

**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.04 Калибровка и программирование сельскохозяйственных
БАС**

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

магистр

очная

1. Цель дисциплины

Цели освоения дисциплины является приобретение компетенций в области калибровки, настройки и программирования сельскохозяйственных беспилотных авиационных систем

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	знает физические, технические и математические понятия, связанные с калибровкой и программированием БПЛА умеет составлять алгоритмы для решения прикладных задач владеет навыками основная терминология в области алгоритмизации и программирования
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	знает устройство и область применения беспилотников умеет отлаживать и тестировать программы владеет навыками работой с простыми и составными типами данных (строками, списками, кортежами, словарями, множествами).
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	знает Порядок калибровки IMU сельскохозяйственных БПЛА умеет Создавать программы полета сельскохозяйственных БПЛА владеет навыками приемами настройки системы насосов и форсунок БПЛА
ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать беспилотные летательные аппараты	ПК-2.4 Выполняет техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку беспилотных летательных аппаратов	знает Порядок калибровки компаса сельскохозяйственных БПЛА умеет Устанавливать связь БПЛА с системами RTK и базовыми станциями владеет навыками методами управления БПЛА в случае нештатных ситуаций

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 3 семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Автоматизированные системы управления БАС

Методология проведения научных исследований

Освоение дисциплины «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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		20	42	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. Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА									
1.1.	Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА	3	18	4		14	20	КТ 1, КТ 2	Коллоквиум	
1.2.	Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА	3	12	6		6	22	КТ 1, КТ 2	Коллоквиум	
	Промежуточная аттестация							Эк		
	Итого		108	10		20	42			

	Итого		108	10		20	42		
--	-------	--	-----	----	--	----	----	--	--

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
<p>Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА</p>	<p>Особенности калибровки системы IMU и компаса сельскохозяйственных БПЛА Почему IMU называют «вестибулярным аппаратом» агродрона? Роль инерциальных датчиков в обеспечении стабильности полета при выполнении авиахимработ на малых высотах (до 3 метров).</p> <p>Магнитное поле Земли и компас дрона: вечное противостояние. Анализ внешних факторов (линии электропередач, металлоконструкции, подземные коммуникации, силовые установки), влияющих на точность показаний компаса в полевых условиях .</p> <p>Калибровка IMU: необходимое зло или залог безопасного полета? Рассуждение о балансе между временем на обслуживание и рисками потери дрона или некачественной обработки урожая.</p> <p>Влияние вибрации рабочих органов (насосов, распылителей) на показания IMU и необходимость перекалибровки. Анализ влияния динамических нагрузок на точность измерений.</p> <p>Сравнительный анализ методов калибровки IMU: традиционная ручная (шестипозиционная) vs. автоматическая самокалибровка (self-calibration) без дополнительного оборудования .</p> <p>Дрейф нуля гироскопа: почему даже неподвижный датчик «видит» движение и как с этим бороться в условиях сельскохозяйственного поля</p>	<p>2/-</p>
<p>Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА</p>	<p>Калибровка и программирование насосов и форсунок сельскохозяйственных БПЛА Почему калибровка — самый важный этап предварительной обработки данных с агродрона? Анализ последствий отказа от калибровки для точности расчета вегетационных индексов (NDVI) на основе экспериментальных данных .</p>	<p>2/-</p>

	<p>Радиометрическая калибровка vs. геометрическая калибровка: сравнительный анализ значимости для задач точного земледелия. Что важнее — точность спектральных характеристик или пространственная привязка? .</p> <p>Калибровочная пластина: необходимый аксессуар или маркетинговый ход? Эссе о целесообразности использования эталонных поверхностей с известными спектральными характеристиками в полевых условиях на основе метода MAPIR .</p> <p>Автоматическая калибровка в полете: будущее или настоящее сельскохозяйственной робототехники? Анализ технологии Cognitive Smart Calibration, позволяющей автоматически определять и корректировать параметры датчиков в процессе эксплуатации .</p> <p>Адаптивные системы управления: как расширенный фильтр Калмана (EKF) и нелинейное модельное предиктивное управление (NMPC) меняют точность агродронов. Анализ исследования, демонстрирующего точность отслеживания менее сантиметра и сокращение расхода химикатов на 50% .</p> <p>Открытые платформы (ROS2, PX4) vs. проприетарные решения в образовании и разработке агродронов. Анализ преимуществ открытого стека технологий для подготовки специалистов и создания доступных учебных систем .</p> <p>Оптический поток vs. GNSS: сможет ли метод фазовой корреляции обеспечить надежное позиционирование агродрона в условиях отсутствия спутникового сигнала (теплицы, ангары)?</p>	
<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА</p>	<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА Интеграция методов моделирования для исследования характеристик БПЛА: анализ современных подходов к созданию имитационных моделей беспилотных летательных аппаратов с использованием генеративного дизайна, нейросетевого подхода и технологий виртуальной реальности для воспроизведения летных характеристик и оптимизации управления без проведения дорогостоящих полевых испытаний .</p> <p>Математическое моделирование vs. натурные</p>	<p>4/-</p>

