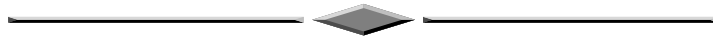


# ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ



УДК 528.71:629.73 (571.1)

DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-3-68-76

## Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в хозяйствах подтаежной зоны Западной Сибири

*А. В. Банкрутенко<sup>1\*</sup>, Н. С. Елисева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Тарский филиал ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», г. Тара, Омская область, Российская Федерация

\* e-mail: bankrutav@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время сельское хозяйство в мире, включая Россию, превращается в один из ярких примеров быстрого и успешного внедрения новых технологий, к которым с полным основанием можно отнести использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В этой связи авторами поставлена цель – изучить методические основы использования и проанализировать результаты применения БПЛА в агропромышленном комплексе подтаежной зоны Западной Сибири на примере хозяйств Тарского муниципального района Омской области. В статье приведены содержание и результаты исследования, выполненного впервые в подтаежной зоне (подтайге) Омской области. Особенностью исследования является использование квадрокоптера для мониторинга сельскохозяйственных угодий в высоко лесистой местности (65–70 %). В результате проведенных экспериментальных работ решены поставленные задачи, выявлены положительные и отрицательные стороны использования БПЛА в хозяйствах подтайги Омской области. Считаем, что полученный практический опыт по использованию БПЛА в сельском хозяйстве Омской области будет полезен специалистам и получит дальнейшее распространение.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, квадрокоптер, мониторинг, сельское хозяйство, подтаежная зона, пашня, пастбище

### *Введение*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в настоящее время приобрели большую популярность. Они используются практически во всех отраслях деятельности человека [1–3]. На фоне современной ситуации в мире БПЛА являются незаменимыми летательными средствами в зоне проведения СВО на Украине, но нельзя не учитывать их большую роль в других сферах, в том числе и в агропромышленном комплексе.

Использование БПЛА в сельском хозяйстве при адаптивно-ландшафтном и точном земледелии является незаменимым по оперативности и информационному содержанию сред-

ством. С помощью БПЛА можно проводить наблюдение и мониторинг. Эти аппараты также включаются в технологические схемы возделывания сельскохозяйственных культур [4–10]. Так, есть опыт в передовых южных хозяйствах России по замене наземной техники, которая обрабатывает посеы сельскохозяйственных культур пестицидами от болезней, вредителей и сорняков, на беспилотные летательные средства. Благодаря этому с полей исчезает технологическая колея от тракторов и агрегатов, сокращается время обработки, экономятся затраты и в итоге увеличивается урожайность.

БПЛА позволяют аграриям повышать эффективность технологий возделывания сель-

скохозяйственных культур, начиная от посева и заканчивая уборкой, управлять животноводческим хозяйством, мониторить затопление, заболачивание и др. [11–15].

В связи с этим целью наших исследований было изучение использования беспилотных летательных аппаратов в хозяйствах агропромышленного комплекса в подтаежной зоне Западной Сибири, в частности в хозяйствах Тарского муниципального района Омской области.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить на практике возможности использования БПЛА в сельском хозяйстве;
- провести мониторинг сельскохозяйственных угодий в хозяйствах подтаежной зоны с помощью квадрокоптера;
- выявить преимущества и недостатки использования квадрокоптеров в хозяйствах подтаежной зоны.

### ***Объект и методы исследования***

Объектом исследования являются сельскохозяйственные угодья СПК Озёрный и ООО «ОПХ им. Фрунзе» Тарского муниципального района, расположенные в подтаежной зоне Омской области. Отличие подтайги от других зон области заключается в высокой лесистости территории (65–70 %), это является основным сдерживающим фактором при использовании БПЛА [16–18].

В подтаежной зоне преобладают березово-осиновые леса, постепенно переходящие в колки. Так как данные хозяйства района находятся на левом берегу р. Иртыша, на их территории преобладают береза, осина и мелкие кустарники, растущие по гривам. Залесенность, заболоченность и сильная обводненность – вот основные черты подтайги Западной Сибири [19, 20].

Исследования по применению БПЛА в сельском хозяйстве проводились нами в 2020 и 2022 гг. В качестве БПЛА использовались квадрокоптеры разных марок и производителей – FIMI X8 SE 2022 V2 (камера 48 Мп) и Ryze Tello (камера 5 Мп).

