

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Аникуев Сергей Викторович

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06 Автоматизированные системы управления БАС

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

Агроинженер по специализации «Беспилотные авиационные системы»

очная

1. Цель дисциплины

Цели освоения дисциплины формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности в области разработки и эксплуатации программно-аппаратного обеспечения информационно-измерительных и управляющих систем беспилотных летательных аппаратов

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 основы теории автоматического управления умеет проводить анализ и синтез систем автоматического управления владеет навыками навыками работа с датчиками и исполнительными механизмами
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 принципы работы и характеристики датчиков и исполнительных механизмов умеет разрабатывать алгоритмы управления и программы для микроконтроллеров владеет навыками программированием на языках высокого уровня
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 методы анализа и синтеза систем автоматического управления умеет работа с электрическими схемами и микроконтроллерами владеет навыками навыками соблюдения правил техники безопасности и охраны труда
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 правила техники безопасности и охраны труда при работе с электротехникой и автоматическими системами умеет читать и понимать электрические схемы владеет навыками разрабатывать алгоритмы управления и программы для микроконтроллеров

2.1.	Моделирование элементов и подсистем БЛА	2	16	4		12	40	КТ 2	Коллоквиум	ПК-2.1
	Промежуточная аттестация	За								
	Итого		108	10		20	78			
	Итого		108	10		20	78			

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
Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА)	Бортовое радиоэлектронное оборудование Эволюция архитектуры бортового радиоэлектронного оборудования: от федеративной к интегрированной модульной авионике (ИМА). Анализ преимуществ и вызовов цифровой трансформации БРЭО . Искусственный интеллект в бортовом радиоэлектронном оборудовании: перспективы внедрения для повышения автономности и отказоустойчивости беспилотных авиационных систем . Проблема оптимизации уровня автономности радиоэлектронного оборудования комплексов с БПЛА: как найти баланс между автоматическим и автоматизированным режимами управления для повышения эффективности выполнения задач? Антенный парк БПЛА: вызовы миниатюризации и широкополосности. Анализ методов улучшения качества связи за счет применения многодиапазонных антенн в сложной электромагнитной обстановке . Отечественное бортовое радиоэлектронное оборудование: анализ проблем и перспектив импортозамещения в гражданской и военной авиации . Квантовые навигационные системы в авиации: будущее БРЭО или отдаленная перспектива? Анализ возможностей внедрения квантовых технологий в бортовые навигационные комплексы . Кибербезопасность бортового радиоэлектронного оборудования: анализ уязвимостей программно-аппаратных комплексов БПЛА и методов защиты от несанкционированного доступа.	4/-

Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА)	Конструктивные механические части Материалы будущего в авиастроении: сравнительный анализ применения алюминиевых сплавов, титана и полимерных композиционных материалов в конструкциях беспилотных летательных аппаратов. Анализ весовой эффективности, технологичности и стоимости. Проблема выбора конструктивно-силовой схемы БПЛА: преимущества и недостатки монококовой, полумонококовой и ферменной конструкции применительно к малоразмерным беспилотникам. Влияние упругих деформаций элементов планера на точность работы автопилота. Как жесткость крыла и фюзеляжа влияет на показания инерциальных датчиков и качество стабилизации? Эволюция механических систем управления БПЛА: от тросовой проводки к электрическим дистанционным системам (fly-by-wire). Сохранилась ли сегодня необходимость в механических связях? Листовой металл против композитов в производстве БПЛА: технологичность и скорость производства против весового совершенства и прочности. Что выгоднее для серийного производства? Проблема устойчивости тонкостенных конструкций в малоразмерных БПЛА. Почему для беспилотников потеря устойчивости становится критичнее, чем потеря прочности, и как это учитывать при проектировании?	2/-
Моделирование элементов и подсистем БЛА	Тактико-технические и эксплуатационные характеристики, микросистемная авионика, способы управления полётом Эволюция тактико-технических характеристик БПЛА: от разведывательных аппаратов к многоцелевым ударным комплексам. Анализ изменения требований к дальности, продолжительности полета и полезной нагрузке . Микросистемная авионика как основа миниатюризации БПЛА: как технологии МЭМС (микроэлектромеханических систем) позволяют создавать аппараты с массой менее 100 г и размахом крыла 150–200 мм, сохраняя при этом функциональность? . Дилемма автономности: какой способ управления полетом (дистанционный,	2/-

