

Authors Information

Abuova Altynai Burkhatovna, Chief Researcher, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (Kazakhstan, Astana, 47 Al-Farabi Ave.), e-mail: a.abuova@rpf.kz

Kabylda Anar Idashovna, Candidate of Agricultural Sciences, Project Manager, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (Kazakhstan, Astana, 47 Al-Farabi Ave.), e-mail: anara121579@gmail.com

Kerimbekova Nurai Muratkhanovna, Master's student, researcher, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (47 Al-Farabi Ave., Astana, Kazakhstan), e-mail: kerimbekova_nur@mail.ru

Urazbayev Zhumatai Zeynollayevich, Doctor of Technical Sciences, Director, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (Kazakhstan, Astana, 47 Al-Farabi Ave.), e-mail: zhz1964@mail.ru

Kazhybekova Aidana Saniyazovna, Master's student, researcher, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (Kazakhstan, Astana, 47 Al-Farabi Ave.), e-mail: saniyazkyzy@inbox.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-40

FEATURES OF APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN LAND RECLAMATION

A. D. Akhmedov, D. E. Babaev, D. D. Lipsky, A. V. Piskunov

*Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: askar-5@mail.ru

Received 25.05.2023

Submitted 01.08.2023

Summary

Currently, modern software tools make it possible to obtain data faster and with less resources and creates opportunities to analyze the features of the use of digital information technologies in land reclamation.

Abstract

Introduction. This article analyzes the features of the use of geoinformation technologies in land reclamation. To solve these problems of operational monitoring of agricultural land, it is proposed to use modern equipment and software products, i.e. unmanned aerial vehicles (UAVs) and geographic information systems (GIS). **Object.** The object of research is unmanned aerial vehicles (UAVs) and geographic information systems (GIS). **Materials and methods.** To process the collected data, having your own unmanned vehicle and software package, you can organize work on processing images from the UAV. Based on the data obtained, it is possible to assess the condition of agricultural plants. This will allow timely application of differentiated fertilizers, plant protection products and top dressings with precise doses for each small area of the field. Orientation works automatically with the BPLA GPS application. Used software Agisoft Metashape, AutoCad, CloudCompare, Mapinfo and others.

Results and conclusions. For the formation and processing of 3D relief models, the procedure for constructing point clouds based on aerial photography data, remote shooting of agricultural fields from a UAV is given. As an economic justification, a comparative analysis of various options for implementing remote sensing technology with the support of GIS technology is given. It has been established that aerial photography from an aviation-type UAV will be cost-effective only if the total survey area is at least 700 hectares, since the area of the site in our case is only 63 hectares, it is advantageous to use a copter-type UAV.

Key words: remote sensing, information system, orthophotography, land reclamation, GIS technology, unmanned aerial vehicle.

Citation. Akhmedov A. D., Babaev D. E., Lipsky D. D., Piskunov A. V. Features of application of geographic information systems in land reclamation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 394-402 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-40.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.674.5

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕЛИОРАЦИИ

А. Д. Ахмедов, доктор технических наук, профессор

Д. Э. Бабаев, аспирант

Д. Д. Липский, аспирант

А. В. Пискунов, аспирант

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время современные программные средства позволяют получить данные быстрее и с меньшими затратами ресурсов и создает возможности анализировать особенности применения цифровых информационных технологий в мелиорации.

Актуальность. В данной статье анализируются особенности использования геоинформационных технологий в мелиорации. Для решения этих задач по оперативному мониторингу земель сельскохозяйственного назначения предлагается использовать современное оборудование и программные продукты, т.е. беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и геоинформационные системы (ГИС).

Объект. Объектом исследования являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и геоинформационные системы (ГИС). **Материалы и методы.** Для обработки собираемых данных, обладая собственным беспилотным аппаратом и программным комплексом можно организовать работу по обработке снимков с БПЛА. На основании полученных данных можно оценить состояние сельскохозяйственных растений. Это позволит своевременно вносить дифференцированные удобрения, средства защиты растений и подкормок с точными дозами для каждого небольшого участка поля. Ориентация работает автоматически с приложением BPLA GPS. Используется программное обеспечение Agisoft Metashape, AutoCad, CloudCompare, Mapinfo и другие. **Результаты и выводы.** Для формирования и обработки 3D моделей рельефа приведена процедура построения облаков точек по данным аэрофотосъемки, дистанционной съемки сельскохозяйственных полей с БПЛА. В качестве экономического обоснования дан сравнительный анализ различных вариантов реализации технологии ДЗЗ с сопровождением ГИС-технологии. Установлено, что аэрофотосъемка с БПЛА авиационного типа будет рентабельной только при общей площади съемки местности не менее 700 га, так как площадь участка в нашем случае всего 63 га, то выгодно использовать БПЛА коптерного типа.

