

Научная статья

Original article

МК-44-20

УДК 623.746.4-519



**ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ
ОБСЛЕДОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ МЕЛИОРАТИВНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

**APPLICATION OF UNMANNED TECHNOLOGIES FOR INSPECTION OF
WATER RESERVOIRS FOR RECLAMATION PURPOSE**

Туктаров Ренат Бариевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, заместитель директора по науке, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, tuktarov.rb@gmail.com

Акпасов Антон Павлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123 Россия, Саратовская обл., Энгельский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д. 1), тел. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>, 1a9@mail.ru

Морозов Максим Игоревич, младший научный сотрудник, отдела оросительных систем и гидротехнических сооружений, ФГБНУ «Волжский

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»
научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации» (413123
Россия, Саратовская обл., Энгельский р-н, р.п. Приволжский, ул. Гагарина, д.
1), тел. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>,
jamster777@mail.ru

Renat B. Tuktarov, candidate of agricultural sciences, leading researcher of
department of irrigation systems and hydraulic structures, deputy director of science,
Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic
Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district,
Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6063-3801>, tuktarov.rb@gmail.com

Anton P. Akpasov, candidate of technical sciences, senior researcher, Head of the
Department of Irrigation Systems and Hydraulic Structures, Federal State Budgetary
Scientific Institution «Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land
Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky, Engels district, Saratov region
413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20, <https://orcid.org/0000-0002-3252-7849>,
1a9@mail.ru

Maxim I. Morozov, junior researcher, department of irrigation systems and hydraulic
structures, Federal State Budgetary Scientific Institution «Volga Research Institute of
Hydraulic Engineering and Land Reclamation» (Gagarina st., 1, w. s. Privolzhsky,
Engels district, Saratov region 413123 Russia), tel. 8(8453) 75-44-20,
<https://orcid.org/0009-0005-1347-4314>, jamster777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения
беспилотных технологий для обследования водохранилищ мелиоративного
назначения. Определены типы воздушных и водных беспилотных аппаратов,
рекомендуемые при выполнении инженерных изысканий на мелиоративных
объектах, а также особенности их совместного использования. Выявлены
преимущества использования беспилотных технологий при инженерно-
гидрографических изысканиях.

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

Abstract. The article discusses the possibilities of using unmanned technologies for the survey of reservoirs for reclamation purposes. The types of aerial and water unmanned vehicles recommended for performing engineering surveys at reclamation FACILITIES, as well as the features of their joint use, are determined. The advantages of using unmanned technologies in engineering and hydrographic surveys are revealed.

Ключевые слова: мелиорация, гидрография, беспилотные технологии, гидрографические работы, беспилотный летательный аппарат, беспилотный роботизированный комплекс.

Keywords: land reclamation, hydrography, unmanned technologies, hydrographic work, unmanned aerial vehicle, unmanned robotic complex.

Введение. Современные беспилотные технологии представляют собой наукоемкую, высокотехнологичную область и являются одним из наиболее перспективных направлений развития различных отраслей во всем мире [1].

Методика исследований. Для анализа, применения и использования беспилотных технологий при обследовании водохранилищ мелиоративного назначения были изучены работы ученых (В.С. Моисеев, М.С. Зверьков М.Н. Артеменко, М.А. Разаков и др.), а также материалы издательств (Вестник СибАди, Школа и др.) и журналов (Интеграл, Аграрный научный журнал, Московский экономический журнал и др.) [1,2,3,4,5,6].

Результаты исследований. К беспилотным технологиям можно отнести наземные, воздушные, морские беспилотные комплексы, позволяющие ускорить актуализацию необходимой информации на начальном подготовительном этапе работ.

В сравнении с оборудованием и техникой, традиционно используемой для выполнения задач в различных отраслях, беспилотные технологии обладают повышенной маневренностью, автоматизацией выполнения заданий, передачей точных данных в реальном времени, с детальной визуализацией. Кроме того, оператором беспилотного аппарата может быть любой обученный человек, в то время как для работы и обслуживания техники и оборудования требуется целый

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

штат профессиональных специалистов. Также в некоторых случаях, использование массивной и профессиональной техники является нецелесообразным и затратным, в отличие от беспилотных аппаратов.