В 2020 г. полевые работы проводились в начале лета, после таяния снега (при

наибольшей увлажненности), а также в конце октября и начале декабря, в период наименьшей увлажненности сотрудниками кафедры природообустройства, водопотребления и охраны водных ресурсов ФГБОУ ВО Омский ГАУ совместно с сотрудниками Тарского филиала ФГБОУ ВО Омский ГАУ. В 2022 г. исследования проводили сотрудники Тарского филиала ФГБОУ ВО Омский ГАУ.

### ***Результаты исследований***

В 2020 г. в рамках научной темы «Обоснование возможности возврата переувлажненных земель в сельскохозяйственный оборот СПК Озёрный Тарского района Омской области» (рук. Банкрутенко А. В., договор № 01-ТФ/2020, от 20.07.2020 г.), выполняемой по заказу Комитета по сельскому хозяйству и продовольствия Администрации Тарского муниципального района Омской области для выявления переувлажнения пахотных земель, использовался квадрокоптер [21]. Суть данной работы была не в изучении использования БПЛА, а в установлении причин затопления и подтопления сельскохозяйственных угодий хозяйства. Квадрокоптер же был одним из инструментов мониторинга данных земель. Это был наш первый опыт работы с БПЛА в подтаежной зоне. В связи с тем, что территория Тарского района располагается в зоне неустойчивого увлажнения, проблемы, связанные с водными ресурсами, всегда являются актуальными [22].

Подтопляемые сельскохозяйственные угодья в весенний период (во время таяния снега и поднятия грунтовых вод) в СПК Озёрный, в частности пашня, располагались рядом с болотным участком, на котором еще в 70-х г. XX в. была создана система мелиоративно-осушительных мероприятий с водоотводом в естественный водоем р. Оша. В течение последних десятилетий водоотводные каналы пришли в упадок (заросли древесно-кустарниковой растительностью, заилились, были замечены бобровые завалы и др.), это было установлено при облете квадрокоптером магистральных каналов и всего мелиоративного участка. В итоге мониторинга данных земельных участков с использованием БПЛА значи-

тельно сократилось время обследования и установления причин подтопления близлежащих пахотных земель, а также даны соответствующие рекомендации специалистам хозяйства во избежание заболачивания ценных сельскохозяйственных угодий.

В период с 2020 по 2022 г. популярность использования БПЛА в мире возросла в разы, в связи с этим нами была разработана хозяйственная тема «Использование беспилотных летательных аппаратов для повышения эффективности сельскохозяйственного производства на примере ООО "ОПХ им. Фрунзе" Тарского района Омской области» (рук. Банкрутенко А. В., договор № 1н от 28.03.2022 г.), которую одобрил Комитет по сельскому хозяйству и продовольствию Администрации Тарского муниципального района Омской области. Целью исследований стало изучение возможностей использования квадрокоптера в конкретном хозяйстве. В качестве базы было выбрано передовое хозяйство Тарского района Омской области – ООО «ОПХ им. Фрунзе» [23].

Во время работы по данной теме мы тесно сотрудничали со специалистами хозяйства, которые указывали на наиболее кризисные участки сельскохозяйственных угодий. Параллельно с облетами данных полей велся мониторинг по космическим снимкам (Яндекс-карта, Гугл-карта) и по топографическим картам, имеющимся в хозяйстве. При этом в реальном времени произвели уточнение детализованных данных на картах по результатам съемки с квадрокоптера.

Квадрокоптер в хозяйстве использовался при проведении следующих мероприятий:

