

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.05 Авиационно-химические работы с применением БАС**

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

магистр

очная

## 1. Цель дисциплины

Цель освоения дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» можно сформулировать как подготовку специалиста, способного эффективно и безопасно использовать агродроны для решения прикладных задач в сельском хозяйстве. Анализ актуальных образовательных программ показывает, что эта цель достигается через формирование комплекса профессиональных компетенций

## 2. 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 компетенции	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> Фундаментальные принципы аэродинамики (теории ламинарных и турбулентных течений), динамики полета, механики деформируемого твердого тела (методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость) <b>умеет</b> Выполнять аэродинамические, прочностные и тепловые расчеты, определять динамические полетно-технические характеристики (дальность, скорость, грузоподъемность, устойчивость) и оптимизировать массогабаритные параметры <b>владеет навыками</b> 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> Нормативные и методические документы, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность авиационного предприятия (эксплуатанта БАС) <b>умеет</b> Организовывать техническую эксплуатацию парка БАС, обеспечивая их исправность и готовность к выполнению задач <b>владеет навыками</b> 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> Устройство, принцип работы и режимы функционирования полетного контроллера, инерциальной системы (IMU), приемника GPS/ГЛОНАСС, компас <b>умеет</b> Оценивать поведение аппарата визуально и по

		видеоканалу, интерпретировать его реакцию на команды и внешние возмущения (ветер, турбулентность) <b>владеет навыками</b> Техникой пилотирования, позволяющей одновременно управлять аппаратом и манипулировать настройками полезной нагрузки или полетного контроллера.
ПК-2 разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты	Способен и	ПК-2.4 Выполняет техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку беспилотных летательных аппаратов
		<b>знает</b> Устройство и принцип работы всех систем: планер, силовая установка (двигатели, винты, ESC), аккумуляторные батареи (типы, характеристики, правила эксплуатации) <b>умеет</b> 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> Навыками работы с ручным и механизированным инструментом (отвертки, ключи, пинцеты, паяльное оборудование)

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Авиационно-химические работы с применением БАС» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 3 семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Автоматизированные системы управления БАС

Методология проведения научных исследований

Освоение дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
3	108/3	10		10	52	36	Эк

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
3	108/3						0.25

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций
			всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
					Практические	Лабораторные				
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	12	4		8	26	КТ 1	Коллоквиум	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
2.	2 раздел. Технология выполнения авиационно-химических работ									
2.1.	Технология выполнения авиационно-химических работ	3	8	6		2	26	КТ 2	Коллоквиум	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
	Промежуточная аттестация		Эк							
	Итого		108	10		10	52			
	Итого		108	10		10	52			

**5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий**

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений	<p>Работа в программном обеспечении Agisoft Metashape Agisoft Metashape как универсальный инструмент фотограмметрической обработки: анализ возможностей программы для решения задач в различных отраслях — от сельского хозяйства до археологии .</p> <p>Сравнение фотограмметрического ПО: Agisoft Metashape vs. Pix4Dmapper vs. DJI Terra — достоинства, недостатки и области применения (на основе исследований 2024–2025 годов) .</p> <p>Влияние качества исходных снимков на результат обработки в Agisoft Metashape: анализ факторов (освещение, перекрытие, разрешение)</p>	2/-