При обследовании водных объектов выполняются гидрографические работы, которые включают в себя различные методы съемки [7]. Съемка рельефа дна [8] выполняется с целью получения сведений о рельефе дна и создания картографического изображения.

Подготовительный этап предполагает сбор исходных материалов по гидрографической и топографической изученности объекта исследования. Для этих целей возможно применять беспилотные технологии, которые имеют ряд преимуществ:

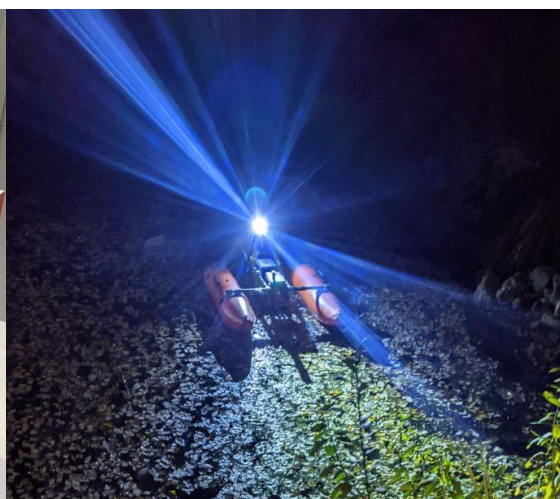
- повышение точности и качества данных;
- экономия времени и ресурсов;
- возможность работы в труднодоступных местах;
- уменьшение риска для человека.

Беспилотные водные дроны, оснащенные гидрографическим оборудованием, бывают подводного типа, свое широкое применение они нашли в исследованиях океанов и морей, а также с недавних пор в военной промышленности и надводного типа – более распространены в гражданских и научно-исследовательских целях, используются для проведения инженерно-гидрографических и инженерно-гидрометеорологических изысканий (рисунок 1).

Надводный тип с конструктивной особенностью «катамаран» наиболее предпочтителен при обследовании небольших водных объектов. Особенность катамаранной конструкции заключается в максимальной устойчивости против порывистого ветра и образуемой волны на зеркале водного объекта, а также конструктивным расположением электродвигателей над поверхностью воды, что защищает винты от забивания водорослями и попадания прочих инородных объектов.



Подводный тип



Надводный тип

Рисунок 1 - Беспилотные суда

Особенности использования беспилотного роботизированного гидрографического комплекса (гидробота) для обследования водохранилища мелиоративного назначения с целью изучения рельефа дна и оценки изменения проектных параметров детально отражены в работе [9].

Как показала практика, основным фактором, влияющим на корректную работу гидробота при проведении съемки рельефа дна в автоматизированном режиме, является наличие картографической основы с точной геодезической привязкой, отображающей достоверную границу береговой линии водохранилища на момент съемки. Использование материалов с общедоступных ресурсов (космических снимков) создает расхождения и погрешности между созданными поворотными (разворотными) точками планируемого маршрута и фактическими точками на местности (рисунок 2). Наличие данного фактора влияет на увеличение общего времени выполнения задания, ухудшение качества полученных данных, а также на необходимость применения маломерного судна и ручного эхолота для работы в ручном режиме.

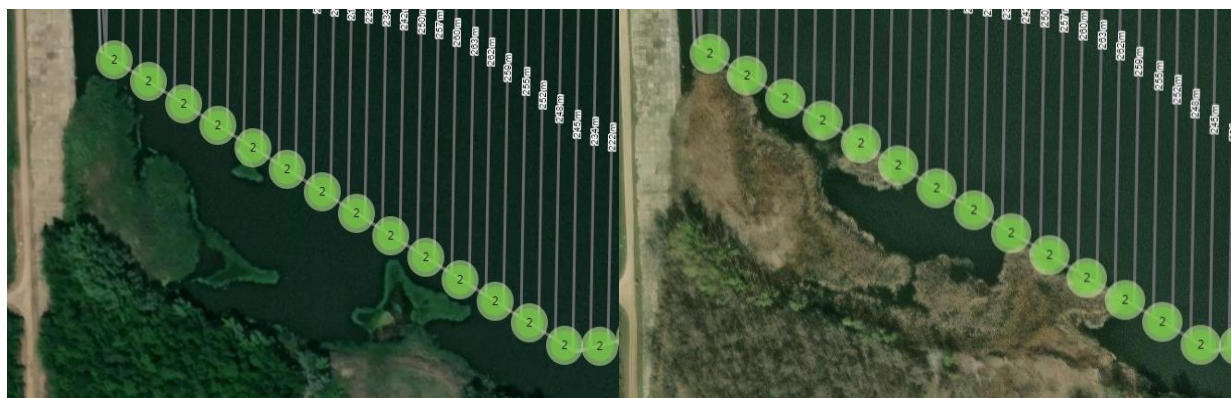


Рисунок 2 – Созданный маршрут на основе неактуализированных данных (два снимка одной и той же исследуемой территории)

