27. Организация производства беспилотной авиации в РФ.
28. Сценарии развития отрасли беспилотной авиации
29. Применения беспилотных воздушных судов с искусственным интеллектом.
30. Проблемы и перспективы развития и применения БПЛА.
31. Системы координат БПЛА.
32. Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли
33. Ветровой треугольник
34. Гравитационные силы.
35. Аэродинамические силы и моменты
36. Движущие силы и моменты
37. Датчики угловой скорости
38. Датчики давления
39. Система глобального позиционирования
40. Движение по прямолинейной траектории
41. Движение по круговой орбите
42. Система координат карданного подвеса, видеокамеры и проективная геометрия
43. Геолокация
44. Время до столкновения
45. Точная посадка.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Как называется устройство, являющееся «мозгом» беспилотника, которое обрабатывает данные с датчиков и управляет скоростью вращения моторов? а) Приемник (RX); б) Видеопередатчик (VTX); в) Полетный контроллер (FC); г) Регулятор хода (ESC).

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.2 Какой тип аккумуляторных батарей является стандартом для большинства современных FPV-дронов благодаря высокой токоотдаче? а) Свинцово-кислотные (Pb); б) Никель-металлгидридные (NiMH); в) Литий-полимерные (Li-Po); г) Литий-железо-фосфатные (LiFePO₄).

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.3 В какой системе координат работает спутниковый модуль навигации *GPS/ГЛОНАСС* на борту БВС? а) Декартова прямоугольная система; б) Полярная система; в) **Всемирная геодезическая система (WGS-84)**; г) Цилиндрическая система.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Как расшифровывается аббревиатура *FPV* в контексте управления дронами? а) First Person Video; б) Fast Power Voltage; в) **First Person View (Вид от первого лица)**; г) Flight Path Vector.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Что произойдет с мультироторным БВС при отказе одного мотора (для конфигурации квадрокоптера)? а) Продолжит стабильный полет за счет гироскопов; б) Автоматически перейдет в режим посадки без повреждений; в) **Потеряет управление и начнет неконтролируемое вращение вокруг своей оси**; г) Увеличит тягу оставшихся моторов в два раза.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных компонента системы передачи видеосигнала для полетов от первого лица (*FPV*): а) Спутниковая антенна; б) **Камера (*FPV Camera*)**; в) **Видеопередатчик (*Video Transmitter*)**; г) Wi-Fi роутер.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Какие два параметра являются основными характеристиками бесколлекторного двигателя дрона (например, 2306-1750KV)? а) Цвет изоляции проводов; б) **Высота статора и его диаметр (размер в мм)**; в) **Коэффициент KV (обороты на вольт)**; г) Вес крепежных болтов.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два режима полета, которые требуют наличия работающего модуля GPS на борту: а) Акро (Акробатика); б) **Return to Launch (Возврат домой)**; в) **Position Hold (Удержание позиции)**; г) Manual (Ручной).

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два действия из предполетного чек-листа пилота: а) Зарядка пульта до 100% только после взлета; б) **Проверка затяжки винтов пропеллеров**; в) **Калибровка компаса (*Mag Calibration*) при смене локации**; г) Отключение пищалки низкого напряжения.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Согласно законодательству РФ, какие два требования обязательны для владельца гражданского БВС массой более 150 граммов? а) Наличие лицензии частного пилота гражданской авиации; б) **Постановка аппарата на государственный учет**; в) **Нанесение уникального номера-идентификатора на корпус**; г) Ежегодное техническое обслуживание у производителя.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между элементом конструкции и его функцией.

А) Регулятор хода (<i>ESC</i>)	1) Преобразует постоянное напряжение батареи в трехфазный переменный ток для мотора.
Б) Полетный контроллер (<i>FC</i>)	2) Принимает радиосигнал от пульта управления и передает его в цифровом виде.
В) Приемник (<i>RX</i>)	3) Обработывает данные инерциальных датчиков и вычисляет команды для стабилизации.
Г) Подвес камеры (<i>Gimbal</i>)	4) Механическая стабилизация видеокамеры по трем осям во время маневров.

Правильный ответ: А – 1, Б – 3, В – 2, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при включении аппаратуры радиоуправления и БВС. 1 Дать стикам команду "арминг" (сведение вниз-внутрь). 2 Включить пульт управления (*TX*). 3 Проверить положение тумблеров (все в положении Safety/Disarmed). 4 Подключить батарею к дрону. 5 Надеть видеоочки / включить монитор.

Правильный ответ: 2-3-4-5-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев : учебник для вузов / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07627-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585189>

2. Фетисов, В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура : учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — ISBN 978-5-507-56701-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/518544>

3. Фетисов, В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура : учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 188 с. — <https://lanbook.com/catalog/tekhnika-i-tekhnologii-nazemnogo-transporta/bespilotnye-tekhnicheskie-sredstva-v-selskom-khozyaystve/>

7.2. Дополнительная литература

4. Лозовецкий, В. В. Методы и средства защиты информации для сертификационных испытаний систем управления беспилотных транспортных средств : учебник для вузов / В. В. Лозовецкий, Е. Г. Комаров ; под редакцией В. В. Лозовецкого. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 220 с. — URL: <https://lanbook.com/ebsReader.php?id=38484>

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 **«Основы беспилотных авиационных систем»** 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

Основы беспилотных авиационных систем

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)