Ключевые слова: дистанционное зондирование земель, ортофотосъемки, ГИС-технологии, беспилотные летательные аппараты, коптеры.

Цитирование. Ахмедов А. Д., Бабаев Д. Э., Липский Д. Д., Пискунов А. В. Особенности применения геоинформационных систем в мелиорации. *Известия НВ АУК.* 2023. 3(71). 394-402. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-40.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В мелиоративной отрасли одним из наиболее эффективных и достоверных источников информации о состоянии посевов сельскохозяйственных культур является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). По сравнению с использованием наземных визуальных съемок, спутниковых или авиационных снимков БПЛА позволяют собирать данные быстрее и с меньшими ресурсами [2, 5].

В современных экономических условиях точное земледелие находится на подъеме, поэтому для снижения фактических затрат, повышения окупаемости инвестиций и увеличения прибыли все больше и больше хозяйств внедряют его технологии и методы. Таким образом, БПЛА позволяют создать условия для оперативного анализа состояния посевов сельскохозяйственных культур [1, 4].

Обследований сельскохозяйственных угодий, нарушенных в результате негативных влияний, существует несколько. Все их можно разделить на наземные и дистанционные. Обнаружение повреждений гидромелиоративной системы, водной эрозии, вызванной нарушением целостности системы полива, можно проводить наземным способом – визуальный осмотр. Однако при большой протяженности и площади сельскохозяйственных угодий данный способ не является предпочтительным, по причине больших затрат времени и не малой трудоёмкости. Кроме того, негативные воздействия не всегда ярко выражены и для их обнаружения необходимо дистанционное обследование. Применение дистанционных методов обследования поврежденных территорий, совместно с геоинформационными системами (ГИС) может послужить решением изложенных выше проблем [9, 12].

Материалы и методики. В сельскохозяйственном производстве применение БПЛА исключительно важно при развитии точного (координатного) земледелия. Детальная информация о состоянии почвенного и растительного покрова, высокоточные данные о рельефе все эта информация необходима для точного земледелия. Космическая съемка для этих целей может вовсе не подойти, так как эти снимки обладают недостаточной детальностью и их высокой стоимостью. Следовательно, обладая собственным беспилотным аппаратом и программным комплексом для обработки собираемых данных, можно организовать работу по обработке снимков с БПЛА [3, 7]. На основе полученных результатов оценивается состояние растительности и ландшафта. Полученные карты вегетации могут сравниваться с картами урожайности, полученными с датчиков на технике, что позволяет внедрить дифференцированное внесение удобрений, средств защиты растений и подкормок с точными дозами для каждого небольшого участка поля. Кроме того, стоит отметить, что данные с БПЛА наилучшим образом подойдут при внедрении адаптивно-ландшафтного земледелия, так как благодаря получаемой точной модели местности имеется возможность построить карты высот, крутизны и экспозиции рельефа по участкам съемки, что в свою очередь позволяет оценить потенциальный сток, опасности водной эрозии, теплообеспеченность и влагообеспеченность полей [6, 11].

При использовании с помощью БПЛА дистанционного обследования сельскохозяйственных культур начальным является подготовительный этап. На данном этапе определяется район съемки, выбирается место для взлета и посадки дрона, программируется полетное задание, определяется перекрытие изображений, высота полета и другие необходимые параметры съемки [6, 10].

Съемка ведется в автоматическом режиме. Процедура дистанционного обследования сельскохозяйственных полей с помощью БПЛА осуществляется по схеме, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Порядок дистанционного обследования сельскохозяйственных полей с помощью БПЛА

Figure 1 – The order of remote examination agricultural fields using unmanned aerial vehicles

С учетом всего этого на практике полученные экономические показатели производства являются тем фактором, который определяет возможности и перспективы максимального использования инновационных технологий. В связи с этим необходимо, чтобы применяемые инновационные технологии не только решали узконаправленные задачи, но и способствовали повышению экономической эффективности производства.