	автономный или комбинированный) обеспечивает наилучший баланс между надежностью и гибкостью применения в сложной оперативной обстановке? . Эксплуатационные характеристики БПЛА и условия применения: анализ влияния ветровых нагрузок, температуры и влажности на тактико-технические возможности беспилотных систем. Почему микроаппаратам труднее справляться с природными явлениями? . Бионические принципы в управлении полетом: могут ли микроБПЛА с машущим крылом (наподобие насекомых) превзойти традиционные аэродинамические схемы по маневренности и скрытности? . Интеграция искусственного интеллекта в микросистемную авионику: как onboard AI меняет подход к обработке данных с МЭМС-датчиков и принятию решений в реальном времени	
Моделирование элементов и подсистем БЛА	Управление полётом БЛА: режимы полёта и аппаратуры управления, операционная система авионики, наземная и бортовая аппаратура управления, системы координат и пространственное движение Эволюция способов управления БПЛА: от дистанционного радиоуправления к полностью автономным интеллектуальным системам. Как меняется роль оператора и какие вызовы это создает? . Автономный vs. автоматический режимы управления: анализ границы понятий и практической реализации на примере современных беспилотных систем . Отечественные операционные системы реального времени для авионики: анализ причин импортозамещения и перспектив применения JetOS в гражданской и военной авиации . Сравнительный анализ аппаратуры управления: пульт дистанционного управления, планшет с наземной станцией, FPV-очки. Какой интерфейс обеспечивает наилучшее взаимодействие человека и машины? . Linux против специализированных RTOS в военных беспилотниках: анализ стратегического выбора между открытостью, гибкостью и требованиями кибербезопасности и сертификации .	2/-

	Математика полета: как системы координат и уравнения пространственного движения преобразуются в понятные оператору команды на пульте управления? Проблема кибербезопасности каналов управления БПЛА: анализ уязвимостей аппаратуры связи и методов защиты от перехвата и подмены сигнала . Бионические принципы в управлении БПЛА: могут ли алгоритмы, имитирующие поведение птиц или насекомых, повысить эффективность автономного полета?	
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
Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА)	Датчики: инерциальные, спутниковая навигация Почему инерциальные датчики называют «вестибулярным аппаратом» БПЛА? Роль MEMS-гироскопов и акселерометров в обеспечении стабильности полета и точности навигации в условиях отсутствия спутникового сигнала. Спутниковая навигация в условиях радиоэлектронной борьбы: анализ уязвимости ГНСС-приемников к спуфингу и глушению, современные методы анти-спуфинга и повышения помехоустойчивости . Температурный дрейф MEMS-датчиков: можно ли полностью скомпенсировать погрешности измерений математическими моделями? Анализ исследований температурных моделей микромеханических инерциальных датчиков . SLAM и инерциальная навигация: способны ли системы технического зрения заменить ГНСС в условиях полного отсутствия спутникового сигнала и какую роль в этом играет IMU? . Эволюция архитектуры навигационных систем: от отдельных инерциальных и	лаб.	4

	спутниковых модулей к глубоко интегрированным комплексам на основе фильтра Калмана. Групповое применение БПЛА и проблема относительной навигации: как измерить взаимные координаты дронов с сантиметровой точностью без использования внешних дифференциальных станций?		
Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА)	Система управления бесколлекторными двигателями БПЛА Почему бесколлекторные двигатели стали стандартом для БПЛА? Сравнительный анализ преимуществ BLDC-двигателей перед коллекторными и шаговыми двигателями: долговечность, КПД, удельная мощность и надежность . FOC (Field Oriented Control) vs. традиционное 6-шаговое управление: анализ преимуществ векторного управления для повышения эффективности и плавности хода мультироторных БПЛА. Датчики положения в системе управления BLDC: сравнительный анализ датчиков Холла, энкодеров и инновационных магнитоэлектрических датчиков. Какой метод обеспечивает лучшую точность и надежность? . Оптимизация высокооборотистых BLDC-двигателей для FPV-дронов: как добиться максимальной мощности при минимальном весе и какие конструктивные решения для этого применяются? . Гибридные силовые установки для БПЛА: может ли комбинация ДВС и электродвигателя решить проблему малого времени полета, характерного для электродронов? . Системы охлаждения бесколлекторных двигателей: воздушное, жидкостное или использование теплопроводящих композитов – что эффективнее для высоконагруженных БПЛА? Проблема электромагнитной совместимости силовой части и систем управления. Как широтно-импульсная модуляция (ШИМ) влияет на работу бортовой электроники и как бороться с помехами?	лаб.	4