	<p>испытания: анализ эффективности применения математических методов (интегрированное дифференциальное исчисление, теория управления) для исследования влияния внешних воздействий на траекторию полета БПЛА в сравнении с традиционными методами испытаний .</p> <p>ROS 2 и Gazebo как стандарт индустрии: почему открытые платформы стали основой для разработки и тестирования алгоритмов навигации БПЛА? Анализ преимуществ симуляционной среды для отработки алгоритмов локального планирования пути и обхода препятствий .</p> <p>TinyML и Edge Computing: как облегченные модели искусственного интеллекта меняют архитектуру бортовых вычислителей БПЛА, обеспечивая высокую точность и низкую задержку при ограниченных ресурсах энергопотребления и веса .</p> <p>Нейросетевое управление движением: перспективы применения нейронных сетей для генерации управляющих команд при следовании БПЛА по программной траектории в условиях необходимости гибкого переключения между автономным и дистанционно управляемым режимами .</p> <p>Многодисциплинарная оптимизация (MDO) в проектировании БПЛА: анализ применения эволюционных алгоритмов для выбора рациональных параметров крупногабаритных беспилотных аппаратов на начальных стадиях проектирования с учетом весового и аэродинамического баланса .</p> <p>Функционально-воксельный метод (ФВМ): новый подход к математическому описанию препятствий для построения навигационного графа в трехмерном пространстве. Анализ перспектив метода для планирования маршрутов БПЛА .</p> <p>Автономное наведение в условиях сложной видимости: как алгоритмы адаптивного трекинга и обработки изображений позволяют удерживать объект интереса при задымлении, тумане и в ночное время, а также в условиях радиоэлектронного подавления</p>	
<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА</p>	<p>Применение программ в производственных условиях и уточнение исходных функциональных моделей программирования урожая мОт теории к практике: анализ проблем</p>	<p>2/-</p>

	<p>внедрения математических моделей программирования урожая в реальные производственные условия сельскохозяйственных предприятий.</p> <p>Разрыв между моделью и полем: почему даже самые точные модели требуют уточнения и калибровки при переходе от научных разработок к коммерческому использованию?</p> <p>Цифровой двойник поля в реальном времени: как интеграция данных с БПЛА, метеостанций и почвенных датчиков позволяет непрерывно уточнять прогнозы урожайности .</p> <p>Экономическая эффективность уточнения моделей: анализ соотношения затрат на сбор дополнительных данных и прироста точности прогнозирования урожая (до 30-40% потенциальной прибавки) .</p> <p>Человеческий фактор в контуре «модель-решение»: как агроном интерпретирует рекомендации программных комплексов и принимает окончательное решение о корректировке модели.</p> <p>Импортозамещение в программном обеспечении для программирования урожая: анализ доступности и эффективности отечественных разработок (новосибирский комплекс для дифференцированного внесения, разработки ТУСУРа) .</p> <p>Нейросети против классических моделей: могут ли алгоритмы машинного обучения полностью заменить балансовые модели программирования урожая, основанные на биоклиматическом потенциале</p>	
<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА</p>	<p>Обновление программного обеспечения БПЛА и периферийного оборудования Дилемма стабильности: обновлять или не обновлять? Анализ рисков, связанных с обновлением прошивки полетного контроллера перед ответственными полетами, и поиск баланса между получением новых функций и сохранением предсказуемости поведения системы.</p> <p>Эволюция прошивок полетных контроллеров: от минималистичного кода Carbon Aeronautics до экосистем PX4 и ArduPilot. Как рост функциональности повлиял на сложность процесса обновления и требования к квалификации персонала? ().</p>	<p>/-</p>

