

**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.В.05** Авиационно-химические работы с применением БАС

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                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 | <b>знает</b><br>Фундаментальные принципы аэродинамики (теории ламинарных и турбулентных течений), динамики полета, механики деформируемого твердого тела (методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость)                        |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>умеет</b><br>Выполнять аэродинамические, прочностные и тепловые расчеты, определять динамические полетно-технические характеристики (дальность, скорость, грузоподъемность, устойчивость) и оптимизировать массогабаритные параметры |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>владеет навыками</b><br>Применением методов топологической оптимизации для создания конструкций с минимальной массой и максимальной прочностью                                                                                       |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты | ПК-2.2 Планирует и организует, осуществляет общее руководство и контроль эксплуатации беспилотных летательных аппаратов          | <b>знает</b><br>Нормативные и методические документы, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность авиационного предприятия (эксплуатанта БАС)                                                                           |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>умеет</b><br>Организовывать техническую эксплуатацию парка БАС, обеспечивая их исправность и готовность к выполнению задач                                                                                                           |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>владеет навыками</b><br>Организовывать техническую эксплуатацию парка БАС, обеспечивая их исправность и готовность к выполнению задач                                                                                                |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты | ПК-2.3 Выполняет работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы беспилотных летательных аппаратов              | <b>знает</b><br>Устройство, принцип работы и режимы функционирования полетного контроллера, инерциальной системы (IMU), приемника GPS/ГЛОНАСС, компас                                                                                   |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>умеет</b><br>Оценивать поведение аппарата визуально и по видеоканалу, интерпретировать его реакцию на команды и внешние возмущения (ветер, турбулентность)                                                                           |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | <b>владеет навыками</b><br>Техникой пилотирования, позволяющей одновременно управлять аппаратом и манипулировать настройками полезной нагрузки или полетного контроллера.                                                               |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты | ПК-2.4 Выполняет техническое и оперативное обслуживание                                                                          | <b>знает</b><br>Устройство и принцип работы всех систем: планер, силовая установка (двигатели, винты, ESC), аккумуляторные батареи (типы, характеристики, правила эксплуатации)                                                         |

|                      |                                                                   |                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| летательные аппараты | , ремонт, диагностику и наладку беспилотных летательных аппаратов | <b>умеет</b><br>Выполнять комплексную проверку технического состояния всех систем БАС с использованием визуального осмотра, измерительных приборов и средств объективного контроля (анализ полетных логов) |
|                      |                                                                   | <b>владеет навыками</b><br>Навыками работы с ручным и механизированным инструментом (отвертки, ключи, пинцеты, паяльное оборудование)                                                                      |

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

| №    | Наименование раздела/темы                                                             | Семестр | Код индикаторов достижения компетенций | Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1.   | 1 раздел. Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений |         |                                        |                                                                            |
| 1.1. | Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений           | 3       | ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4         | Коллоквиум                                                                 |
| 2.   | 2 раздел. Технология выполнения авиационно-химических работ                           |         |                                        |                                                                            |
| 2.1. | Технология выполнения авиационно-химических работ                                     | 3       | ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4         | Коллоквиум                                                                 |
|      | Промежуточная аттестация                                                              |         |                                        | Эк                                                                         |

## 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) |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Текущий контроль</b>         |                                  |                                                                                                                                                                            |                                                                 |
| <b>Для оценки знаний</b>        |                                  |                                                                                                                                                                            |                                                                 |
| 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                            |
| <b>Для оценки умений</b>        |                                  |                                                                                                                                                                            |                                                                 |
| <b>Для оценки навыков</b>       |                                  |                                                                                                                                                                            |                                                                 |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |                                  |                                                                                                                                                                            |                                                                 |

|   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |
|---|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2 | Экзамен | Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения. | Комплект экзаменационных билетов |
|---|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|

#### **4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Авиационно-химические работы с применением БАС"**

##### ***Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости***

Вопросы к коллоквиуму

Вопрос 1. Какие типы беспилотных летательных аппаратов преимущественно используются для выполнения авиационно-химических работ?

Варианты ответов:

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

Вопрос 2. Какое преимущество имеют мультироторные дроны перед самолетными для выполнения АХР?

