

Учеными университета были подобраны оптимальные режимы применения БЛА, на основе которых разработана и проходит внедрение в лесном хозяйстве методика использования агродронов для защиты леса, проведена государственная регистрация четырех препаратов для их применения с использованием агродронов.

Полученный опыт положен в основу организованных в Институте повышения квалификации БГТУ образовательных курсов подготовки операторов БЛА, позволяющий получить теоретические и практические навыки применения агродронов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чижик, С.А. и др. Интегрированная система точного земледелия с использованием беспилотных летательных аппаратов // Наука и инновации. – 2020. – №. 10(212). – С. 63–64.

2. Звягинцев В.Б. Малашевич Д.Г., Жданович С.А. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве для проведения лесозащитных мероприятий // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. – 2023. – № 2(274). – С. 43–49.

3. Звягинцев В.Б. и др. Беспилотные технологии в лесных питомниках: биологическая эффективность и гигиенические риски // Лесное хозяйство: материалы 87-й науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием) / БГТУ; отв. за издание И.В. Войтов. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 112–113.

УДК 502.72

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗУЧЕНИЯ ЖИВОТНОГО МИРА НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Е.О. СМОЛЯРКО

Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время система особо охраняемых природных территорий (далее - ООПТ) в Республике Беларусь включает в себя 1338 объектов. К ним относятся Березинский биосферный заповедник, четыре

национальных парка "Беловежская пуца", "Браславские озера", "Нарочанский", "Припятский", 99 заказников республиканского значения, а также заказники местного значения и памятники природы, составляющие большинство ООПТ страны. Общая площадь ООПТ составляет 1,9 млн. га, или 9,1% территории Беларуси и характеризуется благоприятным экологическим состоянием и наличием большого разнообразия природных ресурсов (редких форм рельефа, живописных озер и мест обитания исчезающих видов флоры и фауны) [1]. Общее количество ООПТ и их площадь не являются статичными показателями, поскольку работа по преобразованию существующих территорий с охранным статусом и созданию новых ведется непрерывно, согласно разработанным областными комитетами природных ресурсов и охраны окружающей среды и утвержденным областными Советами депутатов региональным схемам рационального размещения ООПТ.

Так, например, в марте 2024 года была утверждена региональная схема рационального размещения ООПТ местного значения Минской области на 2024-2033 годы, согласно которой в указанный период запланировано объявление 6 новых заказников местного значения общей площадью около 7190 га. При этом итоговая оценка площади заказников может существенно отличаться от запланированной, поскольку границы заказников формируются по результатам обследования территорий - кандидатов в заказники, оценке их соответствия критериям выбора и могут изменяться как в меньшую, так и в большую сторону. Для этого в установленные сроки исполнителем проектной документации (научное и технико-экономическое обоснование) проводятся натурные обследования территорий с целью оценки наличия и состояния ценных природных комплексов и объектов и установление факторов, оказывающих на них вредное воздействие; подтверждение известных и выявление новых мест обитания диких животных и мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и (или) к видам, подпадающим под действие международных договоров Республики Беларусь, типичных и редких природных ландшафтов и биотопов, а также мест миграционных скоплений диких животных, колониальных поселений птиц и (или) млекопитающих [2]. В зависимости от запланированной площади, а также физической доступности территорий перспективного заказника, длительность их обследования может существенно варьироваться, из-за чего у исполнителя не всегда есть возможность максимально полно и в установленный планом срок провести обследование, что оказывает негативное влияние на качество выполнения работ, подготовку проектной документации и, в конечном счете, некорректное определение границ

создаваемой ООПТ. Это не позволяет в полной мере обеспечить эффективную охрану ресурсов биологического и ландшафтного разнообразия и формирование национальной экологической сети.

В ряде случаев для облегчения выявления мест обитания диких животных и произрастания дикорастущих растений целесообразно использовать беспилотные летательные аппараты (далее - БЛА), что позволяет существенно сократить время, требуемое для обследования всей площади территории, а также облегчить поиск конкретных объектов. Особенно это актуально для динамичных явлений, которые возможно отследить только в режиме реального времени: стаи птиц, стада животных, а также объектов, связанных с их жизнедеятельностью, возникающих спонтанно, в произвольных местах и за достаточно короткое время - гнезда, норы. Положительно зарекомендовало себя использование БЛА для поиска нор барсука на обширных открытых пространствах - лугах, полях, вырубках в лесных массивах. С помощью фотосъемки с воздуха барсучьих поселений существенно упрощается обнаружение нор и отнорков и подсчет их количества для последующего составления плана-схемы городка даже при использовании БЛА в условиях лесного фонда. БЛА активно используются в зимне-весенний период для поиска гнезд дневных хищных птиц в кронах деревьев, а также непосредственно в период гнездования для обследования гнезд. БЛА с тепловизионной съемкой часто применяются для обнаружения видов теплокровных животных, представители которых имеют небольшие размеры или которых трудно обнаружить в естественной среде. Использование тепловизора осложняется идентификацией животных при съемке с большой высоты, однако последующая цифровая обработка изображений с использованием тепловых сигнатур различных животных, позволяет их идентифицировать с достаточной точностью [3].

