

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ – ВАЖНЕЙШИЙ ЭЛЕМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ

И.В. ВОЙТОВ

**Добрый день, уважаемые участники Международного молодежного
форума по беспилотным аппаратам «БПЛА – 2024»!**

Для нас огромная честь сегодня приветствовать в стенах Белорусского государственного технологического университета, который является крупным научно-инновационным центром Беларуси, ученых, специалистов не только по инновационным технологиям обучения и подготовки специалистов в области проектирования, разработки и эксплуатации беспилотных аппаратов, их практическому использованию, но и специалистов-материаловедов в более узких областях науки и техники.

Республика Беларусь входит в перечень стран с высоким уровнем научно-технологического развития. За годы суверенитета научный потенциал нашей республики не только сохранен, но и существенно укреплен.

Научно-технологическое развитие Беларуси определяется комплексом различных факторов, в том числе разработкой и внедрением передовых инновационных технологий и техники, к числу которых относятся беспилотные технологии.

Концепция национальной безопасности – один из основных документов современного государства. Концепция, утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 9 ноября 2010 г. №575, и проект обновленной Концепции выделяют 9 основных сфер национальной безопасности: политическую, экономическую, научно-технологическую, социальную, демографическую, информационную, военную, экологическую, а также новую – биологическую. Научно-технологическая сфера включает в себя приоритетность развития высоких технологий, включая беспилотные технологии. Беспилотные технологии – одна из самых высокотехнологичных областей, включающая не только элементы обслуживания беспилотных аппаратов, но и материаловедение, 3D-моделирование и конструирование, оптоэлектронику, СВЧ-связь. Научные исследования по указанным выше направлениям активно проводятся в Белорусском государственном технологическом университете в рамках договоров на выполнение НИОК(Т)Р, в том числе с предприятиями и организациями реального сектора экономики. Все это и предопределило проведение на

базе БГТУ такого масштабного для нашей республики мероприятия, как Международный молодежный форум по беспилотным аппаратам.

Создание и развитие в республике собственной научно-технологической и производственной базы для разработки и производства современных беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК), сверхлегких малоразмерных пилотируемых комплексов многофункционального применения является одной из актуальных тематик научных исследований в области беспилотных технических систем в Беларуси.

Бурное развитие технологий беспилотной авиации в последние 5 лет создал спрос многих сфер экономики на использование беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в своей деятельности. Это и логично, поскольку применение БЛА имеет ряд неоспоримых преимуществ: возможность съемки камерами и лазерами разной функциональности с высоким разрешением; низкая стоимость по сравнению с традиционными методами аэросъемки, оперативность, экологическая безопасность, возможность использования в любое время суток и при любых погодных условиях и т.д.

Беспилотные авиационные комплексы (БАК) относятся к наукоемкой высокотехнологичной авиационной отрасли, требующей значительных капиталовложений в научные исследования, технологии, конструктивные разработки и производство. Данный вид продукции востребован на мировом рынке и характеризуется высокой добавленной стоимостью.

Прогнозы крупнейших мировых аналитических агентств свидетельствуют о росте как объемов продаж беспилотников, так объемов услуг в денежном выражении, реализуемых с использованием «дронов». Среди приоритетных направлений использования БЛА прогнозируются сферы строительства и управления недвижимостью; сельского и лесного хозяйства. БГТУ активно развивает указанные направления. И сфера беспилотной авиации является для университета одним из приоритетных направлений как образовательной, так и научной деятельности.

В настоящее время применение БЛА уже не кажется чем-то экзотичным. Производители беспилотников предлагают большой ряд моделей, среди которых можно подобрать аппарат для определённых целей, например:

В области лесного хозяйства

посадка семян, мониторинг состояния взрослых деревьев, безопасная лесозаготовка, картографирование и контроль состояния леса, инвентаризация лесных массивов, обнаружение и контроль несанкционированной деятельности (браконьеры), анализ, защита и планирование лесного фонда;

В области сельского хозяйства

распыление удобрений и средств защиты растений и почвы, получение актуальной и точной информации о площади, рельефе, специфике грунта полей, состоянии растений и почв, инвентаризация сельхозугодий, оценка всхожести сельскохозяйственных культур, прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, использование вместо собак при выпасе скота;

в области электроэнергетики

обследование электростанций, линий электропередач и теплотрасс;