Варианты ответов:

- А) Большая продолжительность полета
- Б) Возможность висения, маневренность и точность обработки небольших участков
- В) Более высокая скорость полета
- Г) Меньшая стоимость

Вопрос 3. Какая оптимальная грузоподъемность наиболее распространена для агродронов, выполняющих АХР?

Варианты ответов:

- А) 1-5 кг
- Б) 10-50 кг (на примере DJI Agras T40 - 40 кг, XAG P100 - 50 кг)
- В) 100-200 кг
- Г) Более 500 кг

Вопрос 4. Для обработки каких культур агродроны имеют наибольшее преимущество перед наземной техникой?

Варианты ответов:

- А) Только зерновые низкорослые культуры
- Б) Высокорослые культуры (подсолнечник, кукуруза), рисовые чеки, поля с переувлажненной почвой
- В) Только плодовые сады
- Г) Только тепличные культуры

Вопрос 5. Какая примерная производительность современного агродрона (например, DJI Agras T40) 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 6. Какой процент экономии средств защиты растений (СЗР) может обеспечить применение агродронов по сравнению с традиционным наземным опрыскиванием?

Варианты ответов:

- А) 0-5%
- Б) До 30% (за счет точности и УМО)
- В) 50-70%
- Г) Экономии нет, расход одинаковый

Раздел 2. Техническое устройство и оборудование (Вопросы 7–12)

Вопрос 7. 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 8. Какой тип форсунок используется в агродронах XAG P100 для регулировки дисперсности распыла?

Варианты ответов:

- А) Гидравлические форсунки с фиксированным размером капель
- Б) Центробежные (дисковые) форсунки, где размер капель зависит от частоты вращения диска
- В) Пневматические форсунки
- Г) Эжекторные форсунки

Вопрос 9. Для чего применяется широтно-импульсная модуляция (PWM) в системах опрыскивания БПЛА?

Варианты ответов:

- А) Для увеличения дальности полета
- Б) Для точного управления расходом рабочей жидкости в зависимости от скорости полета и карты-задания
- В) Для стабилизации дрона в полете
- Г) Для передачи видеосигнала

Вопрос 10. Какая система позиционирования обеспечивает сантиметровую точность при выполнении АХР, необходимую для дифференцированного внесения?

Варианты ответов:

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

Вопрос 11. Какой параметр НЕ влияет на качество распыления при АХР?

Варианты ответов:

- А) Тип форсунок и давление в системе
- Б) Скорость и высота полета
- В) Цвет дрона
- Г) Метеоусловия (ветер, температура, влажность)

Вопрос 12. Для чего предназначены центробежные (дисковые) распылители?

Варианты ответов:

- А) Для формирования крупных капель для внесения гербицидов
- Б) Для дробления жидкости центробежной силой и регулировки дисперсности изменением частоты вращения диска
- В) Для распыления только гранулированных удобрений
- Г) Для создания направленного факела распыла

Раздел 3. Технология выполнения и качество обработки (Вопросы 13–20)

Вопрос 13. Какая оптимальная высота полета агродрона при выполнении опрыскивания в большинстве случаев?

Варианты ответов:

- А) 10-20 метров
- Б) 1-3 метра над пологом растений
- В) 50-100 метров
- Г) Более 100 метров

Вопрос 14. Какой размер капель (дисперсность) рекомендуется для внесения гербицидов, чтобы минимизировать снос на соседние культуры?

Варианты ответов:

- А) Мелкие капли (менее 100 мкм) — лучше покрытие
- Б) Крупные капли (300-500 мкм) — меньше сноса
- В) Размер капель не имеет значения
- Г) Очень мелкие капли (туман) — для инсектицидов

Вопрос 15. Какие метеоусловия считаются оптимальными для выполнения АХР?

Варианты ответов:

- А) Скорость ветра более 5 м/с, высокая температура, низкая влажность
- Б) Штиль или слабый ветер (1-3 м/с), отсутствие осадков, оптимальная температура (утро/вечер)
- В) Дождь, высокая влажность
- Г) Любая погода, кроме грозы

Вопрос 16. Почему ночные обработки с БПЛА часто эффективнее дневных?

Варианты ответов:

- А) Лучше видно дрон в темноте
- Б) Оптимальные метеоусловия (снижение ветра и испарения, активность насекомых)
- В) Меньше требований к регистрации полетов
- Г) Дроны быстрее летают ночью

Вопрос 17. Что понимается под сносом (drift) капель при опрыскивании?