	<p>Безопасность данных при обновлении ПО БПЛА. Анализ угрозы внедрения вредоносного кода через фальшивые прошивки и методы обеспечения целостности обновлений (верификация хешей, защищенные каналы связи) на примере промышленных решений ().</p> <p>ROS2 Jazzy и долгосрочная поддержка (LTS): почему выбор стабильной версии middleware критичен для создания учебных и коммерческих агродронов, и как это упрощает процесс сопровождения ПО? ().</p> <p>Обновление «по воздуху» (OTA) vs. проводное обновление. Сравнительный анализ удобства, скорости и безопасности двух подходов к обновлению ПО для роя сельскохозяйственных дронов</p>	
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
Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА	<p>Калибровка IMU Почему IMU называют «вестибулярным аппаратом» дрона? Роль инерциальных датчиков в обеспечении стабильности полета и точности навигации беспилотных систем.</p> <p>Систематические vs. случайные ошибки IMU: что можно исправить калибровкой, а с чем приходится «жить»? Анализ границ возможностей калибровочных процедур .</p> <p>Дрейф нуля гироскопа: почему даже неподвижный датчик «видит» вращение и как с этим бороться в реальных условиях эксплуатации .</p> <p>Шестипозиционная калибровка vs. метод вращения: что эффективнее для полевых условий? Сравнительный анализ процедур калибровки акселерометров .</p> <p>Температура — главный враг точности IMU? Эссе о влиянии температурных колебаний на стабильность показаний и методах термокомпенсации .</p> <p>Интеграция ошибок в ИНС: как небольшая погрешность акселерометра превращается в километры дрейфа позиции через несколько</p>	лаб.	4

	<p>минут полета .</p> <p>Заводская калибровка против полевой: почему даже «откалиброванные» на заводе датчики требуют повторной калибровки после установки на платформу .</p> <p>Может ли программное обеспечение полностью скомпенсировать аппаратные недостатки IMU? Рассуждение о пределах алгоритмической коррекции.</p>		
<p>Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА</p>	<p>Калибровка компаса Почему компас дрона требует калибровки чаще других сенсоров? Анализ влияния внешних магнитных помех и факторов окружающей среды на точность показаний магнитометра.</p> <p>Магнитное поле Земли и компас БПЛА: вечное противостояние с железобетоном и линиями электропередач. Рассуждение о том, как техногенная среда искажает показания и усложняет калибровку .</p> <p>Метод «восьмерки» vs. шестипозиционная калибровка: что эффективнее для полевых условий? Сравнительный анализ процедур калибровки компаса .</p> <p>Может ли алгоритм заменить магнитометр? Эссе о современных методах коррекции показаний компаса с использованием данных гироскопа и фильтра Калмана .</p> <p>«Туалетное вращение» (toilet bowling): почему дрон начинает «танцевать» и как калибровка компаса решает эту проблему .</p> <p>Жесткое и мягкое железо: физика магнитных искажений и методы их компенсации. Объяснение различий между ферромагнитными материалами и их влиянием на компас</p>	<p>лаб.</p>	<p>4</p>
<p>Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА</p>	<p>Калибровка и программирование форсунок и насосов сельскохозяйственных БПЛА Почему калибровка распылительной системы критична для эффективности АХР? Анализ влияния точности настройки форсунок и насоса на равномерность распределения рабочей жидкости и экономию препаратов (до 30%) .</p> <p>ШИМ (PWM) vs. клапанное управление: сравнительный анализ методов регулирования расхода для точного внесения СЗР. Какой подход обеспечивает лучшую линейность и быстродействие? .</p>	<p>лаб.</p>	<p>6</p>

	<p>Влияние дисперсности распыла на снос капель и биологическую эффективность: поиск оптимального баланса между минимизацией потерь и качеством покрытия .</p> <p>Калибровка форсунок в полевых условиях: необходимость, периодичность и методики выполнения для обеспечения стабильности характеристик .</p> <p>Программирование карт-заданий для дифференцированного внесения: от вегетационных индексов (NDVI/NDRE) к управляющим сигналам на форсунки .</p> <p>Автоматизация калибровки распылительных систем: будущее агродронов, где дрон сам определяет и компенсирует износ форсунок</p>		
<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА</p>	<p>Программирование БПЛА через интерфейс ПК Визуальное программирование vs. текстовые языки (Lua/Python): какой метод эффективнее для обучения основам автономного полета и разработки промышленных миссий БПЛА? Сравнительный анализ TRIK Studio и классического кодирования .</p> <p>Эволюция интерфейсов «человек-машина» в наземных станциях управления: от джойстиков к графическим блокам и генерации кода. Как меняется роль оператора при использовании ПК для программирования миссий? .</p> <p>Симуляторы как промежуточное звено: могут ли виртуальные среды (типа «Тмир») полностью заменить натурные испытания при отработке алгоритмов, написанных на ПК? Анализ рисков и преимуществ .</p> <p>TRIK Studio и GEOSCAN Pioneer Station: идеальная экосистема для образования или проприетарное ограничение? Эссе о выборе программной платформы для подготовки инженеров БАС .</p> <p>От графического блока к бортовому коду: анализ логики преобразования визуальной схемы в исполняемый код на языке Lua и ее влияние на предсказуемость поведения дрона</p>	<p>лаб.</p>	<p>6</p>