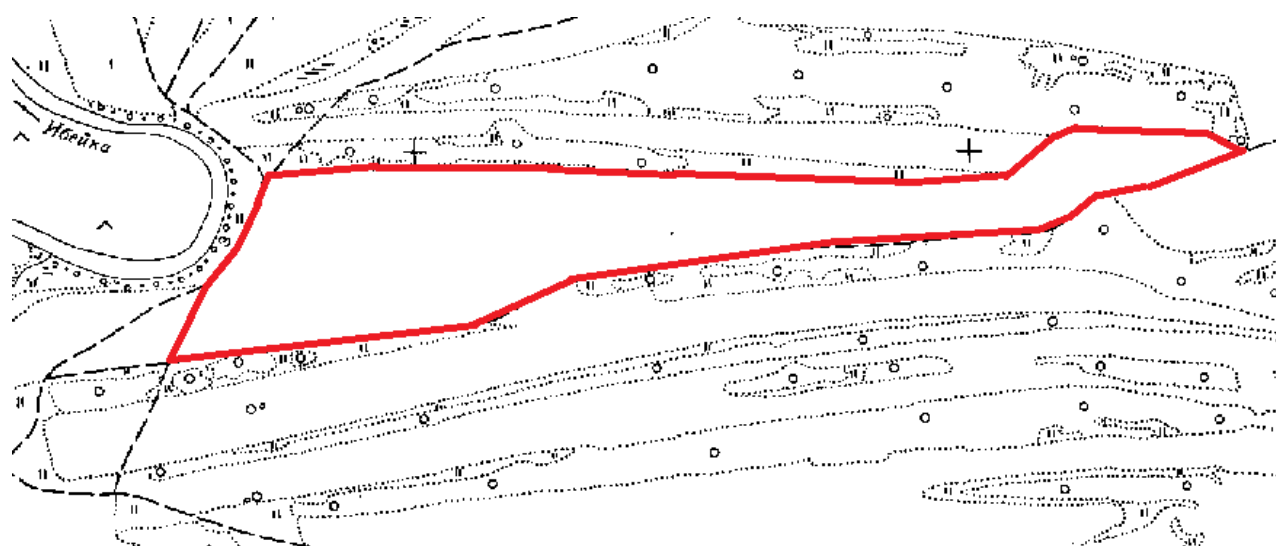
1. Мониторинг подтопляемых сенокосных угодий. При облете данных угодий оперативно были выявлены причины подтопления, основной из которых явились заторы на реке Ибейка в результате деятельности бобров. Своевременное принятие мер по очистке заторов и удалению излишков воды с близлежащих земель способствовало подсыханию почвы и в дальнейшем позволило вовремя начать сенокосение на данном поле (рис. 1).



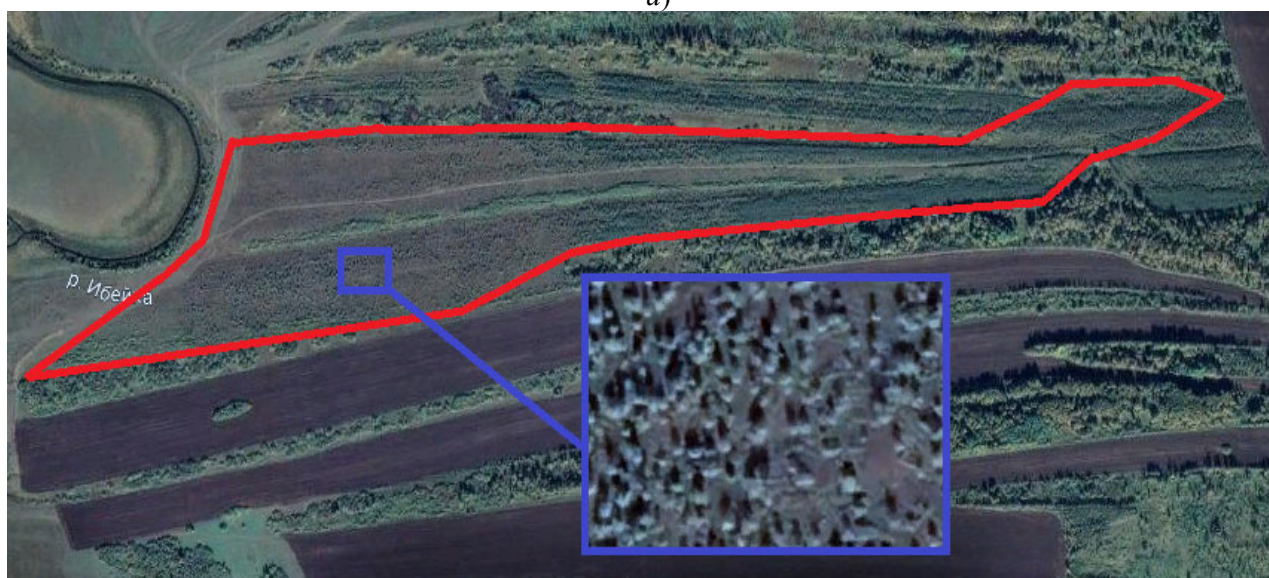
Рис. 1. Космический снимок подтопляемых сенокосных участков:  
а) сенокосные участки (весна); б) сенокосные участки (конец лета)