Результаты и их обсуждение. В ходе съемки, если позволяют погодные условия, БПЛА пролетает для получения требуемой информации, при этом необходимо убедиться в их полноте и целостности.

Следующим шагом является обработка полученных данных с помощью программного обеспечения Agisoft Metashape. Эта программа предназначена для создания и обработки ортофотопланов, карт высот, 3D-моделей высот, а также создания облаков точек на основе данных аэрофотосъемки (рисунок 2-4).



Рисунок 2 – Сформированный в Agisoft Metashape на основе данных с БПЛА фотоплан

Figure 2 – Formed in Agisoft Metashape based on data from the UAVs photomap

По результатам аэрофотосъёмки в высоком разрешении получают фотографии с полным комплектом цифровых данных. С целью создания ортофотоплана в камеральных условиях производится обработка фотографий.

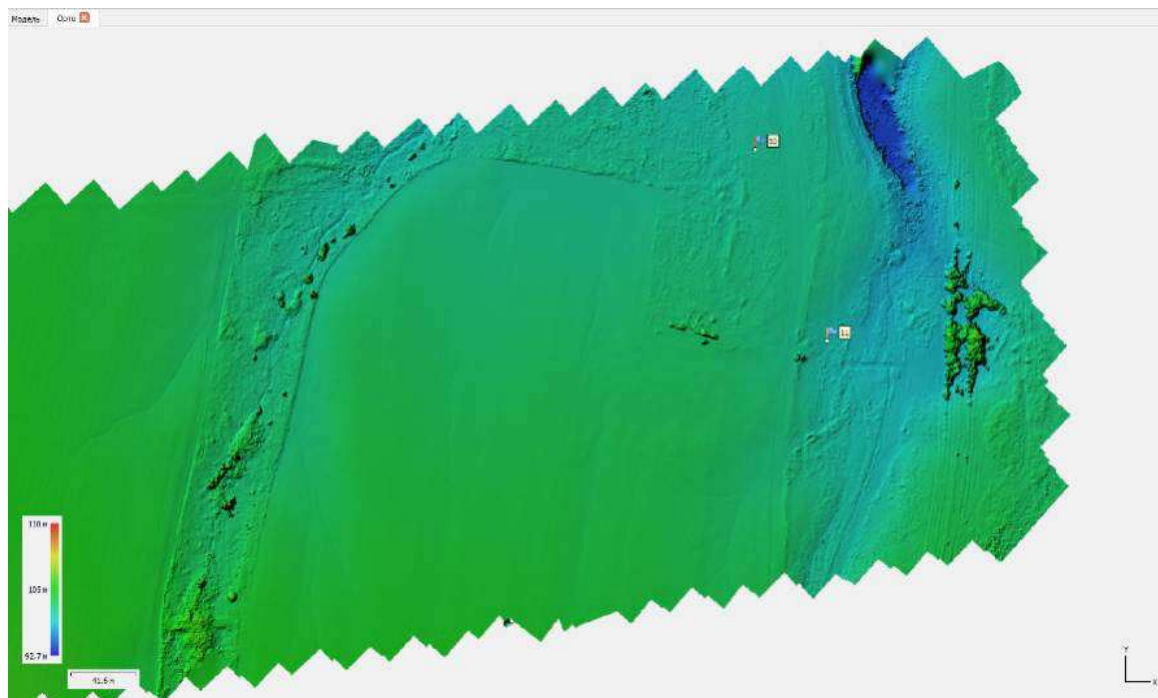


Рисунок 3 – Сформированная карта высот на основе ОФП в ПО Agisoft Metashape
Figure 3 – Generated height map based on orthophotomap in Agisoft Metashape software

Обработка данных в ПО Agisoft Metashape производится как автоматическом, полуавтоматическом так и в ручном режиме.