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Автоматическая калибровка в полете: будущее или настоящее сельскохозяйственной робототехники? Анализ технологии Cognitive Smart Calibration, позволяющей автоматически определять и корректировать параметры датчиков в процессе эксплуатации .	20
Интеграция методов моделирования для исследования характеристик БПЛА Математическое моделирование vs. натурные испытания ROS 2 и Gazebo как стандарт индустрии Нейросетевое управление движением Многодисциплинарная оптимизация (MDO) Функционально-воксельный метод (ФВМ) Алгоритмы роевого интеллекта для группы БПЛА Адаптивная	22

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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>Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА. Калибровка и программирование сельскохозяйственных БПЛА Почему калибровка — самый важный этап предварительной обработки данных с агродрона? Анализ последствий отказа от калибровки для точности расчета вегетационных индексов (NDVI) на основе экспериментальных данных .</p> <p>Радиометрическая калибровка vs. геометрическая калибровка: сравнительный анализ значимости для задач точного земледелия. Что важнее — точность спектральных характеристик или пространственная привязка? .</p> <p>Калибровочная пластина: необходимый аксессуар или маркетинговый ход? Эссе о целесообразности использования эталонных поверхностей с известными спектральными характеристиками в полевых условиях на основе метода MAPIR .</p> <p>Автоматическая калибровка в полете: будущее или настоящее сельскохозяйственной робототехники? Анализ технологии</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.7	Л2.1, Л2.2, Л2.3	Л3.1

	<p>Cognitive Smart Calibration, позволяющей автоматически определять и корректировать параметры датчиков в процессе эксплуатации .</p> <p>Адаптивные системы управления: как расширенный фильтр Калмана (EKF) и нелинейное модельное предиктивное управление (NMPC) меняют точность агродронов. Анализ исследования, демонстрирующего точность отслеживания менее сантиметра и сокращение расхода химикатов на 50% .</p> <p>Открытые платформы (ROS2, PX4) vs. проприетарные решения в образовании и разработке агродронов. Анализ преимуществ открытого стека технологий для подготовки специалистов и создания доступных учебных систем .</p> <p>Оптический поток vs. GNSS: сможет ли метод фазовой корреляции обеспечить надежное позиционирование агродрона в условиях отсутствия спутникового сигнала (теплицы, ангары)?</p>			
2	<p>Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА. Математическое моделирование и разработка программ для БПЛА Интеграция методов моделирования для исследования характеристик БПЛА Математическое моделирование vs. натурные испытания ROS 2 и Gazebo как стандарт индустрии Нейросетевое управление движением Многодисциплинарная оптимизация (MDO) Функционально-воксельный метод (ФВМ) Алгоритмы роевого интеллекта для группы БПЛА Адаптивная фильтрация в условиях сенсорной неопределенности</p>	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5, Л1.7	Л2.1, Л2.2	Л3.1

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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	
	Авиационно-химические работы с применением БАС			x	
	Автоматизированные системы управления 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	
	Авиационно-химические работы с применением БАС			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Дисциплины по выбору Б1.В. ДВ.01	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	
	Авиационно-химические работы с применением БАС			x	
	Автоматизированные системы управления 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	
	Авиационно-химические работы с применением БАС			x	
	Автоматизированные системы управления БАС		x		
	Дисциплины по выбору Б1.В. ДВ.01	x			
	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, опреде-

ляющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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
3 семестр			
КТ 1	Коллоквиум		15
КТ 2	Коллоквиум		15
Сумма баллов по итогам текущего контроля			30
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
3 семестр			

КТ 1	Коллоквиум	15	<p>Высокий 5 Студент глубоко понимает назначение калибровки каждого сенсора (IMU, компас, барометр, оптический поток). Знает, когда требуется калибровка (после падения, замены деталей, при изменении температуры), и может описать процедуру шаг за шагом. Понимает физический смысл искажений (например, "твердое железо" / "мягкое железо" для компаса).</p> <p>Средний 4 Студент знает основные типы калибровок и умеет их проводить по инструкции, но не всегда понимает, почему возникают ошибки и как они влияют на поведение дрона.</p> <p>Удовлетворительный 3 Студент имеет общее представление о калибровке (знает, что нужно калибровать компас), но не знает точной процедуры и не может объяснить, зачем это нужно.</p> <p>Недостаточный 2 Студент не знает, что такое калибровка, какие сенсоры нуждаются в ней и как она проводится.</p>
КТ 2	Коллоквиум	15	<p>Высокий 5 Студент глубоко понимает назначение калибровки каждого сенсора (IMU, компас, барометр, оптический поток). Знает, когда требуется калибровка (после падения, замены деталей, при изменении температуры), и может описать процедуру шаг за шагом. Понимает физический смысл искажений (например, "твердое железо" / "мягкое железо" для компаса).</p> <p>Средний 4 Студент знает основные типы калибровок и умеет их проводить по инструкции, но не всегда понимает, почему возникают ошибки и как они влияют на поведение дрона.</p> <p>Удовлетворительный 3 Студент имеет общее представление о калибровке (знает, что нужно калибровать компас), но не знает точной процедуры и не может объяснить, зачем это нужно.</p> <p>Недостаточный 2 Студент не знает, что такое калибровка, какие сенсоры нуждаются в ней и как она проводится.</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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС»

Раздел 1. Теоретические основы калибровки сенсоров БАС

Понятие и виды калибровки сенсоров БПЛА для сельского хозяйства. Радиометрическая, геометрическая, спектральная, температурная калибровка — определения, цели и задачи каждого типа .