	<p>и методов их оптимизации .</p> <p>Автоматизация vs. ручной контроль в фотограмметрии: где проходит граница эффективности при использовании Agisoft Metashape для построения точных моделей?</p> <p>Облако точек как универсальный формат данных: преимущества использования плотного облака точек, созданного в Agisoft Metashape, для дальнейшего анализа в ГИС и CAD-системах .</p> <p>Эволюция фотограмметрических методов: от ручной обработки стереопар до автоматизированного построения 3D-моделей в Agisoft Metashape</p>	
<p>Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений</p>	<p>Работа в программе DJI Terra DJI Terra как «родная» экосистема: анализ преимуществ интеграции ПО с дронами DJI (Phantom 4 RTK, Matrice серии) для сквозного рабочего процесса — от планирования миссии до получения готовой продукции .</p> <p>Скорость vs. детализация: исследование баланса между высокой скоростью обработки (в 4 раза быстрее конкурентов) и плотностью облака точек в DJI Terra на основе сравнительных исследований .</p> <p>Офлайн-обработка как фактор безопасности: анализ конфиденциальности данных при работе с DJI Terra в автономном режиме для проектов, требующих особой защиты информации .</p> <p>Универсальность DJI Terra: насколько оправдано объединение в одном ПО функций фотограмметрии, LiDAR-обработки и мультиспектрального анализа? Сравнение со специализированными решениями .</p> <p>Технология 3D Gaussian Splatting в DJI Terra: революция в фотограмметрии или эволюционное улучшение? Анализ возможностей новой технологии реконструкции .</p> <p>DJI Terra в сельском хозяйстве: от карт предписаний (NDVI/NDRE) к дифференцированному внесению — анализ эффективности использования индексов растительности для повышения урожайности</p>	<p>2/-</p>
<p>Технология выполнения авиационно-химических работ</p>	<p>Безопасность при выполнении авиационно-химических работ Авиационно-химические работы как уязвимый сектор авиатранспортной</p>	<p>2/-</p>

	<p>системы: анализ рисков использования пестицидов в целях биохимического терроризма и мер противодействия .</p> <p>Снос капель при обработке БПЛА: экологическая плата за технологический прогресс? Анализ сравнительных исследований дрейфа пестицидов при применении дронов и наземной техники .</p> <p>Безопасность оператора АХР: ингаляционный риск vs. дермальная экспозиция – что опаснее при работе с агродронами? .</p> <p>Дилемма метеоусловий: почему условия, оптимальные для эффективности обработки (инверсии), создают максимальные риски для окружающей среды и человека? .</p> <p>Экологическая безопасность АХР: миф о "зеленых" дронах – насколько беспилотные технологии снижают пестицидную нагрузку на экосистемы?</p> <p>Химически опасные объекты и авиация: могут ли агродроны стать инструментом диверсии и как защитить критическую инфраструктуру?</p>	
<p>Технология выполнения авиационно-химических работ</p>	<p>Анализ метеорологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения работ и принятие решения на вылет «Полетели?»: психология принятия решения на вылет в условиях неопределенности. Анализ факторов, влияющих на субъективную оценку рисков внешним пилотом, и методов снижения влияния человеческого фактора.</p> <p>Метеорологическая информация сегодня: доверяй, но проверяй. Сравнительный анализ точности различных источников прогнозов погоды (GFS, ICON, региональные модели) для обеспечения полетов БПЛА и оценка рисков использования непроверенных данных.</p> <p>Цена ошибки: анализ происшествий с БПЛА, связанных с неверной оценкой метеообстановки. Разбор реальных инцидентов, их причин и уроков для практики принятия решений на вылет .</p> <p>Автоматизация vs. человеческий фактор: кто должен принимать окончательное решение на вылет? Эссе о роли автоматизированных систем поддержки принятия решений и границах доверия к ним.</p>	<p>2/-</p>

	<p>Этика ответственности внешнего пилота: границы допустимого риска при выполнении коммерческих полетов и моральная ответственность за безопасность людей и имущества на земле.</p> <p>Границы «зеленой зоны»: как определить момент, когда «еще можно лететь» превращается в «уже опасно», и почему универсальные таблицы ограничений не всегда работают.</p> <p>Специфика метеообеспечения полетов БПЛА: чем анализ погоды для дрона отличается от «большой» авиации, и почему мелкомасштабная турбулентность (размером от 10 см) стала новой проблемой для науки</p>	
<p>Технология выполнения авиационно-химических работ</p>	<p>Выполнение предполётной подготовки в соответствии с руководящими документами Предполетная подготовка как фундамент безопасности полетов: анализ правовых и организационных последствий ее ненадлежащего выполнения для внешнего пилота и эксплуатанта .</p> <p>Эволюция требований к предполетной подготовке БПЛА: от любительских полетов к коммерческой эксплуатации в условиях развития нормативной базы .</p> <p>Чек-лист vs. память: почему формализация предполетных процедур снижает влияние человеческого фактора и какие риски возникают при игнорировании стандартных операционных процедур (SOP) .</p> <p>Ответственность командира беспилотного воздушного судна за принятие решения на вылет: правовой и этический аспекты в контексте профстандарта .</p> <p>Сравнительный анализ российских и международных (EASA) требований к предполетной подготовке внешнего пилота на основе Федеральных авиационных правил и регламентов ЕС .</p> <p>Цифровизация предполетных процедур: как программное обеспечение и автоматизированные системы (электронные чек-листы, симуляторы) меняют работу внешнего пилота и создают новые риски .</p> <p>«Бумажная» vs. «электронная» предполетная подготовка: анализ преимуществ и недостатков цифровых чек-листов и систем логирования в</p>	<p>2/-</p>

