

**Конспект (опорный конспект)
содержательного описания цифрового образовательного контента (ЦОК),
для включения в основные образовательные программы СПО по УГПС 25.00.00
(Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники)**

1. Общая информация по занятиям на основе ЦОК

Наименование программы:	Основные образовательные программы СПО по УГПС 25.00.00 (Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники)
Модуль:	Основы беспроводной связи для БАС
Наименование темы	Основы беспроводной связи для БАС
Тип занятий и форма проведения (укажите тип и форму проведения занятий на основе ЦОК):	<input checked="" type="checkbox"/> Усвоение новых знаний и способов действия <input checked="" type="checkbox"/> Лекция <input checked="" type="checkbox"/> Контроль знаний и способов действия <input checked="" type="checkbox"/> Тестирование
Уровень изучения (укажите один или несколько уровней освоения материала, на которые рассчитан ЦОК): V – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)	
Адаптация для студентов с ОВЗ (выберите «да» или «нет» из списка. Для варианта «да» укажите дополнительно категорию ОВЗ)	Выберите элемент (Да, <u>нет</u>)
Учебник (укажите основные печатные и электронные издания, которым соответствует ЦОК)	Основные источники: 1. Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2023 г. № 1630-р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации РФ на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. и плана мероприятий по ее реализации». 2. Романюк, В. А. Основы радиосвязи: учебник для вузов / В. А. Романюк. -Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 288 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00675-9. - Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/510506 (дата обращения: 16.05.2024). 3. Филин, А. Д. Основы организации воздушного движения: учебник для вузов / А. Д. Филин, А. Р. Бестугин, Ю. Г. Шатраков ; под научной редакцией Ю. Г. Шатракова.- 2-е

	изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 606 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-17673-5. - Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/540798 (дата обращения: 16.05.2024). 4. Цифровая логистика : учебник для вузов / В. В. Щербаков [и др.]; под редакцией В. В. Щербакова. – 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2024. - 573 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09643-9. - Текст: электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/535546 (дата обращения: 16.05.2024)
Ключевые слова (введите через запятую список ключевых слов, характеризующих ЦОК):	Основы беспроводной связи для БАС, типы беспроводной связи для БАС, компоненты системы радиосвязи БАС.
Базовые понятия, единые для изучения программы (укажите одно или несколько соответствующих понятий из Вашей предметной области — при их наличии)	<input checked="" type="checkbox"/> Основы беспроводной связи для БАС
Краткое описание (введите аннотацию занятиям на основе ЦОК):	ЦОК предназначен для обучающихся основных образовательных программ СПО по УГПС 25.00.00 (Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники). ЦОК может применяться на лекционных и практических занятиях в рамках изучения темы «Основы беспроводной связи для БАС». На занятиях предусмотрено использование следующих типов электронных образовательных материалов: презентация, видеолекция

2. В результате освоения профессионального модуля на основе ЦОК обучающийся должен:

Владеть навыками	Анализа, сопоставления и систематизации полученных знаний. Понимания основ беспроводной связи для БАС.
Уметь	Применять систему ELRS.
Знать	Типы беспроводной связи для БАС. Технологию использования радиочастотной связи. Компоненты системы радиосвязи БАС. Факторы, влияющие на передачу данных.

3. Образовательный (учебный) материал:

3.1 Понятийный (терминологический) аппарат.

Беспилотное воздушное судно (БВС) – воздушное судно, которое предназначено выполнять полет без пилота на борту, подсистема(комплекс) беспилотной авиационной системы.

Беспилотная авиационная система (БАС) – ВС (или несколько связанных между собой ВС) и связанные с ним элементы, которые эксплуатируются без пилота на борту.

ExpressLRS (ELRS) — это система радиоуправления, которая разрабатывается сообществом как opensource проект. Отличается высокой частотой обновления пакетов, обеспечивая внушительную дальности радиосвязи.

MAVLink (Micro Air Vehicle Link) — это легкий, компактный и надежный протокол передачи данных, специально разработанный для коммуникации между БАС и наземной станцией.

RTPS (Real—Time Publish—Subscribe) — это протокол передачи данных, основанный на модели публикации—подписки.

РЧ — радиочастотная связь.

3.2 Блочнo—модульное описание занятий на основе ЦОК.