2. Мониторинг залежных земель. С целью ввода залежных земель в сельскохозяйственный оборот необходимо было изучить участок, который еще в 80-е гг. XX в. использовался под пашню. Квадрокоптер при этом был просто необходим. Облет и изучение залежного участка позволили оценить реальную ситуацию на местности. В нашем случае поле за несколько

лет простоя заросло древесно-кустарниковой растительностью и кочками (рис. 2). На карте после облета поля были отмечены места с березово-осиновой растительностью, высота которых уже достигала более 5 м. В итоге их убрали вручную, а мелкие кусты и кочки разработали сельскохозяйственными машинами одновременно с основной обработкой.



а)



б)

Рис. 2. Исследуемый земельный массив:

а) фрагмент топографической карты ООО «ОПХ им. Фрунзе», 1985 г. (указанное поле использовалось под пашню); б) фрагмент космического снимка поля ООО «ОПХ им. Фрунзе», 2022 г. (указанное поле находится под залежью)

3. Квадрокоптер использовался при выпасе крупного рогатого скота в качестве наблюдателя – «воздушного пастуха». В течение паст-

бищного периода (конец весны – лето – начало осени) также мониторили состояние пастбищных полей – принимались решения по выпасу

на том или ином участке, уходе за пастбищами, уборке мусора, кочек, вредных и ядовитых растений и т. д.

4. Большой объем работ в хозяйстве был проделан в период возделывания зерновых и кормовых культур. При помощи БПЛА проводились наблюдения и съемка всех технологических операций, а также отслеживалось состояние растений во всех фазах вегетации:

– в период появления всходов были обнаружены посевы;

– при облете визуально диагностировались посевы на наличие нехватки элементов питания (по цвету);

– выявлялись периоды вегетации культур для обработки их гербицидами;

– в течение созревания культур регулярно мониторили поля с целью начала своевременной уборки.

В период выполнения данной научной темы по договоренности с Комитетом сельского хозяйства и продовольствия с целью популяризации сельскохозяйственных специальностей были организованы экскурсии школьников и студентов г. Тары и района на поля хозяйства ООО ОПХ им. Фрунзе, где демонстрировалось применение современных технологий в сельском хозяйстве, в том числе применение квадрокоптеров (рис. 3) [24].



Рис. 3. Демонстрация работы квадрокоптера на полях ООО «ОПХ им. Фрунзе»

В результате наших исследований были выявлены преимущества и недостатки использования квадрокоптеров:

– преимущества – высокое качество аэрофотосъемки; экономия затрат времени при мониторинге угодий; легкая управляемость; детализированный сбор данных; оперативный подход к решению задач;

– недостатки, с которыми мы столкнулись, – это несовершенство в законодательстве при эксплуатации БПЛА (много противоречий в приказах Министерства транспорта РФ [25]); уязвимость в небе (при облете сено-

косных угодий квадрокоптер подвергся нападению птиц) и, конечно же, метеозависимость (в плохую погоду эффективность работы БПЛА снижалась, и он мог выйти из строя).

Немаловажным фактором при использовании квадрокоптеров, на котором хотелось бы остановиться, являются габариты. Для использования квадрокоптеров в агропромышленном комплексе целесообразно при проведении мониторинга выбирать БПЛА, имеющие взлетную массу 0,15–30 кг, так как они наиболее распространены, компактны, легко

управляемы, содержат камеры высокого разрешения, но в то же время требуют постановки на учет.

### Заключение

В заключение отметим существенные преимущества использования БПЛА в сельскохозяйственном производстве. Современные БПЛА и даже их недорогие модели позволяют агрономам и руководителям хозяйств

регулярно проводить оперативный мониторинг своих угодий, обновлять информационную базу их состояния и создавать традиционные, а в перспективе – и цифровые карты полей.

