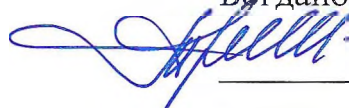


Министерство образования и молодежной политики
Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение Свердловской области
«Богдановичский политехникум»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАПОУ СО
Богдановичский политехникум

 /В.Д.Тришевский

«20» ноября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
«Аэронавигация и программирование
беспилотных летательных аппаратов (БЛА)»

Для обучающихся ГАПОУ СО «БПТ»
форма обучения – очная
срок обучения – январь – декабрь 2024

Богданович
2023

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Разработал: Дворцевой Д.Р., мастер производственного обучения
ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум».

Рассмотрена на заседании Методического совета
протокол № 2 от «20» ноября 2023 г.

Дворцевой Д.Р. / Светлова Е.В.

Пояснительная записка

В современном мире беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют всё большую роль. Область их применения крайне обширна — начиная от использования в сфере развлечений (кинематограф, телевидение), и заканчивая наукой, сельским хозяйством и социальной сферой. Неудивительно, что рынок БПЛА постоянно растёт, а сама отрасль становится всё более значимой в жизни общества, создавая новые рабочие места и профессии, связанные с БПЛА.

Также невозможно не заметить широкий интерес к БПЛА не только со стороны специалистов, но и обычных энтузиастов. Всё это связано с тем, что благодаря быстрому развитию отрасли, роль беспилотных летательных аппаратов постоянно переосмысливается, а современные технологии позволяют успешно использовать их в самых разных сферах, и для выполнения самых разнообразных задач, что ещё раз говорит о том, что БПЛА обладают огромным потенциалом и могут значительно экономить материальные и человеческие ресурсы, а значит, что их применение в ближайшее время только вырастет.

Это доказывает и появление новых рабочих мест, связанных с БПЛА. На современном рынке труда такие профессии как инженер-программист БПЛА, оператор БПЛА или конструктор БПЛА являются престижными и хорошо оплачиваемыми.

Основной задачей данного курса является обучение специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БПЛА.

Кроме того, указанный курс позволяет привить слушателю интерес к техническому творчеству, а также заложит основные навыки для работы над техническими проектами разного уровня, что в дальнейшем может положительно повлиять на выбор его профессиональной деятельности.

ЦЕЛЬ

Целью является формирование у слушателей устойчивых знаний и навыков по таким направлениям, как: конструирование, материаловедение, чтение схем, прикладное применение БПЛА.

Образовательная программа направлена на развитие интереса к проектной, конструкторской и научной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность.

ЗАДАЧИ

Образовательные:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
- ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании БПЛА и моделей ЛА;

- реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;

- приучение к регламенту соревнований;

Воспитательные:

- повышение мотивации учащихся к изобретательству;
- прививание понимания важности техники безопасности и последствий ее нарушения;

- формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного материала;

- формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

Развивающие:

- развитие у учащихся инженерного мышления, навыков конструирования и эффективного использования БПЛА;

- развитие креативного мышления и пространственного воображения;

- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Данная программа рассчитана на обучающихся всех курсов, набор в группы для занятий свободный, по желанию. Группы могут быть смешанными по возрасту.

Занятия проводятся с обязательным перерывом через каждые 45 минут работы.

Для успешной работы объединения имеется: оборудованный кабинет, отвечающий санитарно-гигиеническим требованиям, необходимые материалы, инструменты, оборудование.

Эффективность реализации программы зависит от многих факторов: возрастного состава группы, начального уровня подготовки, заинтересованности участников образовательного процесса, наличия у обучающихся таких качеств как терпение, усидчивость, аккуратность, стремление к достижению лучших результатов деятельности. Важнейшим условием успешной реализации программы является личность педагога, его практический опыт, умение увлечь ребят.

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Для успешной реализации программы педагогом используются следующие формы работы: фронтальные, групповые и индивидуальные.

Фронтальная форма используется для изучения нового материала, информация подается всей группе.

Индивидуальная форма используется при самостоятельной работе учащихся, во время которой педагог направляет процесс в нужную сторону.

Групповая форма помогает педагогу сплотить группу, занять ребят общим делом, способствует качественному выполнению задания, активно используется в проектной деятельности.