Стоит отметить, что для актуализации картографических данных на акваторию исследуемого водохранилища и построения корректного маршрута съемки, на подготовительном этапе выполнения изысканий, целесообразно использовать беспилотные летательные аппараты, оборудованные точным геодезическим оборудованием (геодезические дроны). Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) позволит получить высокоточные аэрофотоснимки акватории водного объекта, а также уточнить границы береговой линии и исследовать труднодоступные для съёмки гидроботом участки акватории водохранилища (плавающий валежник, плотно заросший камыш).

Исходя из анализа работ Просвириной Н.В., Моисеева В.С., Зверькова М.С., Артеменко Н.М., Каршова Р.С. [1,2,4,6,10] БПЛА можно подразделить по типу управления на самолетный тип, который имеют большую площадь покрытия территории и коптерный тип, применяемый для получения высокоточных аэрофотоснимков территорий локального характера. Оба типа могут использоваться для обследования акватории водохранилищ мелиоративного назначения, но для решения вышеперечисленных задач целесообразно использовать беспилотные летательные аппараты коптерного типа, обладающие большей маневренностью, простотой пилотирования и рядом других достоинств (рисунок 3).



Самолетный тип

Коптерный тип

Рисунок 3 – Беспилотные летательные аппараты

БПЛА могут быть оснащены специализированными сенсорами, тепловизорами, мультиспектральными камерами и лазерами для 3D сканирования, которые могут применяться для решения многих задач мелиоративного значения.

Заключение. В целом, беспилотные технологии имеют широкий спектр применения и оказывают значительное влияние на различные отрасли имея ряд преимуществ в сравнении с современными технологиями. Они продолжают развиваться и совершенствоваться, открывая новые возможности, однако, необходимо учитывать ограничения и требования к применению беспилотных технологий в соответствии с законодательством и нормативными документами Российской Федерации.

Список использованной литературы

1. Просвирина Н.В. Анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов [Текст]// Н.В. Просвирина. –Московский экономический журнал. 2021. № 10. С. 560–575.
2. Моисеев В.С. Беспилотные летательные аппараты: Отечественная история создания и современная классификация. Препринт. [Текст]//В.С. Моисеев. - Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2022. 40 с.

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

3. Зверьков М.С. Оценка мелиоративного состояния гидромелиоративной системы с использованием данных дистанционного зондирования земли и беспилотного летательного аппарата [Электронный ресурс]// М.С. Зверьков, С.В. Брыль. Режим доступа: <https://environment.timacad.ru> (дата обращения 27.10.2023), свободный.
4. Артеменко Н.М. Тенденции развития мобильных беспилотных роботизированных комплексов. Опыт отечественных и зарубежных производителей [Электронный ресурс]// Н.М Артеменко, П.А. Корчагин, И.А. Тетерина. – Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАди». 2019. №4. Режим доступа: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-4-416-430>, (дата обращения 07.11.2023), свободный.
5. Разаков М. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для обследования мелиоративных гидротехнических сооружений [Текст]// М.А. Разаков. -Аграрный научный журнал. 2022. № 8. С. 98–102.
6. Смуров А.Е. Применение технологий и оборудования беспилотных водных аппаратов в картографировании и моделировании [Электронный ресурс]// А.Е. Смуров, С.А. Тесленок. - Огарев-online. - 2021. - №5. - Режим доступа: <https://journal.mrsu.ru>, (дата обращения 27.10.2023), свободный.
7. ГОСТ Р 58743—2019. Внутренний водный транспорт. Гидрографические работы. Общие требования [Текст]// Введен. 2020 – 07- 01.М. 2020. 1 с.
8. ГОСТ Р 58733—2019. Внутренний водный транспорт. Гидрографические работы. Общие требования [Текст]// Введен. 2020 – 07- 01.М. 2020. 2 с.
9. Туктаров Р.Б. Особенности использования беспилотного роботизированного гидрографического комплекса для решения задач в области мелиорации земель [Электронный ресурс]// Р.Б. Туктаров, А.П. Акпасов, М.И. Морозов. - Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2023. № 5. Режим доступа: <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-5-2023-17>, (дата обращения 01.11.2023), свободный.