Наличие подобной информации позволяет своевременно реагировать на появление признаков негативных процессов, принимать необходимые меры и обеспечивать должный уровень продуктивности хозяйственной деятельности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шпаков А. А., Заварин Б. В. Использование беспилотных летательных аппаратов при осуществлении мероприятий по мониторингу земель, государственному земельному надзору // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : сб. статей. – СПб.: СПбГАУ, 2018. – С. 291–294.
2. Кудравец Д. А., Ткачева О. А. Применение малой авиации в землеустройстве и мониторинге земель // Международный студенческий электронный научный вестник. – 2016. – Вып. 4 (часть 4). – С. 532–534.
3. Генике А. А., Побединский Г. Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. – М. : Картгеоцентр, 2004.
4. Шаповалов Д. А., Банкрутенко А. В. Мониторинг состояния сельскохозяйственных земель на территории севера Омской области // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2019. – № 4 (19). – С. 1.
5. Банкрутенко А. В. Проблема организации территории сельскохозяйственных предприятий // Международная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930–2015 гг.) «Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» : сб. статей в 2-х частях. – 2020. – С. 48–52.
6. Юдина Е. В., Банкрутенко А. В. Повышение эффективности полевого кормопроизводства в подтайге Омской области // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 4 (139). – С. 26–30.
7. Рогатнев Ю. М., Долматова О. Н. Эффективное использование земельных ресурсов как основа устойчивого развития сельского хозяйства региона (на материалах Омской области): монография. – Омск : ОмГАУ, 2017. – 188 с.
8. Непоклонов В. Б., Хабарова И. А., Хабаров Д. А. Мониторинг и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Краснодарского края // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 167–178.
9. Жарников В. Б., Ларионов Ю. С. Мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения как механизм их рационального использования // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 1. – С. 203–212.
10. Варламов А. Л., Захарова С. Н. Мониторинг земель : учеб. пособие. – М. : ГУЗ, 2000. – 158 с.
11. Ларин И. В., Иванов А. Ф., Бегучева П. П. Луговое и пастбищное хозяйство. – Л. : Агропромиздат, 1990. – 600 с.
12. Банкрутенко А. В. Проблема кормов – проблема животноводства // Главный зоотехник. – 2012. – № 8. – С. 10–13.
13. Елисеева Н. С., Банкрутенко А. В. Мониторинг и охрана земель : учеб. пособие. – Омск, 2021. – 164 с.
14. Khorechko I., Rogatnev Y., Veselova M., Filippova T., Kotsur E. Environmental and economic problems related to rationalizing the use of agricultural lands in the Irtysh land // International Journal of Geomate. – 2019. – Vol. 17 (61). – P. 248–256.
15. Хлебникова Т. А., Ямбаев Х. К., Опритова О. А. Разработка технологической схемы сбора и обработки данных аэрофотосъемки с использованием беспилотных авиационных систем для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 106–118.
16. Казанцев В. П., Кубарев В. А., Банкрутенко А. В., Григорьев Ю. П. Полевое кормопроизводство в Западной Сибири : монография. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2012. – 280 с.

17. Елисеева Н. С., Банкрутенко А. В. Адаптивно-ландшафтная система использования земель : учеб. пособие. – Омск : Издательство ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2019. – 133 с.
18. Шиятый Е. А. Почвозащитная роль элементов шероховатости почв и их изменение при различных способах её обработки // Земледелие, почвоведение, агрохимия и защита растений. – М., 1968. – Вып. 1. – С. 36–44.
19. Рейнгард Я. Р. Эродированность чернозёмов в таксономическом аспекте // Генезис почв Западной Сибири, их мелиорация и эффективность удобрений. – Омск, 1981. – С. 28–32.
20. Агроклиматический справочник по Омской области. – Л. : Гидрометеиздат, – 1959. – 228 с.
21. Отчет о НИР «Обоснование возможности возврата переувлажненных земель в сельскохозяйственный оборот СПК Озёрный Тарского района Омской области» / Рук. Банкрутенко А. В. – Тара, 2020. – 48 с.
22. Елисеева Н. С., Банкрутенко А. В., Щербакова Д. В. Эколого-ландшафтная оценка территории Тарского района Омской области // Четвертая Национальная научно-практическая конференция «Современное научное знание в условиях системных изменений» : сб. статей. – Тара, 2020. – С. 146–151.
23. Отчет по хозяйственной теме «Использование беспилотных летательных аппаратов для повышения эффективности сельскохозяйственного производства на примере ООО «ОПХ им. Фрунзе» Тарского района Омской области» / Рук. Банкрутенко А. В. – Тара, 2022. – 25 с.
24. Экскурсия школьников БОУ «Чекрушанская СОШ» в хозяйство ООО «ОПХ им. Фрунзе». Репортаж Тара-ТВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ok.ru/video/4303980333581> (дата обращения 08.01.2023.).
25. Гура Д. А., Марковский И. Г., Ряскин А. А. Использование беспилотных летательных аппаратов при осуществлении государственного земельного надзора // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 5. – С. 138–146.