Обучение проводится с использованием различных форм организации занятий: лекция, дискуссия, круглый стол, мозговой штурм, DataScouting, демонстрация, консультация, соревнование, эксперимент, ролевые, деловые, командообразующие игры, практическая и самостоятельная работа.

Помимо основных занятий, программа включает в себя и культурно-массовые мероприятия, такие как: конкурсы, выставки, фестивали, соревнования, экскурсии и т.д.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

В результате освоения программы обучающийся должен приобрести следующие компетенции:

знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, пенополистирол, углепластик, datascouting и т.п.;
- виды летательных аппаратов;
- наименования наиболее часто используемых дронов;
- технологию построения БПЛА;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты БПЛА;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя ОС, работу с информацией;
- основные приемы моделирования ЛА;
- основные приемы конструирования БПЛА.

уметь:

- создавать элементарные модели летательных аппаратов;
- пользоваться различными датчиками;
- работать с браузером;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с схемами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе моделирования;
- управлять БПЛА в режиме визуального пилотирования и FPV (вид от первого лица).

освоить навыки:

- исследовательской, проектной и социальной деятельности;
- логического мышления;
- периодической оценки результатов собственной работы;
- проектирования, разработки, документирования и представления собственных проектов в составе команды;
- принятия инженерных решений, поиска необходимой информации в различных источниках.

Основным критерием освоения программы является активное участие в исследовательской деятельности и командной работе. Программа считается успешно освоенной после защиты практических и теоретических заданий каждым обучающимся.

ВИДЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Диагностика прогнозируемого результата проводится ежегодно в три этапа: вводная, промежуточная и итоговая аттестация с помощью сдачи зачётов на исполнение заданных фигур пилотажа на симуляторе полёта, исполнение заданных фигур пилотажа на БПЛА, письменное тестирование, устный опрос, демонстрация созданной модели летательного средства. Кроме того, анализируются и обобщаются результаты проводимых выставок, фестивалей и соревнований, в которых участвовали воспитанники.

Соревнования, фестивали и выставки проводятся на уровне организации, края и России. В краевых и национальных соревнованиях принимают участие ребята, достигшие высоких результатов.

Учебно – тематическое планирование

№ п/п	Разделы программы	Часовая нагрузка
1	Тема 1.1. Общая нормативно-техническая информация	22
2	Тема 1.2. Устройство и эксплуатация БАС	16
3	Тема 1.3. Наземная подготовка	12
4	Тема 1.4 Устройство и обслуживание БАС	18
5	Тема 1.5 Программирование БПЛА в Python	30
6	Тема 1.6 Летная практика	20
7	Итоговое занятие	2
	Итого:	120

Содержание

1. Общая нормативно-техническая информация

1.1. «Введение в программу»

Беспилотный летательный аппарат, БЛА, БПЛА; в разговорной речи также *беспилотник*; дрон — летательный аппарат без экипажа на борту.

БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, — а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров. Управление БПЛА может осуществляться эпизодической подачей команд или непрерывно (в том числе аватарно) — в последнем случае БПЛА называют дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом (ДПЛА). БПЛА могут решать разведывательные задачи (на сегодня это основное их предназначение), применяться для нанесения ударов по наземным и морским целям, перехвата воздушных целей, осуществлять постановку радиопомех, управления огнём и целеуказания, ретрансляции сообщений и данных, доставки грузов.

1.2 «Общие сведения о воздушном законодательстве»

Воздушный кодекс Российской Федерации — кодифицированный нормативно-правовой акт, являющийся основным источником, регулирующим отношения в сфере использования воздушного пространства Российской Федерации и деятельности в области авиации.

Воздушный кодекс Российской Федерации принят Государственной думой 19 февраля 1997 года, одобрен Советом Федерации 5 марта 1997 года и подписан Президентом Российской Федерации 19 марта 1997, вступил в силу 1 апреля 1997 года (ст. 136 Воздушного Кодекса РФ).

1.3 «Использование воздушного пространства»

«Использование воздушного пространства» - деятельность, в процессе которой осуществляется перемещение в воздушном пространстве различных материальных объектов (воздушных судов, ракет и других объектов), а также другая деятельность (строительство высотных сооружений, деятельность, в процессе которой происходят электромагнитные и другие излучения, выброс в атмосферу веществ, ухудшающих видимость, проведение взрывных работ и т.п.), которая может представлять угрозу безопасности воздушного движения.