Физические основы радиометрической калибровки. Перевод «сырых» значений пикселей (DN) в физические величины коэффициента отражения (reflectance) — теоретические принципы и математические модели .

Геометрическая калибровка камер БПЛА. Устранение дисторсии объектива, определение параметров внутреннего ориентирования, привязка снимков к местности .

Метод калибровки мультиспектральных снимков с использованием калибровочной пластины MAPIR. Алгоритм построения линейных зависимостей между значениями пикселей и коэффициентами отражения .

Влияние калибровки на точность расчета вегетационного индекса NDVI. Анализ ошибок при отсутствии калибровки — разница в значениях может достигать 0,3, что ведет к неправильной оценке состояния посевов .

Физические принципы работы MEMS-сенсоров в составе IMU. Акселерометр, гироскоп, магнитометр — устройство, принципы измерения, источники погрешностей .

Систематические и случайные погрешности инерциальных датчиков. Смещение нуля (bias), масштабный коэффициент (scale factor error), неортогональность осей (misalignment), шумы — определения и методы компенсации .

Калибровка трехосного магнитометра (компаса). Математическая модель эллипсоидной подгонки (ellipsoid fitting), источники магнитных помех и методы их минимизации .

Шестипозиционный метод калибровки акселерометра. Порядок выполнения, требования к условиям, анализ получаемых параметров .

Калибровка гироскопа (rate gyro calibration). Определение смещения нуля при неподвижном положении дрона, влияние на стабильность удержания курса .

Калибровка системы управления распылением на основе PWM. Определение зависимости скорости потока (расхода) от ширины импульса управляющего сигнала .

Калибровка термальной съемки на основе полевых температурных маркеров. Методика учета влияния температуры окружающей среды на точность тепловизионных измерений .

Калибровка Hydro-N-сенсора для оценки потребности растений в азоте. Построение калибровочных таблиц, настройка оборудования .

Дрейф калибровочных параметров сенсоров в процессе длительной эксплуатации. Анализ необходимости периодической перекалибровки, факторы, влияющие на стабильность параметров .

Влияние температуры и вибрации на работу IMU. Методы температурной компенсации и виброразвязки для повышения точности измерений .

Раздел 2. Программирование автономных полетов и миссий

Архитектура автопилота БПЛА для задач защиты растений на базе открытых платформ (PX4, ArduPilot). Взаимодействие модулей навигации, управления, связи и полезной нагрузки .

Программное обеспечение наземных станций управления (GCS). Сравнительный анализ Mission Planner, QGroundControl, AeroGCS GREEN — функциональные возможности для сельского хозяйства .

Планирование полетного задания (миссии) для сплошной обработки поля. Алгоритмы построения оптимального маршрута, учет рельефа, препятствий, минимизация холостых пролетов .

Форматы файлов полетных заданий. Структура и содержание файлов *.waypoints, *.plan, загрузка в автопилот, синхронизация с координатами .

Программирование автономной миссии по точечному внесению СЗР. Принципы создания карт-заданий на основе карт здоровья, генерация команд на активацию форсунки .

Управление полезной нагрузкой в автономном режиме. Протоколы и интерфейсы (PWM, CAN bus) для управления распылителем, камерой, синхронизация с данными позиционирования .

Режимы fail-safe в программировании миссий. Действия автопилота при потере связи, низком заряде батареи, выходе за границы геозоны — настройка и программирование .

Программирование миссий для группового применения агродронов (роевые технологии). Алгоритмы координации, предотвращения столкновений, распределения задач .

Интеграция данных мультиспектральной съемки в полетное задание. Создание карт-заданий для дифференцированного внесения на основе вегетационных индексов .

Симуляция полета и тестирование миссий. Использование симуляционных сред (Gazebo, AirSim) для отработки алгоритмов без риска для реального дрона .

Раздел 3. Обработка данных и вегетационные индексы

Вегетационные индексы в точном земледелии. NDVI, NDRE, GNDVI, SAVI, NDMI — методика расчета, интерпретация значений, практическое применение .

Расчет вегетационного индекса NDVI по мультиспектральным снимкам. Формула, требования к калибровке каналов, типичные ошибки .

