

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Мастепаненко Максим Алексеевич

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

**Б1.В.03 Сельскохозяйственные беспилотные авиационные
СИСТЕМЫ**

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

магистр

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
ПК-1 Проведение научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ПК-1.1 Способен проводить патентные исследования и определение характеристик продукции (услуг)	знает проводить исследования в области сельскохозяйственных БПЛА
		умеет формировать заявки на изобретения сельскохозяйственных БПЛА
		владеет навыками навыками по расчету узлов и механизмов сельскохозяйственных БПЛА
ПК-1 Проведение научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ПК-1.2 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	знает методику поиска научно-технической информации по сельскохозяйственным БПЛА
		умеет проводить анализ полученных научно-технических данных
		владеет навыками методами обработки результатов исследований
ПК-1 Проведение научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ПК-1.3 Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	знает методы управления работой научного коллектива
		умеет формулировать цели и задачи при исследовании коллективом самостоятельных тем
		владеет навыками навыками внедрения и практического использования полученных в ходе исследований результатов
ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты	ПК-2.1 Разрабатывает и рассчитывает основные параметры элементов и конструктивных особенностей беспилотных летательных аппаратов	знает нормативные правовые акты, нормативно-техническая и методическая документация, регламентирующие проведение агрохимического и агроэкологического мониторинга, почвенных обследований
		умеет определять объём полевых работ, необходимый и достаточный для решения задач в рамках мониторинга
		владеет навыками навык полетов на сельскохозяйственном беспилотном летательном аппарате
ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и	ПК-2.2 Планирует и организывает	знает методы мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве

эксплуатировать беспилотные летательные аппараты		т, осуществляет общее руководство и контроль эксплуатации беспилотных летательных аппаратов	умеет разрабатывать нормативно-техническую документацию в области агрохимического и агроэкологического мониторинга, различных видов почвенных обследований
			владеет навыками получения формирования ортофотопланов
ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать эксплуатировать беспилотные летательные аппараты	и	ПК-2.3 Выполняет работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы беспилотных летательных аппаратов	знает история развития методов применения БЛА в сельском хозяйстве
			умеет контролировать соответствие объёма выполненных полевых, камеральных, лабораторных работ программе исследований
			владеет навыками калибровки форсунок и насосов сельскохозяйственных БПЛА
ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать эксплуатировать беспилотные летательные аппараты	и	ПК-2.4 Выполняет техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку беспилотных летательных аппаратов	знает сформулируй цель дисциплины Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы
			умеет проводить аэрофотосъёмку и видеосъёмку для мониторинга сельскохозяйственных угодий
			владеет навыками диагностики, обслуживания и ремонта сельскохозяйственных беспилотников
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	знает методики анализа проблемных ситуаций
			умеет выявлять проблемную ситуацию и связи
			владеет навыками методами решения проблемных ситуаций
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать		УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной	знает Способы решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
			умеет Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке

стратегию	действий	проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения	владеет навыками способы решения проблемной ситуации
-----------	----------	---	--

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	3		Коллоквиум
1.2.	Проведение авиационно-химических работ с помощью БПЛА	3		Коллоквиум
	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	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	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) "Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Вопрос 1. Какое определение наиболее полно характеризует беспилотный летательный аппарат (БПЛА)?

Варианты ответов:

- А. Летательный аппарат, который может летать только в автоматическом режиме
- Б. Летательный аппарат, который управляется дистанционно или действует автономно без присутствия человека на борту
- В. Летательный аппарат, использующий только мультироторную схему
- Г. Летательный аппарат, предназначенный исключительно для военных целей

Вопрос 2. Какие основные типы БПЛА применяются в сельском хозяйстве?

Варианты ответов:

- А. Только мультироторные (квадрокоптеры)
- Б. Только самолетного типа
- В. Мультироторные, самолетного типа и гибридные (VTOL)
- Г. Только аэростатические аппараты

Вопрос 3. Какое преимущество имеют БПЛА самолетного типа перед мультироторными?