	сравнении с традиционными методами .  Проблема человеческого фактора при выполнении рутинных предполетных процедур: как избежать «замыливания глаза» и пропуска критических ошибок при многократном повторении одних и тех же действий	
Итого		10

### 5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений	<p>Работа в программном обеспечении Agisoft Metashape Эволюция фотограмметрических методов: от ручной обработки стереопар до автоматизированного построения 3D-моделей в Agisoft Metashape. Как изменилась роль специалиста?</p> <p>Agisoft Metashape как универсальный инструмент: анализ возможностей программы для решения задач в различных отраслях — от горного дела до сохранения культурного наследия .</p> <p>Сравнение фотограмметрического ПО: Agisoft Metashape vs. Pix4Dmapper vs. DJI Terra — достоинства, недостатки и области применения .</p> <p>Автоматизация vs. ручной контроль в фотограмметрии: где проходит граница эффективности при использовании Agisoft Metashape для построения точных моделей? .</p> <p>Облако точек как универсальный формат данных: преимущества использования плотного облака точек, созданного в Agisoft Metashape, для дальнейшего анализа в ГИС и САД-системах .</p> <p>Влияние качества исходных снимков на результат обработки: анализ факторов (освещение, перекрытие, разрешение) и методов их оптимизации в Agisoft Metashape</p>	лаб.	4
Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите	Работа в программе DJI Terra DJI Terra как единая экосистема для беспилотных решений DJI: анализ преимуществ интеграции планирования миссий, сбора и обработки данных в одном программном	лаб.	4

растений	<p>продукте для дронов Phantom 4 RTK, Matrice и Zenmuse .</p> <p>Скорость против детализации: исследование баланса между высокой скоростью обработки (до 4 раз быстрее конкурентов) и качеством создаваемых моделей в DJI Terra на основе сравнительных исследований .</p> <p>Офлайн-обработка как фактор информационной безопасности: анализ конфиденциальности данных при работе с DJI Terra в автономном режиме для проектов, требующих особой защиты информации .</p> <p>Технология 3D Gaussian Splatting в DJI Terra версии 5.0: революция в фотограмметрической реконструкции или эволюционное улучшение существующих методов? Анализ возможностей и перспектив применения .</p> <p>Универсальность DJI Terra: насколько оправдано объединение в одном ПО функций фотограмметрии, LiDAR-обработки и мультиспектрального анализа по сравнению со специализированными решениями</p>		
Технология выполнения авиационно-химических работ	<p>Освоение практической работы с растворным узлом Растворный узел как сердце полевой инфраструктуры: почему качество приготовления рабочей жидкости определяет успех авиационных работ? Анализ влияния точности дозирования на биологическую эффективность обработки и экономию препаратов (до 20%) .</p> <p>Ручное приготовление vs автоматизированные станции: анализ трудозатрат, точности дозирования и безопасности оператора. Сравнение классического подхода и современных автоматических узлов, обеспечивающих точность до 0,5% .</p> <p>Экономическая целесообразность инвестиций в современный растворный узел для фермерского хозяйства. Расчет окупаемости с учетом экономии препаратов до 20% и снижения простоев опрыскивателей (экономия 30-60 минут на каждом цикле заправки) .</p> <p>Человеческий фактор при приготовлении</p>	лаб.	2