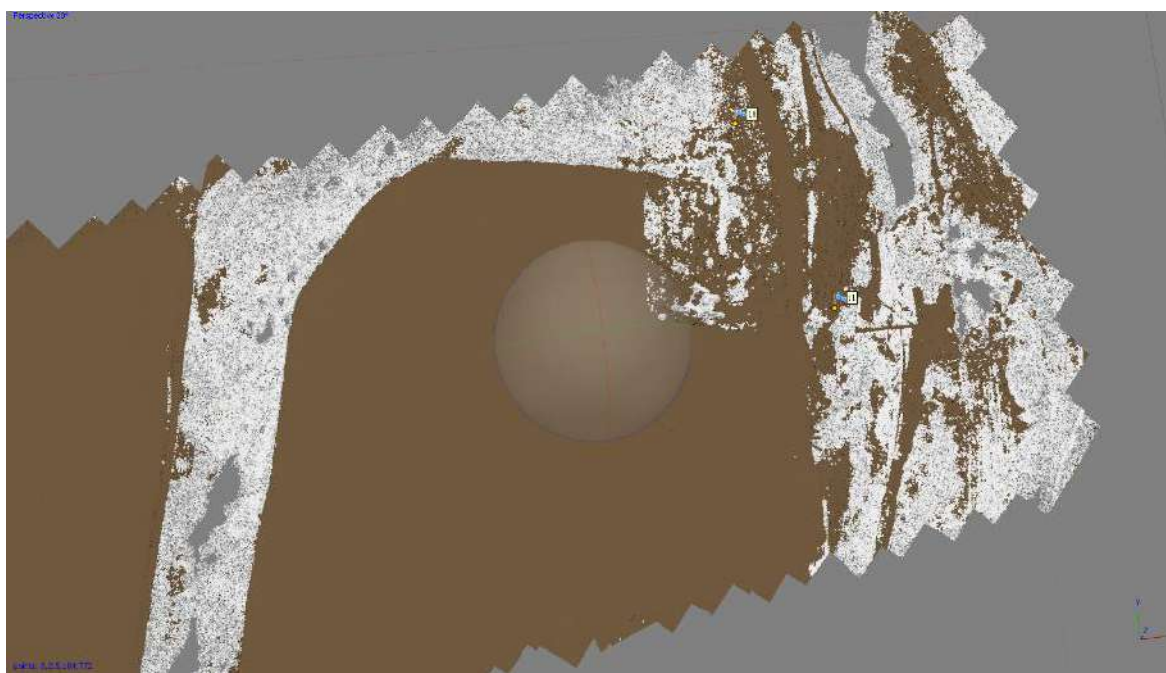


Рисунок 4 – Классифицированная модель местности
Figure 4 – Classified terrain model

Ортофотоплан является основой для создания картографической основы. Оцифровка ортофотоплана выполняется в ПО САПР AutoCad в условных топографических знаках (рисунок 5).

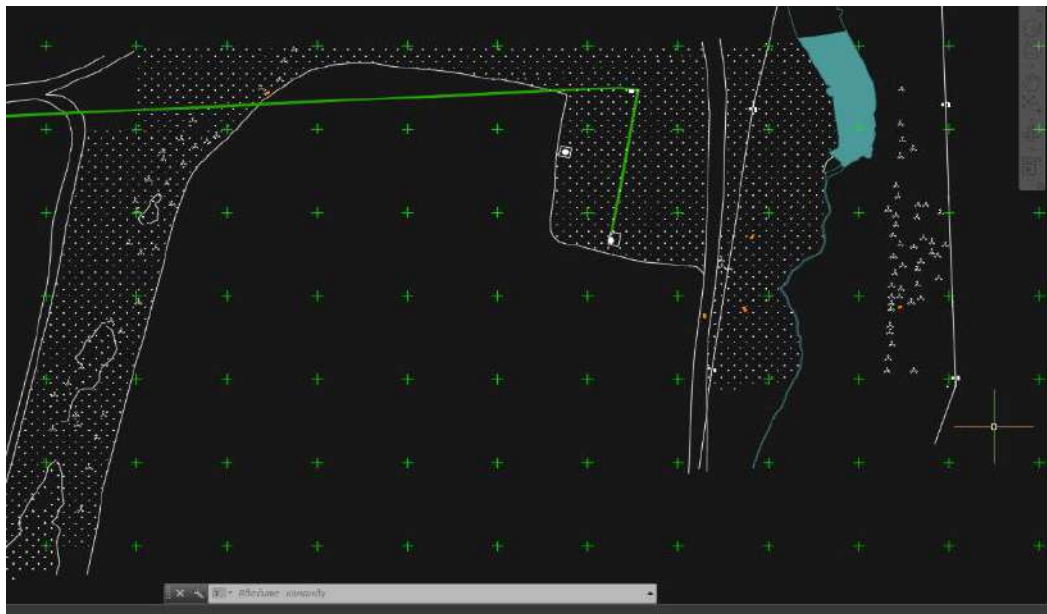


Рисунок 5 – Картографический план на основе ОФП

Figure 5 – Cartographic plan based on orthophotomap

Далее с помощью ПО CloudCompare происходит разряжение облака точек (рисунок 6).