#### Об авторах

*Александр Владимирович Банкрутенко* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.  
*Наталья Сергеевна Елисеева* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Получено 10.11.2022

© А. В. Банкрутенко, Н. С. Елисеева, 2023

### The use of unmanned aerial vehicles in the farms of the subtaiga zone of Western Siberia

*A. V. Bankrutenko<sup>1\*</sup>, N. S. Eliseeva<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Tara branch of the Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Tara, Omsk region, Russian Federation

\* e-mail: bankrutav@mail.ru

**Abstract.** Currently, agriculture in the world, including Russia, is turning into one of the clearest examples of the rapid and successful introduction of new technologies, and these include the use of unmanned aerial vehicles (UAV), so we set a goal to study the use of UAVs in the farms of the agroindustrial complex in the conditions of the subtaiga zone of Western Siberia, in particular in the farms of the Tarsky municipal district of the Omsk region. The article presents studies that were carried out for the first time in the Omsk region. The feature of the research is the use of a quadcopter to monitor agricultural land in a highly wooded area (65-70%). As a result of the work, all the tasks were completed, the positive and negative sides of the use of drones in the farms of the subtaiga of the Omsk region were revealed. We believe that our practical experience in the use of UAVs in agriculture will be useful for relevant managers and specialists.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, quadcopter, drone, monitoring, agriculture, subtaiga zone, arable land, pasture

#### REFERENCES

1. Shpakov, A. A., & Zavarin, B. V. (2018). The use of unmanned aerial vehicles in the implementation of land monitoring measures, state land supervision. In *Sbornik state: Rol' molodykh uchenykh v reshenii ak-*

tual'nykh zadach APK [Collection of Articles: The Role of Young Scientists in Solving Urgent Problems of the Agroindustrial Complex] (pp. 291–294). St. Petersburg: SPbSAU Publ. [in Russian].

2. Kudravets, D. A., & Tkacheva, O. A. (2016). The use of small aircraft in land management and land monitoring. *Mezhdunarodnyi studencheskii elektronnyi nauchnyi vestnik [International Student Electronic Scientific Bulletin]*, 4(4), 532–534 [in Russian].

3. Genike, A. A., & Pobedinsky, G. G. (2004). *Global'nye sputnikovye sistemy opredeleniia mestopolozheniia i ikh primeneniie v geodezii [Global satellite positioning systems and their application in geodesy]*. Moscow: Kartgeocenter Publ. [in Russian].

4. Shapovalov, D. A., & Bankrutenko, A. V. (2019). Monitoring the state of agricultural lands in the north of the Omsk region. *Elektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal Omskogo GAU [Electronic Scientific and Methodological Journal of the Omsk State Agrarian University]*, 4(19), P. 1 [in Russian].

5. Bankrutenko, A. V. (2020). The problem of organizing the territory of agricultural enterprises. In *Sbornik statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skokhoziaistvennoi produktsii [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Scientific, Educational and Applied Aspects of Production and Processing of Agricultural Products]* (pp. 48–52) [in Russian].

6. Yudina, E. V., & Bankrutenko, A. V. (2018). Improving the efficiency of field feed production in the subtaiga of the Omsk region. *Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]*, 4(139), 26–30 [in Russian].

7. Rogatnev, Yu. M., & Dolmatova, O. N. (2017). *Effektivnoe ispol'zovanie zemel'nykh resursov kak osnova ustoichivogo razvitiia sel'skogo khoziaistva regiona (na materialakh Omskoi oblasti) [Effective use of land resources as a basis for sustainable development of agriculture in the region (based on the materials of the Omsk region)]*. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ., 188 p. [in Russian].

8. Nepoklonov, V. B., Khabarova, I. A., & Khabarov, D. A. (2018). Monitoring and rational use of agricultural lands of the Krasnodar Territory. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(1), 167–178 [in Russian].

9. Zharnikov, V. B., & Larionov, Yu. S. (2017). Monitoring the fertility of agricultural lands as a mechanism for their rational use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(1), 203–212 [in Russian].