в нефтегазовом секторе

получение информации из труднодоступных мест, обследования нефтяной инфраструктуры, утечек и нарушений, определение районов аварий и их снижение,

обнаружение несанкционированных работ;

в области безопасности

анализ дорожно-транспортных происшествий, мониторинг крупных мероприятий, отслеживание преступников, поисково-спасательные операции, обнаружение чрезвычайной ситуации;

в области проведения научных исследований

картографирование, исследование местности по научным программам в области археологии, геологии, биологии и других наук;

в области космических исследований;

в военно-технической области

в области экологического мониторинга

борьба с браконьерами и незаконными рубками, мониторинг состояния лесов, обнаружение пожаров, мониторинг таяния ледников;

в экономике;

в области логистики и производства

инвентаризации складских помещений, доставка грузов (беспилотная авиапочта);

в области строительства, включая состояние дорог и других сооружений дорожного строительства

планирование и мониторинг строительных работ, определение границ участка, контроль за безопасностью, инспектирование строений.

В рамках международного сотрудничества проект «Образовательная среда для дронов» (2018–2022 гг.), что позволило БГТУ реализовать следующее:

– создан Учебный центр для работы с дронами;

– программу обучающих курсов по подготовке операторов беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) для специалистов из разных сфер экономики. Обучение прошли более 600 специалистов;

– учебные курсы для бакалавриата «Беспилотные технологии в управлении недвижимостью» и магистратуры «Беспилотные технологии в экономике»;

– разрабатываются технологии по обработке данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов;

– проводятся исследования по реализации новейших технологий в сфере беспилотной авиации для разных сфер экономики;

– анализируются мировые технологические решения по направлениям: производства БЛА и навесного оборудования (разнофункциональные камеры, лазеры); создания программных продуктов по обработке данных и пилотированию БЛА.

В настоящее время БГТУ заинтересован в реализации следующих направлений применения БЛА:

1. Разработка технологии использования беспилотных летательных аппаратов в управлении недвижимостью и земельными ресурсами, лесном и сельском хозяйстве

2. Кооперация космических технологий и беспилотных летательных аппаратов в управлении недвижимостью, лесным и сельским хозяйством

В Белорусском государственном технологическом университете с 2024 года будет осуществляться подготовка специалистов по специальности специального высшего образования «Проектирование и технология беспилотной техники» с присвоением квалификации «Инженер. Конструктор-технолог» с профилизациями

«Проектирование и технология беспилотных летательных аппаратов»,

«Проектирование и технология беспилотной наземной техники»,

«Проектирование и технология водной техники» будет входить в группу специальностей 0722 «Производство материалов и изделий» и не имеет аналогов в Республике Беларусь.

Целью введения данной специальности является удовлетворение потребностей предприятий и организаций Республики Беларусь в квалифицированных специалистах в области проектирования, конструирования, инженерных расчетов и технологии производства беспилотной техники, которые будут обладать углубленными теоретическими знаниями и имеющими необходимые практические навыки в данной области. Развитие данного направления укрепит не только научно-технологическую безопасность страны, но и станет главным ориентиром в ее социально-экономическом развитии.

Потребность Беларуси в выпускниках данной специальности на ближайшие годы может составить более 25 человек ежегодно, исходя из динамики развития соответствующей сферы деятельности и заявок организаций и предприятий.

БГТУ давно и успешно осуществляет подготовку специалистов для предприятий Министерства промышленности Республики Беларусь, концерна «Белнефтехим», НАН Беларуси, учреждений высшего образования. В университете накоплен значительный учебно-методический, кадровый, материально-технический потенциал, разработаны циклы лекционных курсов, лабораторных и практических занятий, содержание учебных и производственных практик, близких к обновленной специальности.

Выпускающей кафедрой по подготовке специалистов с квалификацией «Инженер. Конструктор-технолог» по специальности «Проектирование и технология беспилотной техники» определена кафедра материаловедения и проектирования технических систем (МиПТС), которая совместно с выпускающими кафедрами полимерных композиционных материалов и механики и конструирования располагает всеми необходимыми научными и учебными лабораториями, оснащенными уникальным современным моделирующим и испытательным оборудованием (производство России, Германии, США, Австрии, Швеции и др.). Имеющееся оборудование соответствует мировому уровню и позволяет осуществлять подготовку специалистов со знанием современных методов проектирования, конструирования, получения и испытания полимерных композиционных и конструкционных материалов.