Варианты ответов:

- А. Возможность висения над объектом
- Б. Большая продолжительность полета и площадь охвата за один вылет
- В. Более высокая детализация съемки
- Г. Возможность вертикального взлета и посадки

Вопрос 4. Какая из перечисленных задач НЕ относится к основным функциям агродронов?

Варианты ответов:

- А. Мониторинг состояния посевов
- Б. Внесение удобрений и средств защиты растений
- В. Картографирование полей
- Г. Вспашка почвы

Вопрос 5. К какому типу БПЛА относятся аппараты, способные выполнять вертикальный взлет и посадку, а также эффективный горизонтальный полет по самолетному типу?

Варианты ответов:

- А. Мультироторные
- Б. Вертолетного типа
- В. Гибридные (VTOL)
- Г. Самолетного типа

Вопрос 6. Где в основном применяются сельскохозяйственные БПЛА?

Варианты ответов:

- А. Только в тепличных хозяйствах
- Б. Только на полях с зерновыми культурами
- В. В растениеводстве для широкого спектра культур (зерновые, пропашные, рис и др.)
- Г. Только для обработки садов и виноградников

Вопрос 7. Какие сферы применения БПЛА существуют помимо сельского хозяйства?

Варианты ответов:

- А. Только военное дело
- Б. Только картография и геодезия
- В. Военное дело, гражданская авиация, охрана, спасательные операции, картография
- Г. Только мониторинг окружающей среды

Вопрос 8. Какое из утверждений о применении агродронов является верным?

Варианты ответов:

- А. Дроны не могут работать на полях со сложным рельефом
- Б. Применение дронов позволяет снизить себестоимость обработки удаленных полей за счет отсутствия необходимости транспортировки больших объемов воды
- В. Агродроны полностью заменяют всю наземную сельхозтехнику
- Г. Дроны эффективны только на очень больших полях (более 1000 га)

Раздел 2. Техническое устройство и оборудование (Вопросы 9–15)

Вопрос 9. Какой сенсор используется для оценки состояния посевов по вегетационному индексу NDVI?

Варианты ответов:

- А. Обычная фотокамера видимого диапазона
- Б. Тепловизор
- В. Мультиспектральная камера, захватывающая ближний инфракрасный (NIR) и красный диапазоны
- Г. Лазерный сканер (LiDAR)

Вопрос 10. Какая система позиционирования обеспечивает сантиметровую точность при выполнении агродроном полетного задания?

Варианты ответов:

- А. Обычный GPS/ГЛОНАСС приемник
- Б. Компас
- В. RTK (Real Time Kinematic) или PPK (Post Processing Kinematic)
- Г. Барометрический высотомер

Вопрос 11. Что относится к полезной нагрузке агродрона для выполнения химических работ?

Варианты ответов:

- А. Только бак для жидкости
- Б. Только насос и форсунки
- В. Бак, насос, система управления распылом и распылители (форсунки)
- Г. Только система стабилизации камеры

Вопрос 12. Для чего предназначен тепловизор на борту агродрона?

Варианты ответов:

- А. Для создания цветных фотографий высокого разрешения
- Б. Для оценки водного стресса растений и выявления проблем с орошением
- В. Для построения 3D-моделей рельефа
- Г. Для распознавания видов сорняков

Вопрос 13. Что такое ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) применительно к агродронам?

Варианты ответов:

- А. Опрыскивание с очень малым расходом рабочей жидкости (около 10 л/га) и высокой концентрацией препарата
- Б. Опрыскивание только молодых растений
- В. Опрыскивание в ночное время суток
- Г. Опрыскивание с использованием только биологических препаратов

Вопрос 14. Для решения каких задач применяется лазерное сканирование (LiDAR) с БПЛА в сельском хозяйстве?

Варианты ответов:

- А. Для определения содержания хлорофилла в листьях
- Б. Для создания высокоточных цифровых моделей рельефа, анализа уклонов и планирования мелиорации
- В. Для обнаружения насекомых-вредителей
- Г. Для расчета нормы внесения азотных удобрений

Вопрос 15. Какие двигатели преимущественно используются в современных мультироторных агродронах?