Индекс NDRE (Normalized Difference Red Edge Index). Область применения (оценка азотного статуса), отличие от NDVI, преимущества для поздних стадий вегетации .

Создание цифровых карт здоровья поля. Методика построения тематических карт на основе вегетационных индексов, выделение стрессовых зон .

Интеграция данных дистанционного зондирования в ГИС-системы. Форматы данных, взаимодействие с QGIS, ArcGIS, создание карт-заданий для дифференцированного внесения

Почему калибровка — самый важный этап предварительной обработки данных с агродрона? Анализ последствий отказа от калибровки для точности расчета вегетационных индексов (NDVI) на основе экспериментальных данных (разница может составлять до 0,3, что приводит к неправильной оценке состояния посевов) .

Радиометрическая калибровка vs. геометрическая калибровка: сравнительный анализ значимости для задач точного земледелия. Что важнее — точность спектральных характеристик или пространственная привязка? .

Калибровочная пластина: необходимый аксессуар или маркетинговый ход? Эссе о целесообразности использования эталонных поверхностей с известными спектральными характеристиками в полевых условиях на основе метода MAPIR .

Автоматическая калибровка в полете: будущее или настоящее сельскохозяйственной робототехники? Анализ технологии Cognitive Smart Calibration, позволяющей автоматически определять и корректировать параметры датчиков в процессе эксплуатации без участия оператора .

Адаптивные системы управления: как расширенный фильтр Калмана (EKF) и нелинейное модельное предиктивное управление (NMPC) меняют точность агродронов. Анализ исследования, демонстрирующего точность отслеживания менее сантиметра и сокращение расхода химикатов на 50% .

Открытые платформы (ROS2, PX4) vs. проприетарные решения в образовании и разработке агродронов. Анализ преимуществ открытого стека технологий для подготовки специалистов и создания доступных учебных систем .

Оптический поток vs. GNSS: сможет ли метод фазовой корреляции обеспечить надежное позиционирование агродрона в условиях отсутствия спутникового сигнала (теплицы, ангары)?

Вопрос 1. Что является основной целью радиометрической калибровки мультиспектральной камеры?

Варианты ответов:

- А. Устранение геометрических искажений объектива
- Б. Перевод «сырых» значений пикселей (DN) в физические величины коэффициента отражения (reflectance)
- В. Калибровка положения камеры относительно корпуса дрона
- Г. Настройка баланса белого для получения эстетичных снимков

Вопрос 2. Какой метод калибровки акселерометра считается стандартным для большинства полетных контроллеров (PX4, ArduPilot)?

Варианты ответов:

- А. Калибровка вращением вокруг вертикальной оси
- Б. Шестипозиционный метод (размещение дрона в 6 различных ориентациях)
- В. Калибровка в полете с использованием GPS
- Г. Автоматическая калибровка при первом включении

Вопрос 3. Какая математическая модель лежит в основе калибровки трехосного магнитометра (компаса)?

Варианты ответов:

- А. Линейная регрессия
- Б. Преобразование Фурье
- В. Эллипсоидная подгонка (ellipsoid fitting)
- Г. Метод главных компонент

Вопрос 4. Какое внешнее условие является критически важным для успешной калибровки компаса?

Варианты ответов:

- А. Отсутствие ветра
- Б. Наличие прямой видимости спутников
- В. Отсутствие магнитных помех (металлоконструкции, ЛЭП)
- Г. Температура воздуха выше +15°C

Вопрос 5. Для чего используется калибровочная пластина с известными спектральными характеристиками?

Варианты ответов:

- А. Для проверки остроты фокусировки объектива
- Б. Для привязки снимков к координатам местности
- В. Для эталонной радиометрической калибровки мультиспектральных снимков
- Г. Для балансировки пропеллеров

Вопрос 6. Что такое калибровка гироскопа (rate gyro calibration)?

Варианты ответов:

- А. Определение чувствительности датчика к угловым ускорениям
- Б. Определение смещения нуля (bias) при неподвижном положении дрона
- В. Настройка фильтра низких частот для шумоподавления
- Г. Калибровка масштабного коэффициента на поворотном столе

Вопрос 7. Как часто рекомендуется проводить калибровку компаса на сельскохозяйственном БПЛА?

Варианты ответов:

- А. Один раз при первом включении, больше не требуется
- Б. Перед каждым вылетом или при смене места работы (особенно после транспортировки)

- В. Один раз в месяц независимо от условий
- Г. Только при замене аккумулятора

Вопрос 8. Какая процедура калибровки необходима для обеспечения точности дифференцированного внесения удобрений?

Варианты ответов:

- А. Только калибровка IMU
- Б. Калибровка расходомера и проверка соответствия фактического расхода расчетному
- В. Только геометрическая калибровка камеры
- Г. Калибровка не требуется, достаточно заводских настроек

Вопрос 9. Что понимается под геометрической калибровкой камеры?