1.4 «Организация радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи»

В состав наземных средств радиотехнического обеспечения полетов входят средства наблюдения, навигации и посадки, авиационной электросвязи, а также системы и средства автоматизации управления воздушным движением и системы, и средства электроснабжения.

К средствам наблюдения относятся:

обзорные радиолокаторы трассовые (ОРЛ-Т), обзорные радиолокаторы аэродромные (ОРЛ-А), вторичные радиолокаторы (ВРЛ), посадочные радиолокаторы (ПРЛ), радиолокаторы обзора летного поля (РЛС

ОЛП), наземные станции аэродромной многопозиционной системы наблюдения (МПСН-А), наземные станции широкозонной многопозиционной системы наблюдения (МПСН-Ш), наземные станции контрактного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-К), наземные станции радиовещательного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-Н), автоматические радиопеленгаторы (АРП) и оборудование видеонаблюдения.

1.5 «Воздушная навигация»

Воздушная навигация (аэронавигация) — наука о методах и средствах вождения воздушного судна (ВС) по заданной или оперативно выбираемой пространственно-временной траектории.

При решении задач воздушной навигации ВС рассматривается в качестве точечного объекта, местоположение которого совпадает с центром масс ВС, и таким образом задачи навигации сводятся к задачам по управлению движением центра масс ВС.

1.6 «Авиационная метеорология»

Авиационная метеорология является одной из приоритетных областей прикладной метеорологии. Известно, что во все времена авиация была стимулом для развития многих направлений метеорологической науки, таких как метеорологические приборы, системы сбора и передачи метеорологической информации, сверхкраткосрочные и краткосрочные прогнозы погоды и другие. Для успешного выполнения своих задач авиация, как вид транспорта, должна быть конкурентоспособна с другими видами транспорта и обеспечить безопасность, регулярность и экономичность воздушных перевозок. Нет ни одной из перечисленных выше задач, в решении которых не принимала бы участие авиационная метеорологическая служба.

1.7 «Основы аэродинамики и динамики полета»

Аэродинамика — это наука, изучающая движение воздуха и его взаимодействие с телами, движущимися в воздухе. Она играет важную роль в различных областях, таких как авиация, автомобильная промышленность, спорт и даже строительство.

Основные принципы аэродинамики основаны на законах физики, в частности на законах Ньютона. Законы Ньютона описывают взаимодействие тела с воздухом и позволяют предсказывать его движение и поведение.

Первый закон Ньютона, или закон инерции, гласит, что тело остается в покое или движется равномерно прямолинейно, пока на него не действует внешняя сила. В контексте аэродинамики это означает, что объект, движущийся в воздухе, будет продолжать двигаться с постоянной скоростью

и направлением, если на него не будет воздействовать сила сопротивления воздуха или другие внешние силы.

Второй закон Ньютона, или закон движения, устанавливает, что сила, действующая на тело, равна произведению его массы на ускорение. В аэродинамике это означает, что сила сопротивления воздуха, действующая на объект, зависит от его скорости и формы.

Третий закон Ньютона, или закон взаимодействия, утверждает, что на каждое действие существует равное и противоположное противодействие. В аэродинамике это означает, что при движении объекта в воздухе, воздух также оказывает силу на объект, называемую подъемной силой.

1.8 «Подготовка и выполнение полета с использованием БАС»

В последнее время отмечается значительное увеличение количества случаев нарушений порядка использования воздушного пространства Российской Федерации (далее — нарушения), допущенных гражданами — владельцами беспилотных воздушных судов (далее — БВС).

Наибольшую опасность представляли случаи несанкционированного запуска БВС в районах аэродромов (вертодромов, посадочных площадок), которые могли повлечь за собой угрозу для безопасности полетов, а также запуски БВС над населенными пунктами, представляющие угрозу для безопасности людей и объектов на земле.

Основное количество нарушений было совершено владельцами БВС с максимальной взлетной массой до 30 кг при выполнении полетов в частных целях.

В большинстве случаев допускаемые нарушения связаны с незнанием владельцами БВС правил использования воздушного пространства Российской Федерации и факторов опасности, связанных с запуском БВС.

В целях исключения случаев несанкционированных запусков беспилотных гражданских воздушных судов обращаем внимание граждан — владельцев БВС на следующие требования воздушного законодательства Российской Федерации.