Моделирование элементов и подсистем БЛА	Операционная система авионики Почему авионике нужна отдельная операционная система? Анализ требований к ОСПВ для бортовых систем в сравнении с ОС общего назначения (Windows, Linux) – детерминизм, отказоустойчивость, безопасность . Интегрированная модульная авионика (ИМА) как драйвер развития ОСПВ: как концепция ИМА изменила требования к операционным системам, позволив запускать несколько приложений разного уровня критичности на одном вычислителе . Импортозамещение в авиационном ПО: анализ причин и последствий создания отечественной ОСПВ JetOS на фоне прекращения сотрудничества с зарубежными поставщиками (VxWorks 653, Thales MACS2) . ARINC 653 как "конституция" авиационного ПО: почему стандартизация интерфейсов между ОС и приложениями критически важна для разработки и сертификации бортовых систем . Open Source в критических системах: анализ опыта создания JetOS на базе открытого проекта РОК – риски, преимущества и объем переработки исходного кода . Сертификация по КТ-178С (DO-178С) уровня А: почему для ОС авионики требуется самый высокий уровень безопасности и какие процессы разработки это обеспечивают . Микроядро vs. монолитное ядро в авиационной ОСПВ: сравнительный анализ архитектурных подходов на примере JetOS и зарубежных аналогов (PikeOS, VxWorks 653) . Кибербезопасность бортовых ОС: анализ уязвимостей и методов защиты авиационного ПО от несанкционированного доступа и вредоносных воздействий	лаб.	4
Моделирование элементов и подсистем БЛА	Датчики предупреждения о столкновении и управление их настройками Эволюция систем предупреждения столкновений: от простых дальномеров до интегрированных	лаб.	4

	мультисенсорных комплексов с элементами искусственного интеллекта. Как изменились подходы к обеспечению безопасности полетов? Кооперативные (ADS-B) vs. некооперативные (радар/LiDAR) системы обнаружения: анализ преимуществ и ограничений для различных классов БПЛА и сценариев полета (городская среда, удаленная местность) . Дилемма чувствительности и ложных срабатываний: как найти баланс между безопасностью и практичностью при настройке порогов срабатывания датчиков столкновения? Анализ влияния ложных срабатываний на выполнение полетного задания. Проблема обнаружения малоразмерных препятствий: почему провода и ветки диаметром от 5 см остаются критической проблемой для традиционных лидарных систем, и какие технологии (стереозрение, нейросети) предлагают решение? . Калибровка датчиков как критический фактор надежности: анализ процедур юстировки радаров миллиметрового диапазона и оптических систем, их влияние на точность обнаружения и безопасность . Человеческий фактор в системах предупреждения столкновений: как интерфейс оповещения (звуковой, визуальный) должен информировать оператора о приближающейся опасности, не вызывая паники и информационной перегрузки . Моделирование алгоритмов предотвращения столкновений: преимущества и ограничения подхода "скорости препятствия" (velocity obstacle) для динамических сред с движущимися объектами . Будущее сенсорики для БПЛА: какие технологии (квантовые радары, усовершенствованное компьютерное зрение, 4D-радары) определяют облик систем предотвращения столкновений следующего поколения?		
Моделирование элементов и	Управление полезной нагрузкой БПЛА Сенсорная vs. актуаторная полезная	лаб.	4