10. Varlamov, A. L., & Zakharova, S. N. (2000). *Monitoring zemel' [Monitoring of lands]*. Moscow: GUZ Publ., 158 p. [in Russian].

11. Larin, I. V., Ivanov A. F., & Begucheva P. P. (1990). *Lugovoe i pastbishchnoe khoziaistvo [Meadow and pasture farming]*. Leningrad: Agropromizdat Publ., 600 p. [in Russian]

12. Bankrutenko, A. V. (2012). The problem of feed – the problem of animal husbandry. *Glavnyi zootekhnik [Head of Animal Breeding]*, 8, 10–13 [in Russian].

13. Eliseeva, N. S., & Bankrutenko, A. V. (2021). *Monitoring i okhrana zemel' [Monitoring and protection of lands]*. Omsk, 164 p. [in Russian].

14. Khorechko, I., Rogatnev, Y., Veselova, M., Filippova, T., & Kotsur, E. (2019). Environmental and economic problems related to rationalizing the use of agricultural lands in the Irtysh land. *International Journal of Geomate*, 17(61), 248–256.

15. Khlebnikova, T. A., Yambaev, H. K., & Opritova, O. A. (2020). Development of a technological scheme for collecting and processing aerial photography data using unmanned aircraft systems for geospatial modeling. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(1), 106–118 [in Russian].

16. Kazantsev, V. P., Kubarev, V. A., Bankrutenko, A. V., & Grigoriev, Yu. P. (2012). *Polevoe kormoproizvodstvo v Zapadnoi Sibiri [Field feed production in Western Siberia]*. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ., 280 p. [in Russian].

17. Eliseeva, N. S., & Bankrutenko, A. V. (2019). *Adaptivno-landshaftnaia sistema ispol'zovaniia zemel' [Adaptive landscape system of land use]*. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ., 133 p. [in Russian].

18. Shiyaty, E. A. (1968). The soil protection role of soil roughness elements and their changes in various methods of its processing. In *Zemledelie, pochvovedenie, agrokimiia i zashchita rastenii: Vyp. 1 [Agriculture, Soil Science, Agrochemistry and Plant Protection: Issue 1]* (pp. 36–44). Moscow [in Russian].

19. Reinhard, Ya. R. (1981). Erudition of chernozems in taxonomic aspect. In *Genezis pochv Zapadnoi Sibiri, ikh melioratsiia i effektivnost' udobrenii [Genesis of soils of Western Siberia, their reclamation and fertilizer efficiency]* (pp. 28–32). Omsk [in Russian].

20. *Agroklimaticheskii spravochnik po Omskoi oblasti [Agroclimatic handbook of the Omsk region]*. (1959). Leningrad: Hydrometeoizdat, 228 p. [in Russian].

21. R&D report "Justification of the possibility of returning waterlogged lands to the agricultural turnover of the Ozerny SEC of the Tarsky district of the Omsk region". (2020). A. V. Bankrutenko (Head). Tara, 48 p. [in Russian].



22. Eliseeva, N. S., Bankrutenko, A. V., & Shcherbakova, D. V. (2020). Ecological and landscape assessment of the territory of the Tarsky district of the Omsk region. In *Sbornik statei IV Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Sovremennoe nauchnoe znanie v usloviakh sistemnykh izmenenii» [Proceedings of the IV National Scientific and Practical Conference: Modern Scientific Knowledge in the Conditions of Systemic Changes]* (pp. 146–151). Tara [in Russian].

23. Report on the contractual topic "The use of unmanned aerial vehicles to improve the efficiency of agricultural production on the example of LLC "OPH im. Frunze" Tarsky district of Omsk region". (2022). A. V. Bankrutenko (Head). Tara Publ., 25 p. [in Russian].

24. Excursion of schoolchildren of the BOU "Chekrushanskaya SOSH" to the farm of LLC "OPH im. Frunze". Tara-TV report. Retrieved from <https://ok.ru/video/4303980333581> (accessed January 8, 2023) [in Russian].

25. Gura, D. A., Markovsky, I. G., & Ryaskin, A. A. (2022). The use of unmanned aerial vehicles in the implementation of state land supervision. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(5), 138–146 [in Russian].

#### Author details

*Alexander V. Bankrutenko* – Ph. D., Associate Professor.

*Natalia S. Eliseeva* – Ph. D., Associate Professor.

Received 10.11.2022

© A. V. Bankrutenko, N. S. Eliseeva, 2023