1.9 «Безопасность полетов»

Безопасность полетов (БП) является комплексной характеристикой воздушного транспорта и авиационных работ, которая определяет способность выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей.

Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС - сложная проблема, которая решается совместными усилиями производителей гражданской авиационной техники и Эксплуатантами.

1.10 «Авиационная безопасность»

Она подразумевает комплекс специальных мер, сочетающийся с людскими и материальными ресурсами, которые направлены на обеспечение защиты гражданской авиации от любой незаконной деятельности, связанной с вмешательством в функционирование авиации. При этом должны выполняться две основные цели: поддержание стабильной работы аэропортов с самолетами, а также охрана интересов пассажиров, общества и государства в вопросах выполнения авиаперелетов.

1.11 «Ответственность за нарушения требования законодательства при использовании БАС»

1. Невыполнение либо нарушение норм, правил или процедур авиационной безопасности, за исключением случаев, предусмотренных частями 2 - 4 настоящей статьи, - влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от одной тысячи до двух тысяч пятисот рублей; на юридических лиц - от двух тысяч до пяти тысяч рублей.

2. Непринятие мер по содержанию ограждений контролируемой территории или зоны ограниченного доступа либо наземных сооружений аэропорта, аэродрома или вертодрома - влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от двух тысяч до четырех тысяч рублей; на юридических лиц - от четырех тысяч до десяти тысяч рублей.

3. Непринятие мер по недопущению проникновения на борт воздушного судна лиц, ручной клади или багажа, груза, почты, бортовых запасов, не прошедших досмотра, либо предметов или веществ, запрещенных к перевозке воздушными судами, - влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от двух тысяч до трех тысяч рублей; на юридических лиц - от десяти тысяч до пятидесяти тысяч рублей.

4. Доставка либо содействие в доставке на борт воздушного судна лиц, ручной клади или багажа, груза, почты, бортовых запасов, не прошедших досмотра, либо предметов или веществ, запрещенных к перевозке воздушными судами, - влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи до трех тысяч рублей; на должностных лиц - от десяти тысяч до тридцати тысяч рублей.

2. Устройство и эксплуатация БАС

2.1 «Конструктивные особенности видов БАС»

АБВС — Автономное беспилотное воздушное судно;

БАС — беспилотная авиационная система (системы);

БВС — беспилотное воздушное судно;

БВС ВТ — беспилотное воздушное судно вертолетного типа;

БВС МКТ — беспилотное воздушное судно мультикоптерного типа;
БВС РТ — беспилотное воздушное судно на реактивной тяге;
БВС СТ — беспилотное воздушное судно самолетного типа;
ВС — воздушное судно;
ДПАС — дистанционно пилотируемая авиационная система;
ДПВС — дистанционно пилотируемое воздушное судно;
ДУАС — дистанционно управляемая авиационная система;
лБВС — легкое беспилотное воздушное судно;
тБВС — тяжелое беспилотное воздушное судно;
ИКАО — Международная организация гражданской авиации.

2.2 «Дополнительные устройства взлета и посадки»

Взлетно-посадочные устройства (ВПУ) — комплекс элементов и систем, обеспечивающий заданные взлетно-посадочные характеристики (ВПХ) самолета. Заданные ВПХ обеспечиваются за счет: - применения органов опирания, - тяговооруженности самолета P/mg , - удельной нагрузки на крыло mg/S , - эффективности тормозных устройств, - максимально реализуемых C_{ya} на взлете и посадке, - методики пилотирования на взлете и посадке.

2.3 «Устройства управления и/или контроля полетом БВС»

Полётный контроллер – это основная плата управления, обеспечивающая функционирование беспилотного летательного аппарата. Одним из первых популярных полётных контроллеров XXI века был MultiWii (рис. 14). Это открытый проект полётного контроллера на основе Arduino (аппаратной вычислительной платформе, основными компонентами которой являются простая плата ввода/вывода и среда разработки на языке Processing/Wirin (Си подобный)). Используется как элемент системы управления самодельных беспилотных аппаратов (в частности для мультикоптеров). Название MultiWii исторически сложилось потому, что в первых версиях были задействованы гироскопы из контроллера к игровой консоли Nintendo Wii.

2.4 «Линии С2 и С3 - назначение, функции, требования»

Линия С2 (Command and Control) является линией передачи данных между БВС и пунктом дистанционного пилотирования (ПДП), обеспечивает внешнему пилоту возможности дистанционного пилотирования БВС в реальном масштабе времени и, таким образом, является элементом обеспечения безопасности полетов БВС.