подсистем БЛА	нагрузка: сравнительный анализ подходов к управлению в задачах мониторинга и активного воздействия. Критерии выбора и особенности интеграции . Влияние массы полезной нагрузки на летно-технические характеристики БПЛА: анализ нелинейной зависимости времени полета/висения от веса целевого оборудования и методы компенсации негативных эффектов . Бортовой искусственный интеллект в управлении полезной нагрузкой: как нейропроцессоры меняют подход к обработке видеопотока и распознаванию объектов в реальном времени без участия оператора . Стандартизация интерфейсов полезной нагрузки: анализ проблем отсутствия единых стандартов и перспектив модульной интеграции оборудования от разных производителей . Адаптивное управление расходом рабочей жидкости при АХР: методы оптимизации процесса опрыскивания в зависимости от скорости полета, рельефа и плотности растительности. Терморегулирование чувствительной полезной нагрузки: критическая важность поддержания температурного режима для доставки медикаментов, биологических образцов и работы прецизионной оптики . Дифференциальный сброс груза как задача управления: оптимизация режимов полета при поэтапном уменьшении массы для повышения эффективности и безопасности миссии . Человеко-машинный интерфейс для управления полезной нагрузкой: как оператор взаимодействует с целевым оборудованием (камеры, манипуляторы, распылители) в режиме реального времени?		
---------------	---	--	--

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
--	------

Выбор типа силовой установки для БЛА: сравнительный анализ электродвигателей, ДВС и реактивных двигателей. Как найти баланс между мощностью, продолжительностью полета и массой аппарата? .	38
Проблема энергообеспечения БЛА: аккумуляторные батареи, топливные Многодисциплинарная оптимизация в авиастроении: как эволюционные алгоритмы и численное моделирование позволяют находить оптимальный баланс между аэродинамикой, прочностью и массой конструкции БЛА? . Универсальные модели навигации: возможен ли единый подход к описанию движения БЛА в условиях неполной информации о параметрах объекта и	40

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

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Автоматизированные системы управления 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 «Автоматизированные системы управления БАС».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Автоматизированные системы управления 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	Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА) . Элементы и подсистемы беспилотных летательных аппаратов (БЛА) Эволюция архитектуры бортовых систем БЛА: от простейших радиоуправляемых моделей к интегрированным модульным комплексам с элементами искусственного интеллекта. Анализ изменения роли человека в контуре управления . Интеграция элементов БЛА: проблема совместимости и эффективности. Как обеспечить слаженную работу разнородных подсистем (механики, электроники, ПО) для достижения максимальной эффективности комплекса? . Бортовой комплекс управления (БКУ) как "мозг" беспилотника: анализ функций, архитектуры и перспектив развития центрального элемента любой БАС . Выбор типа силовой установки для БЛА: сравнительный анализ электродвигателей, ДВС и реактивных двигателей. Как найти баланс между мощностью, продолжительностью полета и	Л1.4, Л1.5	Л2.1	Л3.1

	массой аппарата? . Проблема энергообеспечения БЛА: аккумуляторные батареи, топливные элементы или гибридные системы? Анализ тенденций развития источников энергии для увеличения автономности полета . Микроэлектромеханические системы (МЭМС) в авиации: как микродатчики революционизировали системы управления БЛА, обеспечив миниатюризацию и снижение стоимости навигационного оборудования . Надежность и живучесть подсистем БЛА: анализ критических элементов и методов резервирования для обеспечения безопасности полета в условиях отказов и внешних воздействий . Стандартизация и унификация элементов БЛА: необходим ли единый стандарт для совместимости компонентов разных производителей? Анализ мировых тенденций и проблем импортозамещения			
2	Моделирование элементов и подсистем БЛА . Моделирование элементов и подсистем БЛА Роль математического моделирования в проектировании БЛА: от концептуальной идеи до летных испытаний. Анализ этапов разработки, где моделирование позволяет сократить временные и финансовые затраты . Имитационное vs. полунатурное моделирование: сравнительный анализ подходов к тестированию систем управления БЛА. Какой метод обеспечивает лучший баланс между точностью и стоимостью? . Многодисциплинарная оптимизация в авиастроении: как эволюционные алгоритмы и численное моделирование позволяют находить оптимальный баланс между аэродинамикой, прочностью и массой конструкции БЛА? .	Л1.5	Л2.1	Л3.1

Универсальные модели навигации: возможен ли единый подход к описанию движения БЛА в условиях неполной информации о параметрах объекта и среды? Анализ стохастических моделей состояния . Проблема адекватности модели: насколько можно доверять результатам компьютерного моделирования и когда необходимы натурные эксперименты для валидации математических моделей? . Интеграция симуляторов в процесс разработки: как связка ROS 2, Gazebo и PX4 SITL меняет подход к отладке алгоритмов навигации и управления, позволяя тестировать код без риска для реального дрона			
--	--	--	--

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Автоматизированные системы управления 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 компетен-ции	

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 «Автоматизированные системы управления 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 «Автоматизированные системы управления БАС» проводится в виде Зачет.

