

(ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ)

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»
(ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА)

УДК [004.896:629.7]:502.171(083.94)
Рег.№ 20221015

УТВЕРЖДАЮ
Ректор университета,
д.э. н., профессор
_____ В.В. Богатырёва
« _____ » _____ 2024 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК
ИНСТРУМЕНТА МОНИТОРИНГА В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
(заключительный)

договор с БРФФИ № Х22МВ-011 от 04 мая 2022 г.

Руководитель НИР,
младший научный
сотрудник

В.В. Кривко
« _____ » _____ 2024г.

Витебск 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель НИР мл. н. сотр. НИСа	_____ (подпись, дата)	В.В. Кривко (содержание, введение, глава 1, заключение)
Исполнитель магистрант каф. экологии	_____ (подпись, дата)	Д.В. Новиков (глава 1, глава 2, глава 3, глава 4)
Исполнитель студентка каф. экологии ст. мл. н. сотр. НИСа	_____ (подпись, дата)	А.В. Казак (содержание, глава 2, глава 3)
Нормоконтроль	_____ (подпись, дата)	Т.В. Харкевич

РЕФЕРАТ

Отчет 41 с., 1 кн., 14 рис., 12 источников

БЕСПИЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Целью работы является разработка рекомендаций по использованию беспилотных авиационных комплексов в процессе мониторинга и оценки состояния территориальных комплексов подверженных различной степени антропогенного воздействия.

Методы исследования: картографический, геоинформационного анализа, описательно-аналитический, сравнительно-сопоставительный, дистанционный.

В результате проведенных исследований выявлены типовые прикладные задачи, связанные с осуществлением мониторинга в сфере сельского и лесного хозяйства, охраны природы, градостроения, решение которых может опираться на использование беспилотных комплексов. На основании данных полевых исследований и моделирования определены наиболее эффективные параметры распространенных гражданских беспилотных авиационных систем и программного обеспечения, необходимые для решения типовых прикладных задач, связанных с осуществлением мониторинга в сфере природопользования. Также разработаны рекомендации по использованию беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в целях мониторинга на землях с различным характером природопользования;

Полученные результаты апробированы в ходе оценки состояния и актуализации границ агроэкосистем хозяйств Витебского региона, экосистем заказников Витебского и Чертова борода, определении параметров стабильности бортов карьера Лукомль-1 по добыче глин и т.д. Кроме того, на основе анализа практики использования БЛА, современного законодательства Республики Беларусь и мирового опыта в области применения беспилотников, а также запросов природопользователей были подготовлены и утверждены научно-методическим советом ВГУ имени П.М. Машерова и Департаментом по авиации Министерства транспорта и коммуникаций программы «Подготовка операторов гражданских беспилотных летательных аппаратов» и «Поддержание уровня подготовки операторов гражданских беспилотных летательных аппаратов классов С0-С4 для выполнения полётов в подкатегориях А1, А2, А3 в условиях умеренного риска».¹ Подготовлены к печати методические указания «Лазерное картографирование и беспилотные авиационные технологии в ГИС».

¹ Находится на рассмотрении рабочей группы летно-методического совета Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Основная часть.....	7
1 Материал и методы исследований.....	7
1.1 Характеристика объектов исследования.....	10
1.2 Программно-аппаратный комплекс.....	12
1.3 Нормативно-правовая основа использования БЛА в природопользовании.....	14
2 Результаты исследований.....	16
2.1 Использование беспилотных авиационных систем (БАС) в целях мониторинга и оценки состояния сельскохозяйственных угодий.....	16
2.2 Использование БАС в сфере лесного хозяйства и особо охраняемых природных территорий (ООПТ).....	25
2.3 Оценка состояния и динамики зон разработки полезных ископаемых с использованием БАС.....	29
2.4 Методические разработки по применению гражданских БЛА в природопользовании и других сферах хозяйства.....	30
3 Перспективы дальнейшего развития исследований и практического использования полученных результатов.....	34
Заключение.....	37
Список использованных источников.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Преимущества использования дистанционных аэрокосмических методов мониторинга состояния территориальных комплексов и связанных с ними технологий анализа информации не вызывают сегодня сомнений ни у кого. Однако применение спутников и пилотируемой авиации имеет ряд ограничений и недостатков, особенно если речь идет об относительно небольших территориях размером от нескольких десятков до нескольких тысяч гектар. Среди них можно назвать высокую стоимость, высокую степень зависимости от погодных условий, малое разрешение и зачастую невысокое качество съемки доступной к использованию, периодичность наблюдений, определяемую орбитальными параметрами и режимом полетов, а не практической необходимостью и т. д. Для решения указанных проблем в рамках мониторинга охраняемых территорий, сельскохозяйственных земель, лесного хозяйства и других сфер природопользования наиболее приемлемым вариантом сегодня является применение беспилотных комплексов.

При довольно большом разнообразии БЛА, основная часть материалов, посвященная их использованию, содержит сегодня технические характеристики, описание возможностей навесного оборудования, руководства по эксплуатации. При этом практически отсутствуют методические материалы по решению конкретных прикладных задач. Так, при мультиспектральной съемке некоторые беспилотные комплексы могут генерировать карты NDVI. Можно найти определение и подробное описание этого вегетационного индекса, ряд коммерческих сервисов даже предлагает мониторинговые услуги по отслеживанию уровня данного показателя. Но методических рекомендаций по интерпретации полученных дроном данных, снижению искажающего влияния внешних факторов, подбору наилучших параметров полетного задания в зависимости от объекта мониторинга практически нет.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по осуществлению беспилотного мониторинга состояния территориальных комплексов подверженных различной степени антропогенного воздействия.