	<p>рабочих жидкостей: риски ошибок дозирования и методы их минимизации с помощью автоматизации и интеллектуальных систем контроля .</p> <p>Автономные заправочные станции будущего: смогут ли они полностью заменить оператора при подготовке к полетам? Анализ перспектив развития полностью автоматизированных комплексов .</p> <p>Импортозамещение в сфере наземного обслуживания агродронов: анализ доступности и эффективности отечественных растворных узлов на примере разработок, представленных на выставке «ЮГАГРО 2025» .</p> <p>Цифровизация растворных узлов: как интеграция с 1С и системой «Сатурн» меняет учет и отчетность в растениеводстве, обеспечивая прослеживаемость каждого литра приготовленного раствора</p>		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

### 5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
<p>Симуляторы в подготовке операторов БАС: могут ли виртуальные миссии (например, в ARA AgroTechSim) полностью заменить практические полеты на начальном этапе обучения? .</p> <p>Открытое ПО (ROS2, PX4) против проприетарных решений: анализ препятствиями на границах с использованием снижения и набора высоты .</p>	26
<p>БПЛА vs сверхлегкие пилотируемые самолеты (дельталеты): сравнительный анализ технологических циклов выполнения АХР (время заправки, производительность, точность) .</p>	26

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Авиационно-химические работы с применением БАС» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Авиационно-химические работы с применением БАС».
3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)
5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	<p>Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений. Программное обеспечение для полёта и выполнения операций по защите растений Эволюция программного обеспечения для агродронов: от простого планировщика полетов к интеллектуальной системе поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта .</p> <p>Бортовой ИИ против наземных вычислений: анализ архитектурных решений для обработки данных в реальном времени при точечном внесении средств защиты растений .</p> <p>Симуляторы в подготовке операторов БАС: могут ли виртуальные миссии (например, в ARA AgroTechSim) полностью заменить практические полеты на начальном этапе обучения? .</p> <p>Открытое ПО (ROS2, PX4) против проприетарных решений: анализ преимуществ и рисков для сельскохозяйственных БПЛА в условиях импортозамещения .</p> <p>Цифровой двойник поля: как интеграция мультиспектральных данных, метеопрогнозов и карт-</p>	Л1.1	Л2.1	Л3.1

	<p>заданий меняет парадигму защиты растений .</p> <p>Этика алгоритмов: кто несет ответственность за ошибку нейросети при распознавании полезных насекомых и сорняков?</p>			
2	<p>Технология выполнения авиационно-химических работ. Технология выполнения авиационно-химических работ Эволюция технологий авиационно-химических работ: от сельскохозяйственной авиации СССР до современных агродронов. Анализ изменения подходов к обработке полей .</p> <p>Загонный, челночный и улиточный способы обработки: сравнительный анализ эффективности для различных конфигураций полей (правильной и сложной формы) на примере АСК «Дельта» .</p> <p>Нетрадиционные режимы авиаопрыскивания: технологическая необходимость или риск для безопасности? Анализ обработки участков с препятствиями на границах с использованием снижения и набора высоты .</p> <p>БПЛА vs сверхлегкие пилотируемые самолеты (дельталеты): сравнительный анализ технологических циклов выполнения АХР (время заправки, производительность, точность) .</p> <p>Вихревой след воздушного судна как технологический фактор: использование поля индуктивных скоростей для осаждения капель или источник неравномерности покрытия? .</p> <p>Моделирование технологического процесса АХР: может ли компьютерная симуляция полностью заменить натурные испытания при выборе оптимальных параметров обработки? .</p> <p>Человеческий фактор в технологии АХР: влияние квалификации пилота на качество соблюдения</p>	Л1.1	Л2.1	Л3.1

	технологических режимов (высота, скорость, перекрытие гонов)			
--	--------------------------------------------------------------	--	--	--