БЛОК 1 Вхождение в тему и создание условий для осознанного восприятия нового материала		
Наименование модуля	Виды ЭОМ	Содержание учебного материала
Вхождение в тему и создание условий для осознанного восприятия нового материала	Презентация: «Основы беспроводной связи для БАС»	Преподаватель: Добрый день! (СЛАЙД 1) Тема занятия: «Основы беспроводной связи для БАС». В ходе изучения темы, рассмотрим следующие вопросы: 1. Основы беспроводной связи для БАС. 1.2. Типы беспроводной связи для БАС. 1.3. Радио точная связь и другие технологии. 2. Виды протоколов передачи данных.
БЛОК 2. Освоение нового материала.		
Наименование модуля	Виды ЭОМ	Содержание учебного материала
Модуль 1. Формирование новых знаний и способов деятельности (изложение нового материала)	Презентация: «Основы беспроводной связи для БАС», видеолекции	(ВОПРОС 1) (СЛАЙД 2) Существует два основных типа беспроводной связи, используемых в БАС: радиочастотная (РЧ) связь и спутниковая связь. РЧ связь обеспечивает прямую связь между БАС и наземной станцией на относительно небольших расстояниях, используя радиоволны для передачи данных и команд. Спутниковая связь применяется для управления БАС на больших расстояниях и в условиях отсутствия прямой видимости, обеспечивая глобальное покрытие, но имея большую задержку сигнала.

(СЛАЙД 3)

РЧ связь для БАС использует различные диапазоны частот, наиболее распространенными из которых являются 433 МГц, 900 МГц, 2.4 ГГц и 5.8 ГГц. Для передачи данных по радиоканалу используются методы модуляции сигнала, такие как частотная (FM), амплитудная (AM) и фазовая (PM) модуляция. Кроме того, для обеспечения совместимости и эффективной передачи данных применяются специальные протоколы, такие как MAVLink, UAVCAN и RTPS.

(СЛАЙД 4)

Система радиосвязи БАС состоит из приемопередатчиков на борту БАС и наземной станции управления, антенн для обеспечения качественной связи и программного обеспечения для обработки, отображения и хранения телеметрических данных, а также формирования и отправки команд управления. Направленные антенны обеспечивают большую дальность и помехоустойчивость, но требуют точного наведения на БАС.

(СЛАЙД 5)

ExpressLRS — это система радиоуправления, которая разрабатывается сообществом как opensource проект. Отличается высокой частотой обновления пакетов, обеспечивая внушительную дальности радиосвязи. Существует в двух вариантах частотного диапазона, 2.4ГГц и 900МГц. Проект так же подразумевает, что многие приемники и передатчики пользователь может выполнить самостоятельно (в списке устройств DIY). Уже сейчас ELRS работает не хуже аналогов, таких как Crossfire, FrSky R9m, не уступая им в дальности связи и даже превосходит их в некоторых тестах. Имеет лидирующую скорость обмена пакетами среди конкурентных систем на данный момент.

(СЛАЙД 6)

Помимо перечисленных выше типов связи, в БАС могут применяться и другие беспроводные технологии, такие как Wi-Fi, Bluetooth или ZigBee. Эти технологии обычно используются для коммуникации между БАС и периферийными устройствами, такими как датчики, камеры или полезная нагрузка, а

также для передачи данных на короткие расстояния, например, при взлете и посадке БАС.

(ВОПРОС 2)

(СЛАЙД 7)

MAVLink (Micro Air Vehicle Link) — это легкий, компактный и надежный протокол передачи данных, специально разработанный для коммуникации между БАС и наземной станцией. Он поддерживает широкий спектр типов данных, включая телеметрию, команды управления и настройки системы. MAVLink имеет открытую архитектуру и поддерживается большинством популярных полетных контроллеров и наземных станций управления.

(СЛАЙД 8)

RTPS (Real—Time Publish—Subscribe) — это протокол передачи данных, основанный на модели публикации—подписки.

Он обеспечивает низкую задержку и высокую пропускную способность при передаче данных между БАС и наземной станцией, а также между различными компонентами БАС.

RTPS поддерживает качество обслуживания (QoS) и позволяет настраивать приоритеты и политики доставки данных в зависимости от требований приложения.

(СЛАЙД 9)

Расстояние между передатчиком и приемником является одним из ключевых факторов, влияющих на качество передачи данных в беспроводной связи БАС.

С увеличением расстояния мощность принимаемого сигнала уменьшается в соответствии с законом обратных квадратов, что приводит к снижению отношения сигнал/шум и увеличению вероятности ошибок при передаче данных.