2.5 «Силовые установки и источники энергии»

Электрические двигатели или гибридные бензин-электрические (например, «Eagle Hero VTOL») используются в конструкциях мини дронов, обладающих максимальной взлётной массой менее 25 кг. Электрические двигатели мини БПЛА потенциально обещают снижение стоимости, устранение тепловой сигнатуры, уменьшение звукового следа, отсутствие выхлопных газов.

Современные литий-полимерные батареи дают относительно небольшую удельную энергию, ограничивая срок нахождения аппарата в воздухе временем не более 60 минут. Следовательно, попытки комбинировать батареи и топливные элементы в гибридных питающих установках видятся вполне объяснимым желанием

2.6 «Функции экипажа при эксплуатации БАС»

Владелец воздушного судна обязан застраховать свою ответственность перед третьими лицами (ст. 131 Воздушного кодекса РФ)

Согласно письму Росавиации № Исх-13154/02 от 14.07.2017 г. «Информация по безопасности полетов №7», наибольшую угрозу для безопасности полетов представляют случаи несанкционированного запуска БВС в районе аэродрома (вертодрома, посадочной площадки). Большинство участников нарушений правил использования воздушного пространства можно отнести в категории любительских (с максимальной взлетной массой до 30 кг).

2.7 «Особые случаи в полете. Действия членов внешнего экипажа»

В руководстве по лётной эксплуатации вертолётa МИ-6 этих особых случаев всего несколько:

- отказ двигателя (левого или правого);
- отказ обоих двигателей;
- пожар в двигателе (левом или правом);
- пожар в подкапотном пространстве двигателя (левого или правого);
- пожар в отсеке главного редуктора Р-7;
- отказ гидросистемы (основной или дублирующей);
- отказ путевого управления.

Вроде немного. Но любой случай из этого «немного» способен привести к очень тяжёлым последствиям. Когда читаешь страницы РЛЭ и доходишь до этого раздела, ты понимаешь, что если действовать так, как там написано, то можно избежать больших неприятностей или даже спасти жизнь людей, находящихся на борту, жизнь своего экипажа, да и свою собственную, в конце концов, ну если повезёт, и ты сделаешь всё, как надо (и твой экипаж вместе с тобой), то удастся сохранить вертолёт и обойтись, как говорится, малой кровью.

Поэтому, не просто читаешь строчки, буквы и цифры, а зримо представляешь, что, зачем, и как делать. Представляешь, запоминаешь, много

раз прокручиваешь в голове. Эти вопросы тебе задают при сдаче зачётов во время ВЛП и ОЗП (весенне-летний и осенне-зимний период). Конспекты пишешь по этим вопросам. Пока пишешь рукой буквы на бумаге, глаза всё это видят и в голове что-то да остаётся. Ведь у всех людей процесс запоминания происходит по-разному.

3. Наземная подготовка

3.1 «Подготовка к полету»

Как правило, общая подготовка внешних пилотов к полетам БПЛА проводится в конце каждого месяца в течение двух дней и включает в себя:

- изучение методик и условий выполнения полетных заданий, запланированных на месяц;
- разработку и моделирование новых полетных заданий;
- выполнение необходимых расчетов;
- подготовку справочных данных и проведение теоретических занятий в интересах планируемых на месяц полетов;
- контроль качества подготовки внешнего экипажа БПЛА.

Общую подготовку лиц, входящих в состав внешнего экипажа БПЛА организует начальник штаба предприятия в соответствии с планом подготовки на учебный год.

Отчётным документом, подтверждающим готовность внешнего экипажа БПЛА к выполнению поставленных на предстоящий месяц задач, является тетрадь общей подготовки к полётам.

3.2 «Устройство БАС в составе с БВС изучаемого вида»

Типологический ряд БАС сформирован на пересечении областей применения БАС и доступных технологий, позволяющих эффективно выполнять бизнес-задачи в каждом из направлений применения.