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
2 семестр			
КТ 1	Коллоквиум		0
КТ 2	Коллоквиум		0
Сумма баллов по итогам текущего контроля			0
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			70
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
2 семестр			
КТ 1	Коллоквиум	0	
КТ 2	Коллоквиум	0	

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 зачете

По дисциплине «Автоматизированные системы управления БАС» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязке к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

Вопрос билета	Количество баллов
Теоретический вопрос	до 5
Задания на проверку умений	до 5
Задания на проверку навыков	до 5

Теоретический вопрос

5 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.

4 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.

Задания на проверку умений и навыков

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

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

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Автоматизированные системы управления БАС»

Вопросы к промежуточной аттестации

Общая структура: Из каких основных компонентов состоит автоматизированная система управления беспилотным воздушным судном? Нарисуйте функциональную схему.

Бортовая аппаратура: Назначение и состав бортового пилотажно-навигационного комплекса (полетный контроллер, инерциальная система, приемники спутниковой навигации, датчики воздушных сигналов).

Исполнительные устройства: Типы исполнительных механизмов в БАС (рулевые машинки, регуляторы оборотов двигателей). Принципы формирования управляющих сигналов.

Наземный сегмент: Структура и функции наземной станции управления (NCC). Каналы связи и протоколы обмена данными (телеметрия, видео, управляющие команды).

Спутниковая навигация: Принципы работы GPS/ГЛОНАСС в составе БАС. Понятия точности позиционирования, количества видимых спутников, геометрического фактора (DOP).

Инерциальные системы (IMU): Состав инерциального модуля (акселерометры, гироскопы, магнитометры). Их назначение и принцип работы. Что такое калибровка сенсоров и почему она важна?

Барометрический высотомер: Принцип измерения высоты. Влияние погодных условий на точность показаний.

Комплексирование данных: Для чего нужна фильтрация Калмана? Как происходит объединение данных от GPS, IMU и других датчиков для получения оптимальной оценки положения и ориентации аппарата?

Специализированные сенсоры: Назначение оптических потоковых датчиков (optical flow), лазерных дальномеров (LIDAR), ультразвуковых высотомеров для удержания позиции и облета препятствий.

Коллоквиум 2

Стабилизация и управление: В чем разница между угловой стабилизацией (rate mode) и стабилизацией по углу (angle mode/стабилизированный режим)?

ПИД-регуляторы (PID): Назначение пропорциональной (P), интегральной (I) и дифференциальной (D) составляющих в контуре управления. Как изменение каждого коэффициента влияет на поведение аппарата?

Математическая модель: Основные уравнения движения БАС, используемые в алгоритмах управления.

Режимы полета: Классификация и назначение основных режимов: стабилизация, удержание высоты, удержание позиции (loiter), автономный полет по маршруту, возврат на точку взлета (RTL).

Автоматическое управление: Как формируется управляющий сигнал на двигатели при полете по заданному маршруту (навигационные алгоритмы)?

ПО для настройки: Назначение и основные функции наземных станций управления (Mission Planner, QGroundControl, DJI Assistant). Какие параметры можно настроить?

Прошивка (Firmware): Что такое прошивка полетного контроллера? Для чего и как проводится ее обновление?

Failsafe (Защитные функции): Какие аварийные сценарии закладываются в САУ (потеря связи с пультом, потеря GPS, критический разряд батареи)? Опишите алгоритмы действий контроллера в каждом случае.

Геозоны (Geo-fencing): Принцип работы и настройка виртуальных ограничений полета (по высоте, удалению, запретным зонам)

Эволюция систем управления БАС: от дистанционного радиоуправления к полностью автономным интеллектуальным системам. Анализ изменения роли оператора в контуре управления.

SLAM-технологии в навигации БАС: как метод синхронной локализации и построения карт решает проблему позиционирования в условиях отсутствия GNSS-сигнала.

Кибербезопасность автоматизированных систем управления БАС: анализ уязвимостей каналов связи и методов защиты от несанкционированного доступа и перехвата управления.