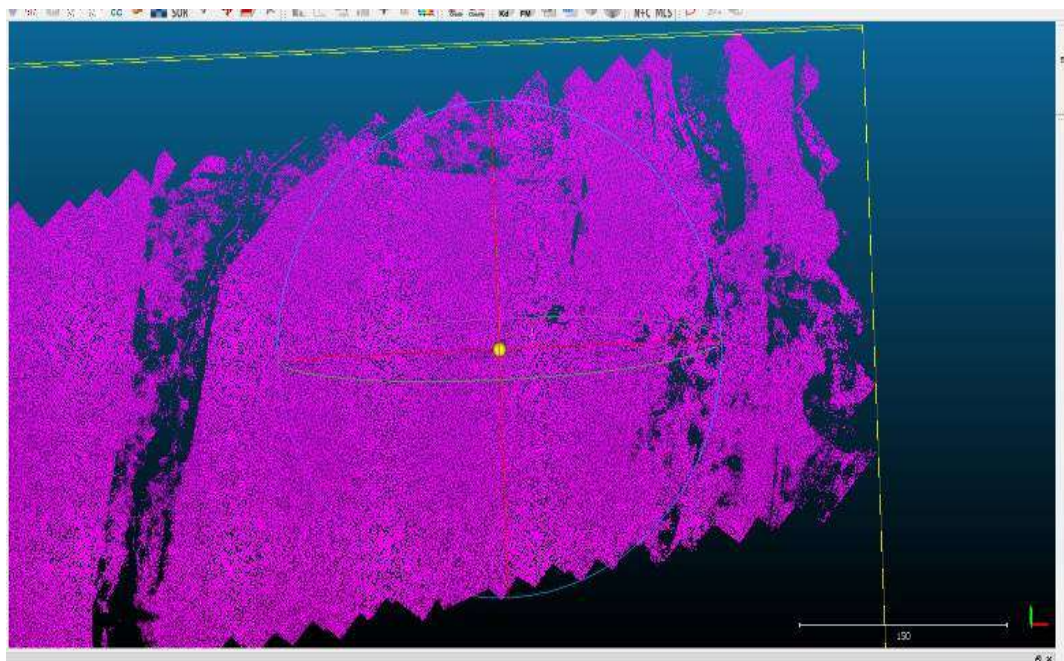


Рисунок 6 – Разряжение облака точек в CloudCompare

Figure 6 – Depletion of a cloud of points in CloudCompare

Для построения поверхности разряженное облако точек является основой, на которой выделяют горизонтали (рисунок 7).