Основными направлениями научных исследований кафедры МиПТС являются:

- разработка и оптимизация технологий новых конструкционных материалов и покрытий, модифицированных наноструктурированными включениями, в том числе на основе углеродных наноматериалов;
- разработка и оптимизация технологий производства традиционных металлов и сплавов, а также изделий на их основе;
- разработка и оптимизация технологий наноструктурированных защитных вакуумно-плазменных покрытий;
- разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий производства инструмента;
- исследование структурных, технологических и конструктивных факторов, обеспечивающих повышение эксплуатационных характеристик деталей машин, технологической оснастки и элементов конструкций.

Существенным признаком новизны новой специальности является изменение базовой подготовки специалиста, в компетенции которой войдет разработка, проектирование, испытание и усовершенствование беспилотной техники, предназначенной для бытовых и военных целей, отраслевых решений для геодезии, маркшейдерии, сельского и лесного

хозяйств, строительства, нефтегазового сектора, электроэнергетики, кадастра, безопасности, экологического мониторинга.

Подготовку кадров по специальности «Проектирование и технология беспилотной техники» предполагается осуществлять во взаимодействии организациями и предприятиями по выпуску беспилотной техники, научных учреждений и учреждений образования, использующих соответствующие технологии. Выпускникам данной специальности будет присваиваться квалификация «Инженер. Конструктор-технолог». Выпускники указанной специальности будут способны к профессиональной деятельности на различных предприятиях Республики Беларусь, среди которых КБ «Индела», ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», ОАО «Минский авиаремонтный завод», ГВТУП «Белспецвнештехника» совместно с СООО «Системтроникс», ОАО «Агат – системы управления» (некоторые элементы комплексов), ОАО «558-й авиационный ремонтный завод», «РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов НАН РБ» совместно с ООО Hydromania и Военной академией Республики Беларусь, КБ «Беспилотные вертолёты», ООО «Мидивисана», КБ «Дисплей», ГВТУП Белспецвнештехника и дочернее ООО Белспецвнештехника (БСВТ) – Новые технологии, ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «Пеленг», Научно-производственная компания ООО «КВАНД ИС», УП «Завод СВТ» и др.

Приобретение навыков конструирования и изготовления изделий из полимерных и композиционных материалов с использованием современных методов компьютерного проектирования составляет основное содержание процесса обучения. Профессиональная подготовка ориентирована на инновационную деятельность в области новых материалов, конструкций и технологий, специальных средств технологического оснащения для освоения производства новых изделий из полимерных и композиционных материалов.

Кафедра механики и конструирования активно сотрудничает с предприятиями, занимающимися изготовлением беспилотной техники в научно-технической и образовательной сферах. Сотрудники кафедры провели комплекс исследований по определению механических характеристик композиционных материалов на основе стекло- и углетканей, используемых для производства беспилотников в ООО «КБ беспилотные вертолеты». Проведены исследования механических характеристик сэндвич конструкций на основе стекло- и углепластиков ООО «Современные композиты».

Студенты специальностей «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», «Производство изделий на

основе трехмерных технологий» регулярно трудоустраиваются и проходят практику в РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси, ОАО «ПЕЛЕНГ». В 2023 году кафедра подготовила 3 магистров для ОАО «ПЕЛЕНГ». На данный момент в магистратуре проходит обучение сотрудник РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов».

Основные направления профессиональной деятельности в данном направлении следующие:

оценка конструкционных и технологических свойств полимерных композиционных материалов, оптимизация их состава и структуры в изделии с учетом его геометрии, назначения и условий эксплуатации;

разработка конструкции изделий из полимерных, композиционных и других материалов для машиностроения, химической промышленности, электроэнергетики, строительства, спорта и туризма;

компьютерное моделирование изделий, их поведения в условиях эксплуатации и технологических процессов производства;

разработка конструкторской документации на изделия и технологической документации на процессы их изготовления; отработка технологических процессов, проведение испытаний макетов и изделий;

разработка технологических процессов изготовления изделий, расчет и оптимизация режимов формообразования изделий;

разработка формообразующей оснастки и специального оборудования.

Метаматериал – композиционный материал, свойства которого обусловлены не столько свойствами составляющих его элементов, сколько искусственно созданной периодической структурой. Примерами метаматериалов, обладающими необычными механическими свойствами, являются ауксетик (материалы, имеющие отрицательные значения коэффициента Пуассона).