На действующих ООПТ диапазон использования БЛА существенно шире. В первую очередь это учет поголовья животных для сохранности популяций и поддержания численности в том числе в условиях влияния антропогенных факторов. Учет некоторых видов копытных крайне сложно провести традиционными способами по следам, поскольку стадные животные редко передвигаются поодиночке. С 2012 года в рамках проекта Национальной академии наук Беларуси ведется учет оленей и зубров в Беловежской пуще и Национальном парке «Припятский» [4], а с 2024 планируется ведение учета поголовья зубра, лося и волков в заказнике "Налибокский" [5]. По сравнению с традиционными визуальными авиаучетами данный способ обладает преимуществами в виде значительно более высокой точности определения числа животных и низкими экономическими затратами.

Существенное снижение затрат при использовании БЛА по сравнению с эксплуатацией гражданских средств малой пилотируемой авиации особенно ощутимо и в других областях применения, а именно:

- лесозащитные мероприятия (точное распыление пестицидов и инсектицидов на пораженных участках);

- лесопатологический мониторинг с использованием мультиспектральных камер с возможностью химического анализа древесных пород;

- патрулирование лесного фонда с воздуха в пожароопасный период.

Помимо традиционных сфер использования БЛА для картографирования лесных и водных угодий, контроля границ участков и развития леса, перспективно природоохранное направление, а именно фиксация незаконной вырубki лесов, несанкционированного разведения костров, вывоза и складирования твердых бытовых отходов и загрязняющих веществ, браконьерства и иных нарушений охранного режима. В этих целях БЛА сегодня активно используются не только непосредственными сотрудниками ООПТ, но и в Государственной инспекции охраны животного и растительного мира при Президенте Республики Беларусь.

С точки зрения научного потенциала применения БЛА интересна разработка швейцарских ученых, представивших в марте 2023 года в целях мониторинга биоразнообразия дрон для сбора биологического материала для последующего анализа ДНК, что позволяет обнаруживать признаки обитания живых организмов (насекомые, мелкие позвоночные, растения, лишайники и грибы) в таких труднодоступных местах как кроны высоких деревьев [6].

Основные преимущества БЛА при использовании на ООПТ:

- экономия средств. Меньшая стоимость летательного аппарата, меньшие операционные расходы и отсутствие необходимости дорогого обслуживания;

- работа без расширения штата, возможность обучения собственных сотрудников и решения комплексных задач силами одного оператора БЛА;

- простота и оперативность. Взлет в любой географической точке без использования аэродрома или посадочной площадки и упрощенное законодательное регулирование полетов;

- точность аэрофотосъемки. За счет применения спутниковых систем навигации и модулей кинематики реального времени, карты, созданные при помощи БЛА, имеют высочайшую точность. Выполнение полета на различных высотах повышает детализацию и качество снимков.

- возможность оснащения БЛА специальным навесным оборудованием в зависимости от решаемых задач. Благодаря применению тепловизоров и мультиспектральных камер, круг задач БЛА на ООПТ не ограничивается съемкой и наблюдением;

– невысокий уровень шума, что обеспечивает сравнительно низкий фактор беспокойства диких животных и возможность скрытного наблюдения, не оказывая влияния на их поведение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новость БелТА от 01.06.2023. Ссылка в Интернет: <https://www.belta.by/society/view/sistema-osobo-ohranjaemyh-prirodnyh-territorij-belarusi-vkljuchaet-1338-objektov-569652-2023/>
2. Статья 20 Закона Республики Беларусь от 15 ноября 2018 г. № 150-З "Об особо охраняемых природных территориях".
3. Povlsen P. et al. Using Drones with Thermal Imaging to Estimate Population Counts of European Hare (*Lepus europaeus*) in Denmark. *Drones* 2023, 7(1), 5; <https://doi.org/10.3390/drones7010005/>
4. Галковский С. Дрон считает стадо. Советская Белоруссия №228 от 29.11.2014.
5. Мильто А. Настоящий робот для охраны заказника. Белорусская лесная газета №10 от 14.03.2024.
6. Aucone E. et al. / *Science Robotics*, 2023. DOI: 10.1126/scirobotics.add5762

УДК 911.9+910.27

ПРОГНОЗНОЕ ПОЧВЕННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГС “ЗАПАДНАЯ БЕРЕЗИНА”)

А.Л. КИНДЕЕВ, А.А. САЗОНОВ, И.С. КНЯЗЕВ, А.А. РАУШ
Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Цифровая почвенная картография, как отдельное направление почвоведения, была сформирована в 2003 г. [1], заложенные идеи были реализованы в концептуальной модели SCORPAN (Soil (почва), Climate (климат), Organisms (организмы), Relief (рельеф), Parent material (почвообразующие породы), Age (возраст территории), Spatial position (положение в пространстве)). Модель ориентирована на практическое применение для создания цифровых почвенных карт.