Распределенное управление группой БАС (роевые технологии): алгоритмы координации, преимущества и вызовы при организации коллективных действий без централизованного управления .

Бортовые интеллектуальные системы: способны ли нейросети полностью заменить классические алгоритмы управления при принятии решений в нештатных ситуациях?

Человеко-машинный интерфейс в системах управления БАС: от джойстиков к биометрическим и голосовым интерфейсам – эволюция взаимодействия оператора с беспилотной системой.

Интеграция разнородных сенсоров в системах управления БАС: проблемы синхронизации, калибровки и слияния данных от оптических, инерциальных и спутниковых датчиков .

Прогнозирование дрейфа параметров бортовой аппаратуры: применение методов искусственного интеллекта (иммунные системы) для повышения надежности автоматизированных систем управления

Задания для кт

Вопрос 1. Что понимается под автоматизированной системой управления беспилотными авиационными системами (АСУ БАС)?

Варианты ответов:

- А) Система, полностью исключая участие человека в процессе управления
- Б) Система «человек-машина», обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации для эффективного управления БАС
- В) Только аппаратная часть, обеспечивающая связь с БПЛА
- Г) Программное обеспечение для планирования полетных заданий

Вопрос 2. Какой тип архитектуры системы управления предполагает, что все вычислительные ресурсы и принятие решений сосредоточены в одном центре?

Варианты ответов:

- А) Распределенная архитектура
- Б) Децентрализованная архитектура
- В) Централизованная архитектура
- Г) Иерархическая архитектура

Вопрос 3. Какая подсистема в АСУ БАС отвечает за сбор информации о состоянии внешней среды и параметрах полета?

Варианты ответов:

- А) Управляющая подсистема
- Б) Информационная подсистема (сенсорный комплекс)
- В) Исполнительная подсистема
- Г) Коммуникационная подсистема

Вопрос 4. Что называется обратной связью в системе управления?

Варианты ответов:

- А) Передача управляющих команд от оператора к БПЛА
- Б) Информационная связь, обеспечивающая поступление данных от управляемой подсистемы к управляющей
- В) Канал передачи видеосигнала

Г) Система электропитания бортового оборудования

Вопрос 5. Какая система называется системой автоматического управления?

Варианты ответов:

- А) Система, выполняющая функции контроля объектов управления
- Б) Система, осуществляющая управление без участия человека
- В) Система, в которой функции управления распределены между машиной и человеком
- Г) Система, реагирующая только на возмущающие воздействия

Вопрос 6. Что является важнейшей подсистемой в производственно-технической системе управления БАС?

Варианты ответов:

- А) Экономическая подсистема
- Б) Производственный коллектив
- В) Информационная подсистема
- Г) Материально-техническая база

Вопрос 7. Как называется свойство системы сохранять работоспособность при отказе отдельных ее элементов?

Варианты ответов:

- А) Устойчивость
- Б) Отказоустойчивость
- В) Точность
- Г) Быстродействие

Вопрос 8. Какой уровень в иерархической структуре АСУ БАС отвечает за непосредственное взаимодействие с исполнительными устройствами (сервоприводы, регуляторы)?

Варианты ответов:

- А) Стратегический уровень
- Б) Тактический уровень
- В) Исполнительный уровень
- Г) Уровень планирования

Раздел 2. Алгоритмы навигации и управления (Вопросы 9–16)

Вопрос 9. Какой метод навигации используется в условиях отсутствия сигнала GNSS?

Варианты ответов:

- А) Только GPS-навигация
- Б) Инерциальная навигация и навигация по оптическому потоку
- В) Только радионавигация
- Г) Навигация по звездам

Вопрос 10. Что такое SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) в контексте управления БАС?

Варианты ответов:

- А) Метод планирования траектории полета
- Б) Метод синхронной локализации и построения карты местности
- В) Алгоритм калибровки инерциальных датчиков
- Г) Протокол передачи данных

Вопрос 11. Какой алгоритм управления наиболее эффективен для решения задачи

следования по заданной траектории с высокой точностью?

Варианты ответов:

- А) Релейное управление
- Б) Пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) управление
- В) Логическое управление
- Г) Ручное управление

Вопрос 12. Что называется полюсами передаточной функции системы управления?