## 7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Авиационно-химические работы с применением БАС»

### 7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2	
		1	2	3	4
ПК-2.1:Разрабатывает и рассчитывает основные параметры элементов и конструктивных особенностей беспилотных летательных аппаратов	Авиационная безопасность и безопасность полетов			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС			x	
	Научно-исследовательская работа	x		x	x
	Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы			x	
ПК-2.2:Планирует и организывает, осуществляет общее руководство и контроль эксплуатации беспилотных летательных аппаратов	Авиационная безопасность и безопасность полетов			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Дисциплины по выбору Б1.В. ДВ.01	x			
	Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС			x	
	Методология проведения научных исследований	x			
	Научно-исследовательская работа	x		x	x
	Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы			x	
ПК-2.3:Выполняет работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы беспилотных летательных аппаратов	Авиационная безопасность и безопасность полетов			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС			x	
	Научно-исследовательская работа	x		x	x
	Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы			x	
ПК-2.4:Выполняет техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку беспилотных летательных аппаратов	Авиационная безопасность и безопасность полетов			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Дисциплины по выбору Б1.В. ДВ.01	x			
	Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС			x	

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2	
		1	2	3	4
	Методология проведения научных исследований	x			
	Научно-исследовательская работа	x		x	x
	Сельскохозяйственные беспилотные авиационные системы			x	

## 7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Авиационно-химические работы с применением БАС» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Авиационно-химические работы с применением БАС» проводится в виде Экзамен.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

### Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
<b>3 семестр</b>			
КТ 1	Коллоквиум		15
КТ 2	Коллоквиум		15
<b>Сумма баллов по итогам текущего контроля</b>			<b>30</b>
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
<b>Итого</b>			<b>100</b>
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
<b>3 семестр</b>			
КТ 1	Коллоквиум	15	Оценка складывается из трех

			<p>основных компонентов: полнота и глубина знаний (теория), понимание практического контекста (применение) и владение профессиональной терминологией.</p> <p>Критерии оценки ответа</p> <p>Критерий Отлично (5) Хорошо (4) Удовлетворительно (3) Неудовлетворительно (2)</p> <p>1. Полнота ответа Студент свободно и исчерпывающе отвечает на все основные и дополнительные вопросы билета. Даны полные ответы на все вопросы билета, но допущены незначительные неточности или упущены второстепенные детали. Ответы на вопросы даны, но неполные, с существенными пробелами. Дополнительные вопросы вызывают затруднения. Студент не может ответить на большинство вопросов или дает фрагментарные, бессистемные ответы.</p> <p>2. Понимание материала Студент демонстрирует глубокое понимание сути процессов, причинно-следственных связей (например, "почему диаметр капли влияет на снос"). Умеет аргументировать свою точку зрения. Студент понимает основной материал, но испытывает затруднения в объяснении сложных взаимосвязей. Аргументация недостаточно убедительна. Понимание материала поверхностное, ответы репродуктивные ("зазубренные"), без глубокого осмысления. Ответы свидетельствуют об отсутствии понимания предмета.</p> <p>3. Владение терминологией Студент свободно и уместно оперирует профессиональными терминами (десикация, инсектициды, дифференцированное внесение, калибровка форсунок, ОВД и т.д.). Студент владеет терминологией, но допускает незначительные ошибки или неточности в определениях. Студент использует бытовую лексику вместо</p>
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>профессиональной, путается в терминах. Студент не владеет профессиональной терминологией.</p> <p>4. <b>Связь с практикой</b> Студент уверенно увязывает теоретические знания с решением практических задач, приводит примеры из реальных ситуаций, знает алгоритмы действий. Студент понимает, как теория применяется на практике, но испытывает трудности при самостоятельном анализе нестандартных ситуаций. Студент с трудом проецирует теорию на практику, для решения задач ему требуются наводящие вопросы преподавателя. Студент не может применить теорию для решения даже типовой практической задачи.</p> <p>5. <b>Знание нормативной базы</b> Студент точно и со знанием дела ссылается на конкретные пункты Воздушного кодекса, Федеральных правил использования воздушного пространства, инструкций по безопасности при работе с пестицидами. Студент знает основные нормативные требования, но не может точно указать источник или допускает незначительные ошибки в формулировках. Студент имеет общее представление о наличии правил, но не может их четко сформулировать. Студент не знаком с нормативной базой, регламентирующей АХР и полеты.</p>
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