Варианты ответов:

- А) Осаждение капель на целевые растения
- Б) Отклонение капель ветром за пределы обрабатываемого участка
- В) Испарение капель в воздухе
- Г) Стеkanie капель с листьев на почву

Вопрос 18. Какая информация необходима для создания карты-задания для дифференцированного внесения удобрений?

Варианты ответов:

- А) Только площадь поля
- Б) Карта здоровья (вегетационные индексы NDVI/NDRE) и агрономические нормы внесения для различных зон
- В) Только тип культуры и фенофаза
- Г) Только метеопрогноз

Вопрос 19. Какой вегетационный индекс наиболее часто используется для оценки азотного статуса растений (потребности в азотных удобрениях)?

Варианты ответов:

- А) NDVI
- Б) NDRE (Normalized Difference Red Edge Index)
- В) SAVI
- Г) NDWI

Вопрос 20. Что такое поле индуктивных скоростей в вихревом следе мультикоптера и как оно влияет на АХР?

Варианты ответов:

- А) Создает помехи для GPS
- Б) Увеличивает скорость полета
- В) Способствует лучшему осаждению капель на листья растений благодаря нисходящему потоку воздуха
- Г) Ухудшает видимость для оператора

Раздел 4. Экономика и организация АХР (Вопросы 21–24)

Вопрос 21. Какие факторы влияют на стоимость услуг по обработке полей с помощью агродронов?

Варианты ответов:

- А) Только площадь поля
- Б) Удаленность поля, сложность рельефа, тип культуры, выбранный препарат, срочность
- В) Только тип дрона
- Г) Только стоимость препарата

Вопрос 22. Для каких хозяйств применение собственного парка агродронов наиболее экономически оправдано?

Варианты ответов:

- А) Для малых хозяйств (до 100 га)
- Б) Для средних и крупных хозяйств с площадями от 1000-2000 га, где есть постоянная загрузка
- В) Для любых хозяйств независимо от площади
- Г) Только для агрохолдингов с площадью более 10 000 га

Вопрос 23. Что такое модель Drone-as-a-Service (DaaS)?

Варианты ответов:

- А) Продажа дронов в рассрочку
- Б) Аренда дронов с оператором для выполнения разовых работ, без покупки оборудования
- В) Лизинг дронов с последующим выкупом
- Г) Страхование дронов

Вопрос 24. Какие затраты НЕ входят в себестоимость выполнения АХР с помощью БПЛА?

Варианты ответов:

- А) Амортизация дрона и оборудования
- Б) Зарплата оператора и помощников
- В) Стоимость препаратов и воды
- Г) Стоимость посадочного материала (семян)

Раздел 5. Безопасность и правовое регулирование (Вопросы 25–30)

Вопрос 25. Какие метеоусловия являются неблагоприятными для выполнения АХР и могут привести к запрету на вылет?

Варианты ответов:

- А) Солнечная безветренная погода
- Б) Ветер скоростью 2 м/с
- В) Скорость ветра более 5-6 м/с, гроза, ливневые осадки
- Г) Переменная облачность

Вопрос 26. Какие средства индивидуальной защиты (СИЗ) обязательны для оператора при приготовлении рабочей жидкости и заправке дрона?

Варианты ответов:

- А) Только перчатки
- Б) Перчатки, защитные очки, респиратор/маска, спецодежда
- В) Только респиратор
- Г) СИЗ не обязательны, если работать аккуратно

Вопрос 27. Какие требования предъявляются к регистрации беспилотных воздушных судов для АХР 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 28. Что такое экспериментальный правовой режим (ЭПР) для агродронов?

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 29. Какие ограничения по высоте и скорости полета установлены в рамках ЭПР для мультикоптеров?

Варианты ответов:

- А) Высота до 100 м, скорость не ограничена

- Б) Высота до 30 м от поверхности земли, скорость до 16 м/с
- В) Высота до 500 м, скорость до 50 м/с
- Г) Ограничений нет

Вопрос 30. Каковы основные требования к квалификации внешнего пилота, выполняющего АХР 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, наличие допуска к работе с пестицидами
- Г) Только наличие медицинской справки

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

Вопросы к промежуточной аттестации

Воздушное законодательство: Каков порядок использования воздушного пространства при выполнении АХР? Какие документы необходимо оформить для выполнения полета?