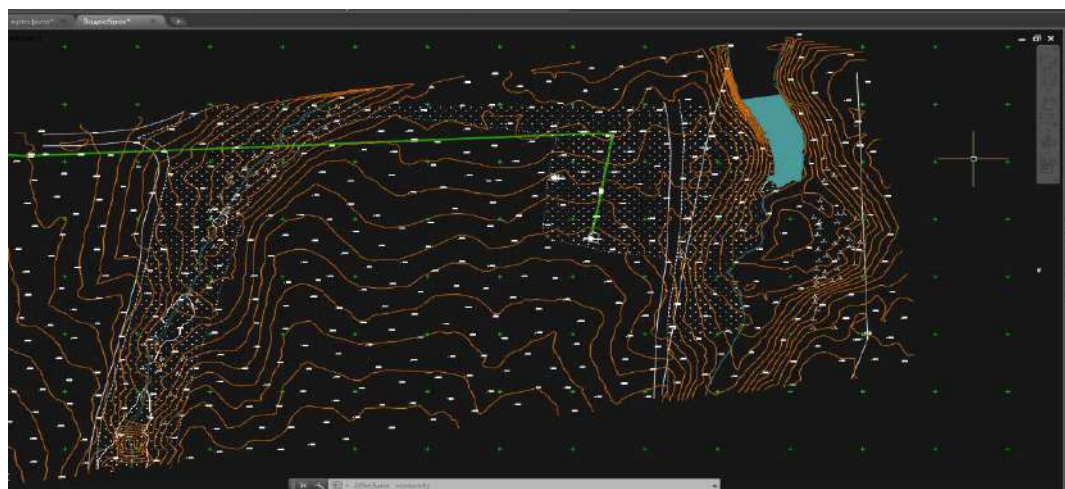


Рисунок 7 – Топография местности на основе облака точек
Figure 7 – Topography of the area based on a cloud of points

Полученный в результате ортофотоплан, подгружается отдельным слоем геоинформационной системы. В результате дешифрирования ортофотоплана определяются параметры и контуры поврежденных угодий. Виды негативного воздействия на сельскохозяйственные угодья и мелиоративные системы, имеют свои наборы дешифровочных признаков.

В качестве экономического обоснования представлен сравнительный анализ различных вариантов реализации технологии ДЗЗ с сохранением технологии ГИС. Рассмотрим три варианта дистанционного зондирования сельскохозяйственных угодий.

- 1) космический мониторинг;
- 2) аэросъемка с БПЛА самолетного типа на примере российского беспилотника «Геоскан»;
- 3) аэрофотосъемка с БПЛА коптерного типа.

Исходя из анализа экономических показателей применения ГИС-технологий для дистанционного зондирования земель сельскохозяйственного назначения, затраты различаются между вариантами (табл. 1).

Площадь исследуемого объекта при проведении работ составляет всего 63 га, для таких небольших хозяйств целесообразно использовать 3-й вариант, то есть дистанционное наблюдение с БПЛА коптерного типа.

Таблица 1 – Сравнительные показатели эффективности использования
ГИС-технологии дистанционного мониторинга

Table 1 – Comparative performance indicators for the use of GIS technology for remote monitoring

Наименование	Оборудование	Геодезическая привязка	Процесс дистанционного зондирования	Стоимости программного обеспечения, руб.		
				1	2	3
Космический мониторинг	-	10000 руб./снимок	11200 руб./га	80000	72000	250000
Аэрофотосъемка с БПЛА самолетного типа	2150000 руб.	5000 руб./100 га	-	80000	72000	250000
Аэрофотосъемка с БПЛА коптерного типа	150000 руб.	5000 руб./100 га	-	80000	72000	250000

Примечание: 1 – Mapinfo; 2 – AutoCad; 3 – Agisoft, Metashape, Professional; цены приведены на 2020 г.

Заключение. В заключение можно отметить, что аэрофотосъемка с БПЛА самолётного типа будет рентабельной только в том случае, если общая площадь района исследований составит не менее 700 га. Поскольку у нас всего 63 га земли, выгодно использовать БПЛА коптерного типа. При этом стоимость программы равнозначна для всех вариантов.

Conclusions. In conclusion, it can be noted that aerial photography from an aircraft-type UAV will be profitable only if the total area of the study area is at least 700 hectares. Since we only have 63 hectares of land, it is beneficial to use a copter-type UAV. Moreover, the cost of the program is the same for all options.

Библиографический список

1. Ахмедов А. Д., Кузнецов Ю. И. Использование технологий ГИС при оценке экологического состояния засоления земель Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 1 (33). С. 185-189.
2. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия / А. С. Рулев, С. Шинкаренко, В. Н. Бодрова, Н. В. Сидорова // Известия НВ АУК. 2018 № 4 (52). С. 115-122.
3. Курбанов С. А., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Функциональная схема анализа данных и выработки управляющих решений на основе геоинформационной системы управления орошением // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 4 (36). С. 65-70.
4. Напрасников А. Т. Геоинформационная и цифровая мелиорация: методический аспект // Успехи современного естествознания. 2018. № 7. С. 209-214. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36827>.
5. Ольгаренко В. Иг., Бабичев А. Н., Монастырский В. А. Научная концепция и алгоритм реализации элементов прецизионного земледелия в условиях оросительной сельскохозяйственной мелиорации // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 1 (29). С. 160-169. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=536>.
6. Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в мелиорации / В. А. Шевченко, В. П. Максименко, В. К. Губин, А. В. Матвеев // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 2. С. 23-26.
7. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. В. Слабунов, А. В. Слабунова, А. А. Завалин // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 53-64.
8. Юрченко И. Ф. Информационные системы управления водохозяйственным мелиоративным комплексом // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 1. С. 12-15.
9. Юрченко И. Ф. Приоритетные направления и мероприятия современной цифровизации в мелиорации // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12. № 2. С. 84-100. <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1280>.
10. Ayalew D. A., Sarapatka B., Deumlich D. Agricultural landscape-scale C factor determination and erosion prediction for various crop rotations through a remote sensing and GIS approach // European Journal of Agronomy. 2021. Vol. 123. 126203.
11. Hirsch-Kreinsen H. Knowledge-intensive entrepreneurship in low-tech industries. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2014. 264 p.
12. Yurchenko I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. № 96 (5). Pp. 1253-1265.