10. Каршов Р.С. Классификация беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]// Р.С. Каршов. - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>, (дата обращения 08.11.2023), свободный.

Spisok ispolzovannoy literatury

1. Prosvirina N.V. Analiz i perspektivy razvitiya bespilotnykh letatelnykh apparatov [Tekst]// N.V. Prosvirina. –Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal. 2021. № 10. S. 560–575.
2. Moiseyev V.S. Bespilotnyye letatelnyye apparaty: Otechestvennaya istoriya sozdaniya i sovremennaya klassifikatsiya. Preprint. [Tekst]//V.S. Moiseyev. - Kazan: Redaktsionno-izdatelskiy tsentr «Shkola». 2022. 40 s.
3. Zverkov M.S. Otsenka meliorativnogo sostoyaniya gidromeliorativnoy sistemy s ispolzovaniyem dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli i bespilotnogo letatel'nogo apparata [Elektronnyy resurs]// M.S. Zverkov. S.V. Bryl. Rezhim dostupa: <https://environment.timacad.ru> (data obrashcheniya 27.10.2023). svobodnyy.
4. Artemenko N.M. Tendentsii razvitiya mobilnykh bespilotnykh robotizirovannykh kompleksov. Opyt otechestvennykh i zarubezhnykh proizvoditeley [Elektronnyy resurs]// N.M Artemenko. P.A. Korchagin. I.A. Teterina. – Nauchnyy retsenziruyemyy zhurnal «Vestnik SibAdi». 2019. №4. Rezhim dostupa: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-4-416-430>. (data obrashcheniya 07.11.2023). svobodnyy.
5. Razakov M. A. Primeneniye bespilotnykh letatelnykh apparatov dlya obsledovaniya meliorativnykh gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Tekst]// M.A. Razakov. -Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2022. № 8. S. 98–102.
6. Smurov A.E. Primeneniye tekhnologiy i oborudovaniya bespilotnykh vodnykh apparatov v kartografirovani i modelirovani [Elektronnyy resurs]// A.E. Smurov. S.A. Teslenok. - Ogarev-online. - 2021. - №5. - Rezhim dostupa: <https://journal.mrsu.ru>. (data obrashcheniya 27.10.2023). svobodnyy.

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

7. GOST R 58743—2019. Vnutrenniy vodnyy transport. Gidrograficheskiye raboty. Obshchiye trebovaniya [Tekst]// Vveden. 2020 – 07- 01.М. 2020. 1 s.
8. GOST R 58733—2019. Vnutrenniy vodnyy transport. Gidrograficheskiye raboty. Obshchiye trebovaniya [Tekst]// Vveden. 2020 – 07- 01.М. 2020. 2 s.
9. Tuktarov R.B. Osobennosti ispolzovaniya bespilotnogo robotizirovannogo gidrograficheskogo kompleksa dlya resheniya zadach v oblasti melioratsii zemel [Elektronnyy resurs]// R.B. Tuktarov. A.P. Akpasov. M.I. Morozov. - Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy «Integral». 2023. № 5. Rezhim dostupa: <https://e-integral.ru/rubriki/selhoz-nauki/integral-5-2023-17>. (data obrashcheniya 01.11.2023). svobodnyy.
10. Karshov R.S. Klassifikatsiya bespilotnykh letatelnykh apparatov [Elektronnyy resurs]// R.S. Karshov. - Nauchnaya elektronnyaya biblioteka «KiberLeninka». Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru>. (data obrashcheniya 08.11.2023). svobodnyy.

© *Туктаров Р.Б., Акпасов А.П., Морозов М.И. 2023 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №6/2023.*

Для цитирования: Туктаров Р.Б., Акпасов А.П., Морозов М.И. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ МЕЛИОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ// Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №6/2023.