Типологический ряд БАС не является постоянным по количеству типов и сочетанию уникальных для каждого типа БАС характеристик. К основным характеристикам, определяющим тип БАС

4. «Устройство и обслуживание БАС»

Управляется с помощью программного обеспечения, которое запрограммировано на контроллере полета или встроенном компьютере. Она обеспечивает контроль над полетом, навигацией, стабилизацией и другими функциями полета. Вот некоторые из основных компонентов системы управления:

- Контроллер полета: Контроллер полета является главным устройством управления БПЛА. Он принимает входные данные от датчиков, таких как акселерометры и гироскопы, и обрабатывает их для определения

положения и ориентации. Затем контроллер полета принимает решения о маневрировании, управлении двигателем и других аспектах полета.

- Автопилот: Автопилот включает дополнительное программное обеспечение, которое позволяет выполнять автоматические миссии и задачи. Он может включать функции, такие как автоматический взлёт и посадка, автоматическое следование по заданному маршруту и автоматическое управление полетом в соответствии с заданными параметрами.

- Компьютер: Большинство современных беспилотников также оснащены встроенным компьютером, который обрабатывает данные от датчиков и контроллера полета. Компьютер может выполнять сложные вычисления, обеспечивать связь с внешними системами и выполнять другие задачи, связанные с полетом.

- Устройства управления: может быть управляемым с помощью различных устройств, таких как пульт дистанционного управления, наземная станция управления или другие средства управления. Эти устройства обеспечивают оператору возможность контролировать полет и принимать решения в реальном времени.

5. Программирование БПЛА

Практика: написание программы полета БПЛА в разных средах программирования.

6. Летная практика

Практика: Летная практика на определенном типе БВС изучаемого вида

Материальное обеспечение программы

Обязательное учебное оборудование:

1. Конструктор квадрокоптера для изучения основ сборки квадрокоптера «Nanorix»;
2. Квадрокоптер для изучения основ пилотирования с дополнительными аккумуляторами «COEX Syma 5XS» с четырьмя доп. АКБ. повышенной ёмкости и зарядкой-хабом;
3. Квадрокоптер тренировочный RTF для FPV полетов Blade Inductrix FPV RTF;
4. Квадрокоптер тренировочный RTF для FPV полетов Blade Inductrix FPV BNF;
5. Трасса для гонок дронов с системой автоматической фиксации пролетов;
6. Предметы канцелярского обеспечения типа карандаш/ручка/бумага формата А4/картон/канцелярский нож/ножницы/клей-карандаш;
7. Набор инструментов, включающий в себя: дрель ручная, лобзик, плоскогубцы;
8. Термопластик для печати на 3D-принтере типа PLA.

Компьютерное оборудование:

1. Ноутбук 15.6" Ноутбук HP ENVY x360 15-bq101ur;
2. Мышь Мышь проводная Sven RX-515 Silent серый;
3. Офисное программное обеспечение (образовательная лицензия);
4. Тележка для хранения и транспортировки ноутбуков;
5. МФУ А4 ч\б МФУ Epson WorkForce Pro WF-M5690DWF с повышенным ресурсом печати;
6. Веб-камера Logitech Webcam HD Pro C310;
7. Точка доступа WiFi 1 Гбит/сек Wi-Fi роутер MikroTik RB962UiGS-5НасГ2НнТ.

Презентационное оборудование:

1. Моноблочное интерактивное устройство;
2. Моторизированный, поворотный кронштейн, для телевизоров на стену;
3. Сетевой удлинитель 3м;
4. Корзина для бумаг BRAUBERG «Germanium».

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. — МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2020. №8 — Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>;
2. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. — Рига, 2010. — Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf;
3. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. — МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2012. №3. — Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>;
4. Валерий Яценков. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/>;
5. Александр Фоменко. Аэроквантум тулкит. М.: ФНФРО, 2019 – 154 с.;
6. Земцова Т., Красновская О., Цыпилева Е., Шадрин И. (ред.). Энциклопедия. Самолеты и другие летательные аппараты <https://www.chitai-gorod.ru/catalog/book/1015005/>;
7. Йохансон Карл. Вся АВИАтехника. 40стр. https://samokatbook.ru/catalog/knigi-malyshy_doshkolniki/knizhki-kartinki/vsya-aviatekhnika/;
8. Андрей Гришин. Самолёты и другие летательные аппараты. Количество страниц: 352. <https://azbooka.ru/books/samolyety-i-drugie-letatelnye-apparaty>.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 487335726471474211034024297916462361476713766817

Владелец Тришевский Владимир Дмитриевич

Действителен с 22.08.2023 по 21.08.2024