Для компенсации потерь на больших расстояниях используются более мощные передатчики, чувствительные приемники, направленные антенны и технологии обработки сигналов, такие как коды коррекции ошибок и методы расширения спектра.

(СЛАЙД 10)

Препятствия и помехи могут значительно ухудшить качество передачи данных в беспроводной связи БАС.

Препятствия, такие как здания, деревья или горы, могут вызывать отражение, рассеяние и поглощение радиосигнала, что приводит к замираниям, искажениям и

		<p>потерям мощности сигнала. Помехи от других источников радиоизлучения, работающих на тех же или близких частотах, могут создавать интерференцию и затруднять выделение полезного сигнала на фоне шума. Для борьбы с препятствиями и помехами применяются методы пространственного разнесения антенн, адаптивной фильтрации, помехоустойчивого кодирования и динамического выбора частотных каналов.</p> <p>(СЛАЙД 11) Беспроводная связь является неотъемлемой частью БАС, обеспечивающей надежную и эффективную передачу данных между БАС и наземной станцией управления. Правильный выбор и настройка оборудования, учет факторов, влияющих на качество связи, и использование оптимальных технологий и протоколов позволяют добиться максимальной производительности и безопасности при эксплуатации БАС.</p>
<p>Модуль 2. Закрепление (первичное) изученного материала, контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция</p>	<p>---</p>	<p>1. Какие два основных типа беспроводной связи используются в БАС? а) Радиочастотная (РЧ) связь и инфракрасная связь. б) Спутниковая связь и мобильная связь. в) Радиочастотная (РЧ) связь и спутниковая связь. г) Wi—Fi и Bluetooth. Ответ: в.</p> <p>2. На каких частотах обычно работает РЧ связь для БАС? а) 100 МГц, 200 МГц, 300 МГц. б) 433 МГц, 900 МГц, 2.4 ГГц, 5.8 ГГц. в) 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц, 4 ГГц. г) 10 кГц, 20 кГц, 30 кГц, 40 кГц. Ответ: б.</p> <p>3. Какой метод модуляции сигнала используется для передачи данных по радиоканалу в РЧ связи БАС? а) Только частотная (FM) модуляция. б) Только амплитудная (AM) модуляция. в) Только фазовая (PM) модуляция. г) Частотная (FM), амплитудная (AM) и фазовая (PM) модуляция. Ответ: г.</p>

4. Какой из перечисленных протоколов НЕ используется в БАС?

- a) MAVLink.
- b) ELRS.
- c) RTPS.
- d) HTTP.

Ответ: d.

5. Какая система радиуправления отличается наибольшей скоростью обмена пакетами?

- a) Crossfire.
- b) FrSky R9m
- c) ExpressLRS..
- d) Все системы имеют одинаковую скорость обмена пакетами.

Ответ: c.

6. Для чего в БАС могут использоваться Wi—Fi, Bluetooth и ZigBee?

- a) Для управления БАС на больших расстояниях.
- b) Для передачи данных между БАС и наземной станцией.
- c) Для коммуникации между БАС и периферийными устройствами.
- d) Для кодирования видеосигнала.

Ответ: c.

7. Какую задачу решает протокол MAVLink?

- a) Обеспечивает низкую задержку и высокую пропускную способность.
- b) Сжимает видеоданные для уменьшения требуемой полосы пропускания.
- c) Обеспечивает надежную и эффективную передачу данных между БАС и наземной станцией.
- d) Позволяет настраивать приоритеты и политики доставки данных.

Ответ: c.

8. В чем заключается преимущество протокола RTPS?

- a) Он имеет открытую архитектуру и поддерживается большинством популярных полетных контроллеров.
- b) Он обеспечивает надежную и эффективную передачу данных между БАС и наземной станцией.