Ученые БГТУ проводят активные исследования в области разработки ауксетиков. Подбирая определенные типы структур и их параметры, возможно создавать изделия которые будут обладать малым весом и способностью демпфировать ударные нагрузки и вибрации.

Одним из направлений работы настоящего форума станет обсуждение компетенции специалиста по данной специальности, так как БГТУ крайне заинтересован в выпуске востребованных реальным сектором экономики специалистов. По данному направлению планируется подготовка специалистов совместно с Казанским авиационным институтом в рамках сетевой подготовки с выдачей двух дипломов.

Кроме того, на базе Института повышения квалификации и переподготовки БГТУ в период с 2020 по настоящее время в рамках обучающихся

курсов дополнительного образования взрослых осуществляется подготовка операторов гражданских беспилотных летательных аппаратов.

За последние несколько лет наблюдается значительный рост заинтересованности представителей различных отраслей промышленности в подготовке специалистов в области беспилотной авиации. С 2023 г. по настоящее время на базе БГТУ подготовку прошли 520 операторов БЛА. В сравнении с 2022 г. в 2023 году было установлено восьмикратное увеличение числа слушателей.

Основными потребителями образовательных услуг БГТУ в сфере подготовки операторов БЛА являются предприятия лесного хозяйства, водохозяйственной деятельности, строительные организации, средства массовой информации, силовые структуры.

БГТУ располагает 8 беспилотными летательными аппаратами, которые использует в образовательных и научных целях. Обучение осуществляется в соответствии с разработанными БГТУ образовательными программами, которые прошли согласование и утверждение в Департаменте по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Для проведения занятий на базе Института повышения квалификации и переподготовки БГТУ в рамках обучающих курсов по подготовке операторов гражданских беспилотных летательных аппаратов применяются квадрокоптеры DJI Mini 3 Pro.

Основная часть БЛА БГТУ используются для решения различных научно-исследовательских и практических задач в сельском и лесном хозяйстве. DJI Phantom 4 Multispectral благодаря наличию мультиспектральной камеры широко используется в сельском и лесном хозяйстве для изучения состояния растений. Для выполнения геодезических, картографических и инспекционных задач применяется DJI Phantom 4 RTK. Фото- и видеосъемка осуществляется с использованием DJI Phantom 4 Pro V2.0, что позволяет осуществлять мониторинг лесных насаждений. DJI MATRICE 200 применяется для транспортировки полезной нагрузки.

В настоящее время ведется разработка образовательных программ обучающих курсов для специалистов по оценке операционных рисков при эксплуатации гражданских беспилотных летательных аппаратов, а также для летной подготовки операторов БЛА.

Одним из направлений работы форума станет обсуждение компетенции специалиста по данной специальности, т.к. БГТУ крайне заинтересован в выпуске специалистов, востребованных предприятиями республики и Российской Федерации.

Беспилотные и роботизированные устройства развиваются очень стремительно, и в последние годы активно внедряются во все сферы

хозяйственной деятельности. В лесохозяйственных учреждениях страны дроны применяются уже более 8 лет для мониторинга пожарной обстановки, выявления площадей усыхающих и поврежденных лесных насаждений, для оперативной оценки последствий массового повреждения лесного фонда неблагоприятными погодными явлениями.

Быстрое развитие наблюдается в сфере защитных обработок растений с применением дронов, совершенствуются выпускаемые модели летательных аппаратов, повышается эффективность их использования. Причиной тому: высокая мобильность, низкая себестоимость обработок, существенное снижение вредного воздействия пестицидов на работников, возможность работы в сложных условиях, где проведение наземной обработки невозможно или затруднительно, сравнительно низкие временные и денежные затраты на подготовку операторов дронов.

Использование дронов в лесном хозяйстве имеет широкие перспективы, прежде всего для обработки посевных и школьных отделений лесных питомников, несомкнувшихся лесных культур и молодняков, лесосеменных плантаций, особенно на труднодоступных для техники участках, на участках со слабой несущей способностью грунтов в условиях избыточного увлажнения почвы, на участках с незначительной площадью, где применение крупногабаритной наземной техники или пилотируемой авиации экономически не целесообразно.

Также использование дронов в лесном хозяйстве может оказаться незаменимым при точечной обработке отдельных деревьев, например, для локализации и ликвидации очагов инвазивных и карантинных видов вредителей.

Технология защиты растений при помощи беспилотных летательных аппаратов относится к инновационным методам, а применительно к лесному фонду такой опыт в мире небольшой.