Варианты ответов:

- А. Двигатели внутреннего сгорания (бензиновые)
- Б. Реактивные двигатели
- В. Электрические бесколлекторные двигатели, питающиеся от аккумуляторных батарей
- Г. Гибридные (бензин+электричество)

Раздел 3. Технологии применения и эффективность (Вопросы 16–23)

Вопрос 16. Какую экономию средств защиты растений (СЗР) и воды могут обеспечить агродроны по сравнению с традиционным наземным опрыскиванием?

Варианты ответов:

- А. До 10% воды и до 5% химикатов
- Б. Экономии нет, расход такой же
- В. До 30% химикатов и до 90% воды
- Г. До 50% химикатов и до 30% воды

Вопрос 17. Какова примерная производительность современного агродрона при обработке полей за одну 12-часовую смену?

Варианты ответов:

- А. 10-20 гектаров
- Б. 50-80 гектаров
- В. До 200-250 гектаров (на простых конфигурациях полей)
- Г. 500-600 гектаров

Вопрос 18. Какое из следующих утверждений о применении агродронов на высокорослых культурах (кукуруза, подсолнечник) является верным?

Варианты ответов:

- А. Обработка таких культур дронами невозможна
- Б. Дроны могут эффективно обрабатывать такие культуры, не повреждая растения, в отличие от наземной техники
- В. Для таких культур требуется обязательно использовать дроны самолетного типа
- Г. Обработка возможна только на ранних стадиях развития, пока растения низкие

Вопрос 19. Для какой технологической операции агродроны наиболее востребованы (составляют до 70% объема работ)?

Варианты ответов:

- А. Мониторинг и картографирование
- Б. Десикация (подсушивание) растений перед уборкой
- В. Внесение биологических средств защиты
- Г. Аэросев семян

Вопрос 20. Каково основное преимущество ночных обработок с помощью агродронов?

Варианты ответов:

- А. Лучшая видимость для оператора
- Б. Более благоприятные метеоусловия (снижение ветра и испарения, оптимальная активность насекомых)
- В. Возможность работы без привязки к рельефу
- Г. Отсутствие требований к регистрации полетов

Вопрос 21. Что такое дифференцированное внесение удобрений с использованием агродронов?

Варианты ответов:

- А. Внесение одного и того же количества удобрений по всему полю
- Б. Внесение разных видов удобрений на разных участках поля
- В. Адресное внесение удобрений с изменением нормы в зависимости от состояния растений (данных вегетационных индексов)
- Г. Внесение удобрений только по краям поля

Вопрос 22. Сравнение времени обработки участка в 66 гектаров: сколько времени требуется агродрону по сравнению с трактором?

Варианты ответов:

- А. Примерно столько же
- Б. Дрону требуется около 1,5 часов, трактору — более 2,5 часов
- В. Трактор работает быстрее дрона
- Г. Дрон не может обрабатывать участки такого размера

Вопрос 23. Какие задачи решает предварительное цифровое картографирование поля перед выполнением АХР?

Варианты ответов:

- А. Только определение площади поля
- Б. Создание карты рельефа, выявление препятствий, зон переувлажнения для оптимизации маршрута и норм внесения
- В. Только для красивой отчетности перед заказчиком
- Г. Исключительно для расчета стоимости услуг

Раздел 4. Безопасность, регулирование и кадры (Вопросы 24–30)

Вопрос 24. Какие факторы влияют на безопасность полета агродрона при выполнении АХР?

Варианты ответов:

- А. Только техническое состояние дрона
- Б. Только квалификация пилота
- В. Техническое состояние, квалификация пилота, метеоусловия (ветер, осадки), отсутствие препятствий (ЛЭП, деревья)
- Г. Только метеоусловия

Вопрос 25. Какие метеоусловия считаются неблагоприятными для полетов агродрона?