Варианты ответов:

- А) Корни полинома числителя передаточной функции
- Б) Корни полинома знаменателя передаточной функции
- В) Точки пересечения амплитудно-частотной характеристики
- Г) Максимальные значения выходного сигнала

Вопрос 13. Для анализа устойчивости системы по критерию Найквиста используется:

Варианты ответов:

- А) Переходная характеристика
- Б) Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ)
- В) Импульсная характеристика
- Г) Корневой годограф

Вопрос 14. Система, задающее воздействие которой является известной функцией времени, называется:

Варианты ответов:

- А) Следящей
- Б) Стабилизирующей
- В) Программной
- Г) Оптимальной

Вопрос 15. Какой тип регулятора называется изодромным?

Варианты ответов:

- А) П-регулятор (пропорциональный)
- Б) И-регулятор (интегральный)
- В) ПИ-регулятор (пропорционально-интегральный)
- Г) ПД-регулятор (пропорционально-дифференциальный)

Вопрос 16. Критерий Гурвица относится к:

Варианты ответов:

- А) Частотным критериям устойчивости
- Б) Алгебраическим критериям устойчивости
- В) Корневым методам оценки качества
- Г) Интегральным критериям

Раздел 3. Интеграция сенсоров и обработка данных (Вопросы 17–22)

Вопрос 17. Какой датчик используется для измерения угловой скорости в составе инерциального измерительного блока (IMU)?

Варианты ответов:

- А) Акселерометр
- Б) Гироскоп

- В) Магнитометр
- Г) Барометр

Вопрос 18. Какая технология используется для слияния данных от разнородных датчиков (GNSS, IMU, магнитометр) для получения наиболее точной оценки состояния БПЛА?

Варианты ответов:

- А) Простое усреднение показаний
- Б) Фильтр Калмана (Kalman filter)
- В) Метод наименьших квадратов
- Г) Спектральный анализ

Вопрос 19. Что измеряет оптический поток (optical flow) в системах навигации БПЛА?

Варианты ответов:

- А) Высоту полета
- Б) Скорость перемещения относительно поверхности
- В) Угол крена
- Г) Магнитный курс

Вопрос 20. Какой метод обработки сигналов позволяет перейти от временного описания системы к частотному?

Варианты ответов:

- А) Преобразование Лапласа
- Б) Дифференцирование
- В) Интегрирование
- Г) Аппроксимация

Вопрос 21. Системы технического зрения в БАС используются для:

Варианты ответов:

- А) Только видеотрансляции оператору
- Б) Распознавания объектов, препятствий и навигации
- В) Измерения температуры окружающей среды
- Г) Определения скорости ветра

Вопрос 22. Какой тип датчика наиболее подходит для обнаружения препятствий на малых расстояниях при автономном полете в сложных условиях?

Варианты ответов:

- А) GNSS-приемник
- Б) Лидар (LiDAR)
- В) Барометрический высотомер
- Г) Датчик температуры

Раздел 4. Кибербезопасность и современные тенденции (Вопросы 23–30)

Вопрос 23. Какая угроза является наиболее критической для автоматизированных систем управления БАС?

Варианты ответов:

- А) Разряд аккумулятора
- Б) Несанкционированный доступ и перехват управления
- В) Ухудшение погодных условий
- Г) Износ механических частей

Вопрос 24. Что такое шифрование канала связи в контексте АСУ БАС?

Варианты ответов:

- А) Увеличение дальности связи
- Б) Преобразование данных для защиты от несанкционированного доступа
- В) Сжатие видеосигнала для экономии трафика
- Г) Дублирование управляющих команд

Вопрос 25. Какая технология позволяет осуществлять координацию группы БПЛА без централизованного управления?

Варианты ответов:

- А) Спутниковая связь
- Б) Роевые технологии (swarm intelligence)
- В) Радиорелейная связь
- Г) Сотовая связь

Вопрос 26. Что понимается под автономностью БАС?

Варианты ответов:

- А) Только длительность полета
- Б) Способность выполнять полетное задание без вмешательства оператора
- В) Дальность действия каналов связи
- Г) Грузоподъемность беспилотника

Вопрос 27. Какая из перечисленных функций относится к системе fail-safe (аварийной защиты) БАС?