Дроны в цифрах:

2019 г. – на базе БГТУ начаты первые в стране испытания эффективности БЛА в области защиты леса;

на **58–67%** ниже себестоимость внесения средств защиты растений при помощи дронов по сравнению с традиционными технологиями;

на **30%** меньше расходуется пестицидов из-за высокой точности и равномерности внесения БЛА;

в **50 раз** быстрее ручной обработки – позволяет проводить обработки в оптимальные сроки с минимальными затратами;

0 мг/м³ – концентрация пестицида в зоне дыхания оператора дрона, что приводит к существенному улучшению условий труда;

4 средства защиты растений прошли государственную регистрацию и разрешены к применению в лесном хозяйстве при помощи БЛА;

2023 г. – учеными БГТУ разработана и внедрена методика использования БЛА для защиты леса.

В настоящее время на площадях Минского городского технопарка БГТУ осуществляется создание инновационных подразделений, деятельность которых будет направлена на развитие культуры предпринимательства в рамках реализации концепций «Университет 3.0» и «Университет 4.0» и налаживание более тесной связи с представителями промышленности:

- центра по беспилотным летательным аппаратам;
- центра аддитивных технологий БГТУ.

Одним из наиболее динамично развивающихся направлений в лесном хозяйстве является внедрение беспилотных летательных технологий в сферу защиты и мониторинга состояния лесов. Уже сегодня беспилотные летательные аппараты (БЛА) активно применяются в лесной отрасли для решения многих задач, чему способствуют их социально-экономические и экологические преимущества.

На кафедре лесозащиты и древесиноведения проведены полномасштабные испытания современного дрона с целью адаптации его к условиям лесного фонда. Испытания и адаптация позволили усилить многочисленные преимущества данной технологии перед традиционными способами внесения пестицидов и удобрения. В их числе: точная обработка защищаемых объектов, вплоть до кроны отдельного дерева, позволяющая сократить нецелевое расходование пестицидов и снизить побочное воздействие на экосистемы; лучшая проникаемость капель в полог растений и более равномерное их размещение на листовой поверхности по сравнению с практически любыми другими способами опрыскивания; высокая скорость выполняемых операций по обработке защищаемых объектов; низкая себестоимость работ (обработка растений с использованием БЛА до 5 раз дешевле, чем тракторной техникой или с использованием пилотируемой авиации); исключение воздействия вредного производственного фактора (вдыхание аэрозолей пестицидов) на оператора за счет удаленного контроля процесса обработки; возможность работы в автоматическом режиме за счет интеллектуальной системы распознавания симптомов поражения или ослабления растений. Разработка в 2022 году уже применена в ряде лесных питомников и в лесных культурах Беларуси. Географию применения планируется существенно расширить в лесных питомниках и лесных насаждениях страны в 2023 году и последующие годы.

Результатом нашего сегодняшнего мероприятия станут следующие научно-технические проекты, предлагаемые БГТУ, Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» и другими:

1) взаимодействие в области научно-технической и инновационной деятельности, включая реализацию совместных проектов по линии Союзного государства:

- «Автопилоты для БЛА (пилотажно-навигационный комплекс)»;
- «БЛА гибридной схемы (VTOL) с большой продолжительностью полета и грузоподъемностью»;
- «БЛА самолетной схемы с большой продолжительностью полета и грузоподъемностью (комплект специальной целевой нагрузки)»;
- «Создание в рамках Союзного проекта сети мультипрофильных лабораторий и экспериментальных учебно-опытных площадок по тематикам разработки, конструированию планеров и вертолетов БЛА, технологии композитного производства элементов БЛА с заданными техническими характеристиками и комплексом свойств»;

2) подписание соглашений о сотрудничестве учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» с Казанским авиационным институтом, Московским авиационным институтом, ОАО «ПЕЛЕНГ», ЗАО «Беспилотные летательные аппараты», CosmosTV, фондом «Сколково» и др.;

3) обмен опытом в сфере беспилотных технологий;

4) развитие образовательного сотрудничества с университетами Российской Федерации, Республики Узбекистан, Китайской Народной Республики по таким направлениям как создание и реализация совместных образовательных программ, магистерская подготовка, академические обмены, повышение квалификации, стажировки;

5) Обсуждение вопросов сетевого взаимодействия с университетами Беларуси, России, Узбекистана, Китая и других стран по обсуждаемым вопросам.