Правовой статус: Кто несет ответственность за безопасность полета при обработке поля? Права и обязанности командира БВС .

Безопасность при работе с химикатами: Какие требования предъявляются к средствам индивидуальной защиты (СИЗ) персонала, участвующего в АХР? Порядок действий при разливе (разлете) пестицидов?

Метеорологические условия: При каких погодных условиях выполнение АХР ЗАПРЕЩЕНО (скорость ветра, температура, осадки)? Почему?

Зоны безопасности: Какие санитарные разрывы необходимо соблюдать от населенных пунктов, водоемов, пасек и других чувствительных объектов?

Основы защиты растений: Дайте определение понятиям "пестициды", "инсектициды", "гербициды", "фунгициды", "десиканты". Цель их применения в АХР.

Расчет концентрации: Как рассчитать необходимую концентрацию рабочего раствора и норму расхода рабочей жидкости на гектар для конкретного препарата?

Качество обработки: Какие факторы влияют на равномерность распределения рабочей жидкости по площади поля? Что такое "перекрытие" и "скидка"?

Технологии дифференцированного внесения (переменного нормирования): Объясните принцип работы системы "автоматического отключения форсунок" на поворотах. Какие карты-задания используются для дифференцированного внесения?

Фенология и обработка: Влияет ли фаза развития растения на эффективность обработки? Как правильно выбрать время обработки (утро/вечер)?

Коллоквиум 2

Конструктивные особенности: Каковы основные элементы конструкции сельскохозяйственного БАС? Чем они отличаются от дронов для аэрофотосъемки?

Распылительная система: Типы распылителей (форсунок), применяемых на агродронах. Как диаметр капли влияет на качество обработки и снос препарата?

Калибровка: Как выполнить калибровку расхода рабочей жидкости перед началом работ? Какие параметры необходимо замерить?

Энергосистема: Как рассчитать требуемое количество аккумуляторных батарей (АКБ) для непрерывной работы в течение смены при заданной площади обработки? Факторы, влияющие на скорость разряда АКБ при АХР.

Системы позиционирования: Почему для точных АХР недостаточно только GPS? Какую роль играют радары, лидары или оптические сенсоры для облета препятствий и удержания высоты над рельефом?

Планирование маршрута: Какие факторы учитываются при построении карты полетного задания (высота, скорость, ширина захвата, перекрытие)?

Предполетная подготовка: Какие мероприятия необходимо провести до выезда на поле (проверка техники, рекогносцировка местности, выявление препятствий)?

Эксплуатация: Опишите поэтапный процесс выполнения рабочего цикла: взлет -> обработка участка -> возврат -> дозаправка/замена АКБ.

Нештатные ситуации: Какие действия оператора при потере связи с БВС во время обработки? Что делать при резком усилении ветра?

Документирование: Какая отчетная документация ведется по итогам выполнения авиационно-химических работ (бортовой журнал, акт выполненных работ)?

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

Дрон vs самолет vs трактор: сравнительный анализ эффективности беспилотных, пилотируемых авиационных и наземных средств для авиационно-химических работ. Анализ эксплуатационных характеристик, производительности и экономической целесообразности.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) с БПЛА: технологический прорыв или экологический риск? Оценка преимуществ (экономия препаратов до 30%) и потенциальных опасностей технологии УМО для окружающей среды и здоровья человека.

Почему мультикоптеры стали лидерами для АХР? Анализ результатов исследований ЮФУ, подтверждающих эффективность мультироторных схем для распыления химических веществ благодаря полю индуктивных скоростей в вихревом следе.

Вихревой след за агродроном: друг или враг? Эссе о роли индуктивных скоростей в качестве осаждения капель рабочего раствора на основе исследований кафедры летательных аппаратов ЮФУ.

Экономия пестицидов до 30%: миф или реальность? Критический анализ зарубежного опыта (XAG, DJI Agras) и возможностей его адаптации в российских условиях на основе данных научных публикаций.

Человеческий фактор при АХР: почему качество обработки зависит не только от техники, но и от квалификации внешнего пилота, и как автоматизация может снизить этот риск.

Этика применения пестицидов с воздуха: баланс между эффективностью обработки и безопасностью окружающей среды, населения и нецелевых организмов.

Биологизация и БПЛА: как беспилотные технологии становятся инструментом экологически ответственного земледелия и биологической защиты растений