КТ 2	Коллоквиум	15	<p>Оценка «ОТЛИЧНО» (высокий уровень)</p> <p>Студент демонстрирует системное, глубокое знание учебного материала.</p> <p>Умеет свободно выполнять задания как репродуктивного, так и творческого характера (рассчитать потребность в батареях, спланировать обработку сложного участка).</p> <p>Свободно ориентируется в правовых аспектах и вопросах безопасности.</p> <p>Ответ иллюстрирует собственными примерами или анализом возможных производственных ситуаций.</p> <p>Оценка «ХОРОШО» (достаточный уровень)</p> <p>Студент показывает полное знание основного материала, но допускает неточности в деталях.</p> <p>Правильно выполняет типовые задания, но затрудняется при изменении условия задачи.</p> <p>Хорошо знает терминологию и основные регламенты.</p> <p>Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» (пороговый уровень)</p> <p>Студент демонстрирует знание только основополагающих понятий (базы).</p> <p>Выполняет задания только по образцу, шаблону.</p> <p>Испытывает серьезные затруднения в применении знаний на практике.</p> <p>В ответе отсутствует логика и аргументация.</p> <p>Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» (ни</p>
------	------------	----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>же порогового)</p> <p>Обнаруживаются пробелы в знании основного материала.</p> <p>Студент не может выполнить даже типовые практические задания.</p> <p>Не владеет терминологией и не ориентируется в нормативной документации.</p>
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

### Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 20 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1	до 7
Теоретический вопрос №2	до 7
Задача (оценка умений и	до 6
Итого	20

### Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

7 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

5 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами

дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

#### Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов Задачи решены с небольшими недочетами.

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся:  
для экзамена:

- «отлично» – от 89 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 77 до 88 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 65 до 76 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 64 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

### **7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС»**

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 проливе (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, пастбищ 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 измерить?

Энергосистема: Как рассчитать потребное 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)?

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

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

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### **основная**

Л1.1 Канн К. Б. Курс общей физики [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "КУРС", 2022. - 360 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=393848>

### **дополнительная**

Л2.1 Демидченко В. И., Демидченко И. В. Физика [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 581 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=400546>

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Ткаченко Ф. А. Электронные приборы и устройства [Электронный ресурс]:Учебник; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 682 с. – Режим доступа: <http://new.znanium.com/go.php?id=1062340>

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Официальный дистрибьютор Authorized DJI Distributor	<a href="https://dji-store.ru/dji-flight-simulator">https://dji-store.ru/dji-flight-simulator</a>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По наиболее важным темам следует составить план занятия, в котором отразить метод, цель занятия и его структуру (план с указанием отдельных вопросов темы и отведенного на них времени, наглядные пособия).

При планировании учебного материала в начале курса обучения необходимо предусмотреть вопросы, касающиеся места и роли изучаемого предмета в процессе обучения, обратить внимание на число часов, отводимых в техникуме на урок и на лабораторно-практические занятия.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

### 11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

### 11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	206/ЭЭ Ф  106/ЭЭ Ф	Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт, учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.  "Оснащение: ученические парты на 36 посадочных мест, трибуна 1 шт., ученические стенды – 2 шт., лабораторный стенд «Опытная иллюстрация уравнения Бернулли» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение гидравлических коэффициентов трения в трубопроводе» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение коэффициентов местных сопротивлений» - 1 шт., лабораторный стенд «Изучение работы сифона» - 1 шт., лабораторный стенд «Истечение жидкости через отверстия и насадки» - 1 шт., лабораторный стенд «Изучение режимов движения жидкости (опыт Рейнольдса)» - 1

2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

### 13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 г. № 709).

Автор (ы)

\_\_\_\_\_ доц. , кфмн Яновский Александр Александрович

Рецензенты

\_\_\_\_\_ доц. , ктн Гринченко Виталий Анатольевич

\_\_\_\_\_ доц. КЭФиОТ, ктн Воротников Игорь Николаевич

Рабочая программа дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» рассмотрена на заседании Кафедра электротехники, физики и охраны труда протокол № 8 от 12.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Яновский Александр Александрович

Рабочая программа дисциплины «Авиационно-химические работы с применением БАС» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Руководитель ОП \_\_\_\_\_