В процессе исследования решались следующие задачи:

- изучение наработок в сфере использования БЛА для мониторинговых работ в области природопользования и разработка программы исследований по основным направлениям (сельское хозяйство, охрана природы, динамика экосистем и др.);
- проведение полевых исследований с целью накопления фактических данных для определения реальных технических и аналитических возможностей беспилотных систем и специализированного программного обеспечения (ПО) в области мониторинга и оценки

состояния сельскохозяйственных угодий, территорий ООПТ, зон разработки полезных ископаемых и пр.

- разработка и апробация рекомендаций по использованию БЛА и специализированного ПО в области природопользования.

Объектом исследования были определены территориальные природные и природно-антропогенные комплексы Северной части Республики Беларусь, а предметом – возможности мониторинга и оценки их состояния с помощью беспилотных комплексов.

В связи с кардинальными изменениями законодательства в области использования БЛА в воздушном пространстве Республики Беларусь, в том числе и в области природопользования, в период 2022-2024 годов значительное внимание было уделено подготовке материалов, программ и рекомендаций касающихся вопросов правового плана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 P4 Multispectral: user manual V 1.4 // SZ DJI Technology Co., Ltd. [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://dl.djicdn.com/downloads/p4-multispectral/20200806/P4_Multispectral_User_Manual_v1.4_EN.pdf. - Дата доступа: 05.03.2023.

2 Agisoft Metashape: руководство пользователя / ООО «Геоскан» [Электронный ресурс]. - 2022. - Режим доступа: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_8_ru.pdf. – Дата доступа: 04.03.2023.

3 Свидзинская, Д.В. Основы QGIS / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй // Дослідницько-освітня лабораторія OSGeo КНУ [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: https://distant.msu.ru/pluginfile.php/268261/mod_resource/content/1/QGIS_intro.pdf. – Дата доступа: 02.02.2022.

4 Руководство по порядку государственного учета и эксплуатации гражданских беспилотных летательных аппаратов: утверждено приказом Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 04.10.2022 № 268 [Электронный ресурс] / Сайт Департамента по авиации Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Минск, 2022. – Режим доступа: <https://caa.gov.by/uploads/files/Rukovodstvo-po-porjadku-gosudarstvennogo-ucheta-i-ekspluatatsii-grazhdanskix-bespilotnyx-letatelnyx-apparatov-v-red.-prikaza-ot-26.12.2022-341.pdf>. – Дата доступа: 22.02.2023

5 Торбенко А.Б. Использование беспилотных комплексов как инструмента мониторинга в сфере природопользования / А.Б. Торбенко, Д.В. Буйко, **Д.В. Новиков**, А.В. Селезнева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: Материалы X Междунар. науч. конф. (памяти проф. Петина А.Н.) 24-26 октября 2023 г. – Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2023. – С.217-224

6 Торбенко А.Б. Возможности беспилотных комплексов в области анализа динамики экосистем / А.Б. Торбенко, **Н.В. Новиков**, А.В. Селезнева // Наука – образованию, производству, экономике [Электронный ресурс] : материалы 76-й Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 1 марта 2024 г. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – Режимы доступа : <https://conf.vsu.by/?p=1372>. – С.119-121.

7 Торбенко, А.Б. Использование ГИС и ДЗЗ в целях мониторинга состояния ООПТ местного значения / А.Б. Торбенко, **А.В. Казак**, Е.В. Соколовский, **Д.В. Новиков**, **В.В. Кривко** // Национальный парк «Браславские озера» и другие особо охраняемые природные территории: состояние, проблемы, перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции (г. Браслав, 27-28 мая 2022) / Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера» ; редкол.: Е. В. Андрейчик (гл. ред) [и др.]. – Минск : Ковчег, 2022. – С.176-178.

8 **Казак А.В.** Состояние растительного покрова территории бывшего заказника «Октябрьский» по данным ДДЗ и БПЛА / А. В. Казак, **Д. В. Новиков**, Е.А. Половинский, А.Б. Торбенко // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс]: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС-2022, Минск, 16 ноября 2022 г. / редкол. : Н. В. Жуковская (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2022. – С.63-65.

9 **Казак, А.В.** Мониторинг растительного покрова в Октябрьском заказнике с использованием БПЛА / Е.А. Половинский, А.В. Казак, **Д.В. Новиков** // XVI Машеровские чтения: матер. междунар. науч.-практ. конф. студ. асп. и молод. уч., Витебск, 21 октября 2022 г. / УО «ВГУ имени П.М. Машерова»; редкол.: Е.А. Аршанский (гл. ред.) [и др.] – Витебск, 2022. – С. 118-120.

10 Буйко, Д.В. Использование индекса NDVI для оценки состояния растительного покрова Октябрьского заказника г. Витебска / Д.В. Буйко, **В.В. Кривко** // XVI Машеровские чтения : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 21 октября 2022 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2022. – Т. 1. – С.77-79.

11 **Казак, А.В.** Применение беспилотных летательных аппаратов в радиационном мониторинге территорий, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС / А.В. Казак // Современные проблемы радиологии: матер. Республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, Витебск, 5 мая 2022 г. / УО ВГАВМ; редкол. : Н.И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2022. – С.25.

12 **Новиков Д.В.** Использование беспилотных летательных аппаратов для изучения птиц / Д.В. Новиков // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы XI Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 21 апреля 2023 г. : в 2 т. / Витеб. гос. ун-т ; редкол.: Е.Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2023. – Т. 1. – С. 124-126).