Варианты ответов:

- А. Солнечная безветренная погода
- Б. Ветер скоростью 2 м/с
- В. Сильный ветер (более 8-10 м/с), гроза, ливневые осадки
- Г. Переменная облачность

Вопрос 26. Какова минимальная квалификация, необходимая для управления сельскохозяйственным дроном в России?

Варианты ответов:

- А. Любой человек без специальной подготовки
- Б. Наличие водительских прав категории В
- В. Прохождение специального обучения и получения удостоверения внешнего пилота, знание воздушного законодательства
- Г. Только наличие медицинской справки

Вопрос 27. Что такое экспериментальный правовой режим (ЭПР) для агродронов в РФ?

Варианты ответов:

- А. Полный запрет на полеты агродронов
- Б. Особые условия использования воздушного пространства, упрощающие процедуры получения разрешений на полеты в определенных регионах
- В. Режим, разрешающий полеты только над государственными полями
- Г. Режим, обязывающий использовать дроны только иностранного производства

Вопрос 28. Какое требование предъявляется к регистрации беспилотных воздушных судов в РФ?

Варианты ответов:

- А. Регистрации подлежат все БВС независимо от массы
- Б. Регистрации не подлежит ни один БВС
- В. Обязательной регистрации подлежат БВС массой более 30 кг (в рамках ЭПР — с определенными исключениями)
- Г. Регистрируются только дроны, произведенные за рубежом

Вопрос 29. Какие меры безопасности необходимо соблюдать оператору при заправке агродрона рабочим раствором?

Варианты ответов:

- А. Никаких особых мер не требуется
- Б. Использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, очки, респиратор) во избежание контакта с пестицидами
- В. Достаточно просто не курить рядом
- Г. Заправку должен производить только агроном

Вопрос 30. Какие новые образовательные программы внедряются в аграрных вузах России в связи с развитием беспилотных технологий?

Варианты ответов:

- А. Только курсы повышения квалификации для агрономов
- Б. Обучение студентов работе с агродронами, включая пилотирование, картографирование и анализ данных, в рамках учебного процесса
- В. Только факультативные занятия для желающих
- Г. Замена всех традиционных дисциплин на дисциплины по дронам

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

Понятие и классификация сельскохозяйственных беспилотных авиационных систем. Основные типы БПЛА, применяемых в АПК: мультироторные, самолетного типа, гибридные (VTOL), их достоинства и недостатки .

История развития применения дронов в сельском хозяйстве. Эволюция технологий, снижение стоимости оборудования (с 10-30 тыс. до 1-3 тыс. долларов), современное состояние рынка .

Основные задачи, решаемые с помощью агродронов. Мониторинг посевов, обработка пестицидами, внесение удобрений, картографирование, оценка состояния почвы .

Сравнительный анализ мультироторных дронов и дронов самолетного типа. Производительность (до 10 тыс. га/день для самолетных), детализация съемки (до 5 мм для мультироторных), области применения .

Сегментация рынка агродронов в России. Текущий объем внедрения технологий ИИ (3-5% пахотных земель), динамика роста, перспективы развития до 2030 года .

Раздел 2. Техническое устройство и оборудование

Конструкция сельскохозяйственного БПЛА. Основные узлы: рама, двигатели, полетный контроллер, аккумуляторные батареи, система связи.

Типы полезной нагрузки для агродронов. Баки для жидких СЗР (до 50 кг), системы распыления, контейнеры для гранулированных удобрений, оборудование для посева .

Сенсоры для мониторинга посевов. Фотокамеры высокого разрешения, мультиспектральные камеры (NIR), тепловизоры, LiDAR - принципы работы и решаемые задачи .

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО). Технология, преимущества (экономия СЗР,

эффективное проникновение), нормы расхода рабочей жидкости (около 10 л/га) .

Системы точного позиционирования для агродронов. GPS/ГЛОНАСС, RTK, PPK - точность, принципы работы, влияние на качество обработки. Возможность увеличения зоны покрытия до 30 км при использовании внешних систем .