		<p>c) Он обеспечивает низкую задержку и высокую пропускную способность. d) Он позволяет кодировать видеосигнал с бортовых камер. Ответ: с.</p> <p>9. Как расстояние между передатчиком и приемником влияет на качество передачи данных? a) С увеличением расстояния мощность принимаемого сигнала увеличивается. b) С увеличением расстояния отношение сигнал/шум увеличивается. c) С увеличением расстояния мощность принимаемого сигнала уменьшается, что приводит к снижению отношения сигнал/шум. d) С увеличением расстояния влияние помех на сигнал уменьшается. Ответ: с.</p> <p>10. Какие основные частоты используются для управления и видео? a) 2.4 ГГц и 5.8 ГГц. b) 5 ГГц и 5.8 ГГц. c) 1.2 ГГц и 5.8 ГГц. d) 2.4 ГГц и 868 МГц. Ответ: а.</p>
Рекомендации для преподавателя		Рекомендации для студента (самостоятельная работа):
<p><i>Преподаватель должен:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> — организовать просмотр презентации, видеолекции и последующую беседу по уточнению и конкретизации первичных знаний; — визуализировать подачу учебного материала с помощью презентации; — формировать у обучающихся мотивацию к усвоению нового материала, образованию как основному инструменту достижения личного и профессионального успеха; — содействовать установлению в сознании обучающихся устойчивых связей между накопленным и новым опытом познавательной деятельности; 		<p>Ознакомьтесь с теоретическим материалом по теме: «Основы беспроводной связи для БАС».</p> <p>Просмотрите презентацию: «Основы беспроводной связи для БАС», видеолекции.</p> <p>Повторите ранее пройденный материал.</p> <p>Если в процессе изучения материала возникнут вопросы, запишите их для дальнейшего обсуждения с преподавателем.</p> <p>При необходимости просмотрите материал еще раз.</p> <p>Возвращайтесь к наиболее сложным аспектам темы.</p> <p>Соблюдайте здоровьесберегающий режим: чередуйте работу с электронными носителями с отдыхом и гимнастикой для глаз</p>

<ul style="list-style-type: none"> — организовать практическую, в т.ч. самостоятельную, деятельность обучающихся для отработки навыков решения определенных учебных заданий; — объяснить обучающимся порядок выполнения заданий; — консультировать обучающихся по мере необходимости; — обеспечить в ходе выполнения тренировочных заданий повышение уровня осмысления изученного материала, глубины его понимания; — выявить недостатки в знаниях и способах действий обучающихся, установить причины выявленных недостатков; — привлекать обучающихся к дополнению и корректировке ответов, создавать условия для фронтальной и групповой работы; — способствовать развитию логического мышления, памяти, внимательности, наблюдательности 		
БЛОК 3. Подведение итогов		
Наименование модуля	Виды ЭОМ	Содержание учебного материала
Подведение итогов	—	На сегодняшнем занятии мы познакомились с основами беспроводной связи для БАС. Результаты тестирования покажут уровень освоение данной темы

4. Дополнительные источники информации.

1. <https://www.expresslrs.org/> дата обращения: 16.05.2024.
2. Изображения:

2.1.



<https://coptertime.ru/catalog/rx-tx/>, дата обращения: 16.05.2024.

2.2.



<https://www.portable-gcs.com/supplier-466728-uav-radio-link>,
дата обращения: 16.05.2024.

2.3.



<https://www.amazon.com/Flysky-Receiver-Control-Compatible-Transmitter/dp/B07D21273Y>, дата обращения: 16.05.2024.

2.4.



<https://habr.com/ru/articles/312300/>, дата обращения: 16.05.2024.

2.5.



<https://forum.opencyphal.org/t/ds-015-uavcan-drone-standard-v1-0-rfc/971>, дата обращения: 16.05.2024.

2.6.



https://www.djimsk.ru/catalog/products/tello/dji_tello/kvadrokopter_dji_tello_global.html, дата обращения: 16.05.2024.

2.7.



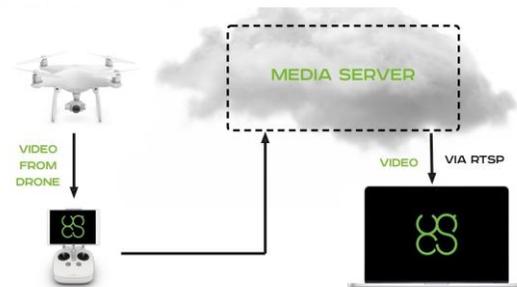
<https://pilotinstitute.com/drone-in-rain-or-snow/>, дата обращения: 16.05.2024.

2.8.



<https://r—econom.ru/magazin/product/glushilka—dronov—fagot—6>,
дата обращения: 16.05.2024.

2.9.



<https://www.youtube.com/watch?v=cCKAerb5oH4>, дата обращения: 16.05.2024.

2.10.



<https://www.iwavecomms.com/80km-long-range-drone-hdmi-and-sdi-video-transmitter-and-serial-data-downlink-product/>, дата обращения: 16.05.2024.

2.11.



<https://culturefpv.fr/expresslrs-un-nouveau-lien-radio-20210418>, дата обращения: 16.05.2024.