Варианты ответов:

- А. Определение цветового профиля камеры
- Б. Устранение дисторсии объектива и определение параметров внутреннего ориентирования
- В. Настройка угла наклона камеры относительно горизонта
- Г. Калибровка выдержки и диафрагмы

Вопрос 10. В чем заключается калибровка системы управления распылением на основе PWM (Pulse Width Modulation)?

Варианты ответов:

- А. В настройке давления в гидросистеме
- Б. В определении зависимости скорости потока (расхода) от ширины импульса управляющего сигнала
- В. В калибровке уровня жидкости в баке
- Г. В настройке геометрии распыла форсунок

Раздел 2. Вегетационные индексы и карты здоровья (Вопросы 11–16)

Вопрос 11. Какой вегетационный индекс наиболее часто используется для оценки содержания хлорофилла и азотного статуса растений?

Варианты ответов:

- А. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
- Б. NDRE (Normalized Difference Red Edge Index)
- В. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)
- Г. NDWI (Normalized Difference Water Index)

Вопрос 12. Для решения какой задачи применяется индекс NDMI (Normalized Difference Moisture Index)?

Варианты ответов:

- А. Оценка содержания азота в листьях
- Б. Определение водного стресса и влажности растительности
- В. Выделение почвы на снимках
- Г. Классификация типов растительности

Вопрос 13. Что представляет собой «цифровая карта здоровья» поля, создаваемая на основе мультиспектральных данных?

Варианты ответов:

- А. Визуализация рельефа местности
- Б. Тематическая карта, отображающая пространственное распределение вегетационных индексов и стрессовых зон

- В. Карта с координатами всех препятствий на поле
- Г. План полетного задания для дрона

Вопрос 14. Какой канал спектра является ключевым для расчета большинства вегетационных индексов?

Варианты ответов:

- А. Только красный (RED)
- Б. Только ближний инфракрасный (NIR)
- В. Сочетание красного и ближнего инфракрасного (RED + NIR)
- Г. Синий и зеленый каналы

Вопрос 15. Какая информация необходима для расчета требуемого объема СЗР на основе анализа состояния посевов?

Варианты ответов:

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

Вопрос 16. Для оценки какого параметра используется вегетационный индекс NDVI?

Варианты ответов:

- А. Влажность почвы
- Б. Фотосинтетическая активность и биомасса растительности
- В. Содержание тяжелых металлов в растениях
- Г. Глубина залегания грунтовых вод

Раздел 3. Программирование автономных миссий и бортовой ИИ (Вопросы 17–24)

Вопрос 17. В каком формате обычно сохраняются файлы с полетным заданием (миссией), содержащие глобальные координаты и команды, для загрузки в автопилот?

Варианты ответов:

- А. .txt или .csv
- Б. .jpg или .png
- В. *.waypoints или *.plan
- Г. .mp4 или .avi

Вопрос 18. Что такое автономная миссия по точечному внесению СЗР?

Варианты ответов:

- А. Полет по всему полю с постоянной нормой внесения
- Б. Полет, в котором дрон автоматически активирует форсунки только на стрессовых участках, выявленных на карте здоровья
- В. Ручное управление дроном с пульта
- Г. Полет без использования GPS

Вопрос 19. Какой тип управляющего сигнала обычно используется для активации форсунки при точечном внесении на основе данных от бортового ИИ?

Варианты ответов:

- А. Аналоговый сигнал (0-5В)
- Б. Команда в файле .waypoints, синхронизированная с координатами
- В. Ручное включение оператором

Г. Включение по таймеру без привязки к местности

Вопрос 20. Какая информация должна быть известна для разработки алгоритма ИИ, управляющего точечным внесением?

Варианты ответов:

- А. Только курс полета
- Б. Характеристики БАС и навесного оборудования (скорость, расход, ширина захвата)
- В. Только прогноз погоды
- Г. Только номер рейса

Вопрос 21. Что означает термин «бортовой ИИ» (onboard AI) в контексте сельскохозяйственного БПЛА?

Варианты ответов:

- А. Искусственный интеллект, работающий на наземной станции управления
- Б. Нейросеть, запущенная непосредственно на вычислительном модуле (например, Orange Pi 5B), установленном на дроне
- В. Программа, имитирующая полет на симуляторе
- Г. Система автопилота, поставляемая производителем

Вопрос 22. Для выполнения какой задачи может быть обучен бортовой ИИ согласно программе соревнований «Автономные БАС: АгроТех»?

Варианты ответов:

- А. Для распознавания лиц оператора
- Б. Для подсчета количества саженцев (растений) на поле
- В. Для определения типа почвы
- Г. Для прогнозирования погоды

Вопрос 23. Какие инструменты используются для настройки и программирования автономного полета?