Раздел 3. Мониторинг и анализ данных

Аэрофотосъемка с БПЛА. Создание ортофотопланов, цифровых моделей рельефа (ЦМР), 3D-моделей полей. Точность и детализация по сравнению со спутниковой съемкой .

Низкодетальная и высокодетальная съемка. Сравнение разрешения (10-15 см/пиксель vs 5 мм/пиксель), задачи, решаемые каждым типом съемки .

Вегетационные индексы. Понятие NDVI (нормализованный относительный индекс растительности), методика расчета, интерпретация значений, практическое применение для оценки состояния посевов .

Оценка водного стресса растений. Применение тепловизионной съемки для определения потребности растений в воде, индекс водного стресса (CWSI) .

Трехмерное моделирование полей. Определение переувлажненных и засушливых зон, выемка грунта, планирование мелиоративных мероприятий .

Лазерное сканирование (LiDAR) с БПЛА. Применение для анализа труднодоступных территорий, получения точных моделей рельефа высокой плотности .

Раздел 4. Применение искусственного интеллекта и программного обеспечения

Искусственный интеллект в агродронах. Понятие, возможности обучения на данных, отличие от простых математических алгоритмов .

Системы распознавания сорной растительности. Программное обеспечение на базе ИИ (например, «АссистАгро»), способность различать до 150 видов сорняков на ранних стадиях (1-2 см) .

Рекомендательные сервисы по гербицидным обработкам. Формирование рекомендаций на основе выявленных сорняков и имеющихся на складе препаратов .

Программное обеспечение для планирования полетов. Наземные станции управления, создание карт-заданий, импорт границ полей, учет рельефа и препятствий.

Интеграция данных с агродронов в ГИС-системы. Форматы данных, взаимодействие с системами точного земледелия (Trimble и др.), создание электронных карт полей .

Раздел 5. Технологии защиты растений с БПЛА

Авиационно-химические работы (АХР) с использованием БПЛА. Технология, преимущества перед наземной техникой и пилотируемой авиацией .

Опрыскивание с БПЛА. Факторы, влияющие на качество: высота и скорость полета, дисперсность распыла, метеоусловия, предотвращение сноса капель.

Преимущества ночных обработок. Оптимальные условия для эффективного опрыскивания, возможность работы в ночное время суток .

Обработка высокорослых культур. Работа на подсолнечнике (до 3 м), кукурузе, рисовых чеках, где наземная техника не может пройти или повреждает растения .

Десикация с помощью агродронов. Применение для подсолнечника и других культур, основное направление использования дронов (до 70% объема) .

Инсектицидные обработки. Оперативное реагирование на появление вредителей, возможность обработки независимо от состояния почвы .

Точечное внесение пестицидов. Выявление очагов поражения и адресная обработка только зараженных участков, экономия препаратов.

Биологическая защита растений. Применение дронов для расселения энтомофагов (полезных насекомых), технологии контейнерного внесения.

Раздел 6. Наземная инфраструктура и организация работ

Наземное обеспечение полетов агродронов. Мобильные растворные узлы (емкость 740 л и более), прицепы для транспортировки, зарядные станции

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

Биологизация растениеводства и беспилотные технологии: анализ возможностей БАС для внесения биологических средств защиты растений и биопрепаратов .

Экономическая эффективность агродронов: три сценария использования (собственный парк, Drone-as-a-Service, гибрид) – сравнительный анализ для хозяйств различного масштаба .

Искусственный интеллект в поле: сможет ли комплекс SmartDrones и аналогичные системы заменить агронома при выявлении сорняков и вредителей? .

Дрон-опрыскиватель vs. наземный опрыскиватель: сравнительный анализ производительности, качества обработки и экономической целесообразности .

Барьеры внедрения агродронов в России: анализ проблем регулирования, дефицита кадров и отсутствия специализированных препаратов .

Цифровая трансформация АПК: как интеграция агродронов с Farm Management System (FMS) меняет управление сельскохозяйственным предприятием .

Экологические аспекты применения агродронов: снижение пестицидной нагрузки (до 30% по опыту ХАГ) и риски для окружающей среды