References

1. Akhmedov A.D., Kuznetsov Yu. I. The use of GIS technologies in assessing the ecological state of salinization of the lands of the Volgograd region // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. 2014. No. 1 (33). Pp. 185-189.

2. Geoinformation technologies in ensuring precision agriculture / A. S. Rulev, S. Shinkarenko, V. N. Bodrova, N. V. Sidorova // Izvestia NV AUK. 2018. No. 4 (52). Pp. 115-122.
3. Kurbanov S. A., Borodychev V. V., Lytov M. N. Functional scheme of data analysis and development of control solutions based on geoinformation irrigation management system // Problems of agroindustrial complex development in the region. 2018. No. 4 (36). Pp. 65-70.
4. Naprasnikov A. T. And Geoinformation digital land reclamation: methodological aspect // The successes of modern natural science. 2018. No. 7. Pp. 209-214. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36827>.
5. Olgarenko V. I., Babichev A. N., Monastyrsky V. A. Scientific concept and algorithm of realization of precision farming elements in conditions of irrigation agricultural land reclamation // Scientific journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation. 2018. No. 1 (29). pp. 160-169. <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=526&id=536>.
6. Prospects for the use of unmanned aerial vehicles in land reclamation / V. A. Shevchenko, V. P. Maksimenko, V. K. Gubin, A. V. Matveev // Land reclamation and water management. 2018. No. 2. Pp. 23-26.
7. Approaches to the formation of the information system "Digital melioration" / V. N. Shchedrin, S. M. Vasiliev, V. V. Slabunov, A. V. Slabunova, A. A. Zavalin // Information technologies and computing systems. 2020. No. 1. Pp. 53-64.
8. Yurchenko I. F. Information management systems of water reclamation complex // Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2016. No. 1. pp. 12-15.
9. Yurchenko I. F. Priority directions and measures of modern digitalization in melioration // Melioration and hydraulic engineering. 2022. Vol. 12. No. 2. pp. 84-100. <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1280>.
10. Ayalev D. A., Sarapatka B., Deimlich D. Determination of the coefficient C on the scale of the agricultural landscape and prediction of erosion for various crop rotations using remote sensing and GIS approach // European Journal of Agronomy. 2021. Volume. 123. 126203.
11. Hirsch-Kreinsen H. High-tech entrepreneurship in low-tech industries. Cheltham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2014. 264 p.
12. Yurchenko I. F. Information support system designed for planning technical operation of reclamation facilities // Journal of Theoretical and Applied information Technologies. 2018. No. 96 (5). Pp. 1253-1265.

Информация об авторах

Ахмедов Аскар Джангир оглы, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), e-mail: askar-5@mail.ru

Бабаев Джавид Эльханович, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), e-mail: dbabaev1996@yandex.ru

Липский Дмитрий Дмитриевич, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), e-mail: mityalipcky@yandex.ru

Пискунов Андрей Викторович, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), e-mail: pisanvi@mail.ru

Authors Information

Akhmedov Askar Dzhangir ogly, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation), e-mail: askar-5@mail.ru

Babaev Javid Elkhonovich, graduate student of the Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation), e-mail: dbabaev1996@yandex.ru.

Lipsky Dmitry Dmitrievich, graduate student of the Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation), e-mail: mityalipcky@yandex.ru.

Piskunov Andrey Viktorovich, graduate student of the Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002, Russian Federation), e-mail: pisanvi@mail.ru.