Варианты ответов:

- А. Adobe Photoshop, CorelDraw
- Б. Inav Configurator, Mission Planner, QGroundControl
- В. Microsoft Word, Excel
- Г. AutoCAD, SolidWorks

Вопрос 24. Что представляет собой файл, генерируемый разработанным алгоритмом ИИ для создания автономной миссии?

Варианты ответов:

- А. Отчет в формате PDF для агронома
- Б. Файл с глобальными координатами (waypoints) и командами на активацию форсунки
- В. JPEG-изображение карты поля
- Г. Видеофайл с записью полета

Раздел 4. Интеграция данных и симуляция (Вопросы 25–30)

Вопрос 25. Какова цель тестирования разработанного алгоритма ИИ в симуляционной среде?

Варианты ответов:

- А. Для развлечения оператора
- Б. Для проверки работоспособности алгоритма на новой карте местности без риска для реального дрона

- В. Для обучения пилотов ручному управлению
- Г. Для демонстрации заказчику

Вопрос 26. Что подразумевается под «сбором мультиспектральных данных в симуляционной среде»?

Варианты ответов:

- А. Съемка реального поля с дрона
- Б. Генерация синтетических или использование заранее подготовленных мультиспектральных снимков в программе-симуляторе для отработки алгоритмов
- В. Покупка данных со спутника
- Г. Рисование карт в графическом редакторе

Вопрос 27. Какая характеристика необходима для расчета плотности покрытия удобрениями (л/га)?

Варианты ответов:

- А. Только скорость полета
- Б. Только расход жидкости через форсунку
- В. Скорость полета, ширина захвата и расход жидкости
- Г. Только высота полета

Вопрос 28. Для чего необходимо анализировать мультиспектральные данные, создавая карту здоровья?

Варианты ответов:

- А. Для составления красивого отчета
- Б. Для выявления стрессовых зон, требующих дифференцированного или точечного внесения СЗР
- В. Для определения точных границ поля
- Г. Для подсчета общей площади поля

Вопрос 29. Какие данные, полученные с бортового ИИ, могут быть интегрированы в общую систему для последующего анализа и создания карт здоровья?

Варианты ответов:

- А. Только координаты полета
- Б. Данные о состоянии растений (например, количество саженцев, выявленные стрессовые участки) в привязке к местности
- В. Только уровень заряда батареи
- Г. Только скорость и высота

Вопрос 30. Какой этап предшествует запуску миссии в симуляционной среде после разработки алгоритма ИИ?

Варианты ответов:

- А. Закупка нового оборудования
- Б. Формирование файлов *.waypoints / *.plan с координатами и командами на активацию форсунки
- В. Калибровка реального компаса на местности
- Г. Получение разрешения на полет в реальных условиях

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 Круз Р. Л. Структуры данных и проектирование программ [Электронный ресурс]:учебное пособие ; ВО - Специалитет. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 768 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94149>

Л1.2 Антипов В. А., Бубнов А. А. Введение в программную инженерию [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "КУРС", 2018. - 332 с. – Режим доступа: <http://new.znaniium.com/go.php?id=944151>

Л1.3 Немцова Т. И., Голова С. Ю. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке С++ [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; СПО, ВО - Бакалавриат. - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2021. - 512 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=363426>

Л1.4 Андрианова А. А., Исмагилов Л. Н., Мухтарова Т. М. Алгоритмизация и программирование. Практикум [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206258>

Л1.5 Гуриков С. Р. Основы алгоритмизации и программирования в среде LAZARUS [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 336 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=395376>

Л1.6 Немцова Т. И., Голова С. Ю. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке Object Pascal [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2020. - 496 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=362746>

Л1.7 Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Интеллектуальные цифровые технологии концептуального проектирования инженерных решений [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Магистратура. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 511 с. – Режим доступа: <https://znaniium.com/catalog/document?id=425548>

дополнительная

Л2.1 Канн К. Б. Курс общей физики [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "КУРС", 2022. - 360 с. – Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/document?id=393848>

Л2.2 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://znaniium.com/catalog/document?id=400546>

Л2.3 Любая С. И., Стародубцева Г. П., Афанасьев М. А., Копылова О. С. Практикум по физике:по направлениям 35.03.04 «Агрономия», 05.03.06 "Экология и природопользование". - Ставрополь: Спектр, 2020. - 1,62 МБ

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

Л3.1 Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211055>

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

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Создание программного обеспечения для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)	https://visrobo.com/industries/agricultural_industry

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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных 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 Коноплев Павел Викторович

_____ доц. , ксхн Любая Светлана Ивановна

Рабочая программа дисциплины «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС» рассмотрена на заседании Кафедры 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 «Калибровка и программирование сельскохозяйственных БАС» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Института 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 _____