Варианты ответов:

- А) Планирование маршрута
- Б) Автоматический возврат на точку взлета при потере связи
- В) Расчет вегетационных индексов
- Г) Калибровка компаса

Вопрос 28. Какая информационная программа предназначена для автоматизированного определения местоположения транспортных средств и мониторинга отклонений от маршрута?

Варианты ответов:

- А) «ГЛОНАСС»
- Б) «ЭКСПЕДИТОР»
- В) «MILER»
- Г) «ВАГОН»

Вопрос 29. Что является основным преимуществом использования открытых платформ (PX4, ArduPilot) в системах управления БАС?

Варианты ответов:

- А) Гарантированная техническая поддержка производителя
- Б) Возможность модификации и адаптации исходного кода под конкретные задачи
- В) Простота первоначальной настройки
- Г) Наличие готовых коммерческих решений

Вопрос 30. Какая система обеспечивает автоматическое предупреждение столкновений БПЛА с другими воздушными судами?

Варианты ответов:

- А) TCAS (Traffic Collision Avoidance System) / АСПС (адаптированные для БАС)
 Б) Система видеонаблюдения
 В) Радиолокационная станция наземного базирования
 Г) Система автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В)

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 Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 365 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=366933>
- Л1.2 Смирнов Ю. А. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 456 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/174286>
- Л1.3 Фурсенко С. Н., Якубовская Е. С. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 377 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=390468>
- Л1.4 Ившин В. П., Перухин М. Ю. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]:учебник ; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 405 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/document?id=396426>
- Л1.5 Водовозов А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=417408>
- Л1.6 Минаев И. Г., Самойленко В. В., Ушкур Д. Г., Федоренко И. В. Свободно программируемые устройства в автоматизированных системах управления:учеб. пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2016. - 18,4 МБ

дополнительная

- Л2.1 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>
- б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.
- Л3.1 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>

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

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Карта зон ограничений полётов для дронов — AVTM	https://map.avtm.center/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекцию начинают, как правило, с объявления темы и основных вопросов, рассматриваемых в течение ее

прочтения. В первой части лекции преподаватель останавливается на степени научной разработанности темы

лекции, для этого информирует студентов об авторах, которые занимались разработкой данной проблематики,

особое внимание уделяется дискуссионным и неоднозначным материалам рассматриваемых вопросов.

В ходе лекционных занятий магистрант должен конспектировать учебный материал. При этом необходимо

обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов,

научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Целесообразно

оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие

материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических

положений. Во время чтения лекции магистрантам предоставляется право задавать появившиеся вопросы,

просьбы повторить изложенную информацию (в пределах разумного). Ответы на заданные вопросы могут быть

даны как на лекции, так (если ответ требует развернутого объяснения) и после ее окончания.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо иметь в виду, что данный вид учебной

работы является неотъемлемым элементом учебного процесса. В ходе подготовки к лекциям студентам

рекомендуется ознакомиться с нормативными актами, судебной практикой и специальной литературой по

соответствующей теме. Также желательно сформулировать вопросы по теме лекции с тем, чтобы иметь

возможность получить на них развернутые ответы от лектора в конце лекционного занятия. В случае

недостаточной подготовки к лекционному занятию у студента могут возникнуть сложности с освоением

лекционного материала непосредственно на лекции.

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

2. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - Антивирус

3. Fidelio - Подсистема интеграции с партнерами и GDS. инструмент для интеграции системы бронирования отеля с различными партнерскими сетями и системами глобальной дистрибуции (GDS).

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Endpoint Security 12.11 - 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 – 1шт., 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, прочесть 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, прочесть 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 «Автоматизированные системы управления БАС» составлена на основе Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура <укажите наименование ВУЗа в настройках программы> по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ от 22.06.2026 г. № 324).

Автор (ы)

_____ доц. , кфмн Яновский Александр Александрович

Рецензенты

_____ доц. , ктн Афанасьев Михаил Анатольевич

_____ доц. КЭФиОТ, ктн Воротников Игорь Николаевич

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные системы управления БАС» рассмотрена на заседании Кафедра электротехники, физики и охраны труда протокол № 11 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 «Автоматизированные системы управления БАС» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 8 от 14.04.2026 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Руководитель ОП _____