

Научная статья

Original article

УДК 631:004

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_7\_314

**ПРИМЕНЕНИЕ СТЕРЕОМОДЕЛИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**APPLICATION OF THE STEREO MODEL IN MONITORING  
AGRICULTURAL LAND**



**Гусев Алексей Сергеевич**, к.б.н., доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, E-mail: a\_anser@mail.ru

**Варнина Валерия Андреевна**, преподаватель кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, E-mail: inyshevav@mail.ru

**Броницкая Софья Александровна**, преподаватель кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, E-mail: ledysona@mail.ru

**Беличев Алексей Анатольевич**, к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, E-mail: aabel@list.ru

**Вяткина Галина Владимировна**, к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, E-mail: vyatkina.galya@mail.ru

**Gusev Alexey Sergeevich**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Land Management Department, Ural State Agrarian University, E-mail: a\_anser@mail.ru

**Varnina Valeria Andreevna**, lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, E-mail: inyshevav@mail.ru

**Bronitskaya Sofia Alexandrovna**, lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, E-mail: ledysona@mail.ru

**Belichev Alexey Anatolyevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, E-mail: aabel@list.ru

**Vyatkina Galina Vladimirovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Land Management Department, Ural State Agrarian University, E-mail: vyatkina.galya@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время сельское хозяйство активно меняется и переходит на новую ступень развития, все больше хозяйств применяет технологии точного земледелия, что в свою очередь требует качественной и немаловажно - достоверной информации и состоянии земель на интересующий момент времени. [7] Земли сельскохозяйственного назначения – это стратегический ресурс нашей страны, поэтому мониторинг за состоянием земельных ресурсов является важной задачей в управлении земельным фондом. В век информационных технологий при проведении мероприятий по отслеживанию состояния земель, большим спросом пользуются методы дистанционного зондирования, в частности применение беспилотных летательных аппаратов. Данные полученные при выполнении аэрофотосъемки позволяют получить точную и достоверную информацию в короткие сроки. Таким образом при применении методов дистанционного зондирования практически нет необходимости в выполнении наземных манипуляций, что существенно облегчает работу специалистов, именно поэтому во многих отраслях, в том числе и при кадастровых работах уже долгое время практикуются данные методы. В зависимости от поставленной задачи будут необходимы различные продукты, полученные методами дистанционного зондирования. [1]

В данной статье рассмотрены перспективы применения в сельском хозяйстве стереомодели территории. Стереомодель – изображение местности в трехмерном виде, полученное с данных, выполненных при аэрофотосъёмке. При использовании стереомодели можно получить всю необходимую информацию о состоянии земель на текущих момент времени. В статье приводится обоснование выбора данного метода как инструмента осуществления мониторинга за

состоянием земельных ресурсов на основе анализа преимуществ и недостатков других методов обследования земель.

**Abstract.** Currently, agriculture is actively changing and moving to a new stage of development, more and more farms are using precision farming technologies, which in turn requires high-quality and, importantly, reliable information and the state of the land at the time of interest. [7] Agricultural land is a strategic resource of our country, therefore monitoring the state of land resources is an important task in the management of the land fund. In the age of information technology, remote sensing methods, in particular the use of unmanned aerial vehicles, are in great demand when carrying out measures to monitor the state of the land. The data obtained during aerial photography allows you to get accurate and reliable information in a short time. Thus, when using remote sensing methods, there is practically no need to perform ground manipulations, which greatly facilitates the work of specialists, which is why in

**Ключевые слова:** стереомодель, мониторинг, рельеф, аэрофотосъемка, сельское хозяйство, стереофотограмметрический метод

**Keywords:** stereomodel, monitoring, relief, aerial photography, agriculture, stereophotogrammetric method

Для актуализации сведений и более качественного использования земель сельскохозяйственного назначения необходим такой инструмент как мониторинг земель. Полученные данные в ходе мониторинга обеспечивают актуальной информацией субъекты земельных отношений и состоянии земельных ресурсов. Земли сельскохозяйственного назначения как стратегический ресурс требуют более тщательного наблюдения. Ухудшение состояния пахотных угодий, эрозия и деградация почвенного покрова, все это является острой проблемой в сфере сельского хозяйства. Учет, инвентаризация и контроль за использованием земель сельскохозяйственного назначения необходимы для дальнейшего эффективного и рационального их использования.

Таким образом специфика учета земель сельскохозяйственного назначения несколько отличается от земель других категорий. Основой мониторинга и его

важной информационной составляющей служат карты землепользований и хозяйств, которые отражают ситуацию на текущий момент времени. Именно поэтому необходимо наличие цифровых карт и планов местности, отражающих состояние и текущее положение объектов земельного фонда. [3]

Среди множества задач, решаемых при помощи методов дистанционного зондирования, к задачам решаемым в отрасли сельского хозяйства можно отнести:

1. Учет и инвентаризация сельскохозяйственных угодий, выявление нарушенных и неиспользуемых земель;
2. Мониторинг состояния посевов;
3. Создание цифровых карт полей, а также создание тематических карт;
4. Расчет планируемой урожайности, норм внесения удобрений и т.д.

По данным, полученным при выполнении аэрофотосъемки при помощи БПЛА, можно создать электронные карты полей, которые отражают всю необходимую информацию о состоянии земель, посевов и т.д. на текущий момент времени. [8] При выполнении комплекса кадастровых работ, а также мониторинговых работ на сегодняшний день активно пользуется спросом стереомодель местности, преимущество которой заключается в простоте использования, а также ввиду ее трехмерности, что позволяет решать намного больше задач, чем обычная цифровая модель территории. Кроме того, использование стереомодели позволяет провести анализ состояния земельного участка детально во всех его аспектах как по горизонтальным, так и по вертикальным параметрам. [4,5]

К видам работ, решаемым при помощи стереомодели в сельском хозяйстве можно отнести:

1. Создание и актуализация карт полей;
2. Мониторинг за состоянием сельскохозяйственных угодий;
3. Определение точек рельефа;
4. Определение зон подверженных водной и ветровой эрозии;
5. Вычисление фактической площади сельскохозяйственных угодий;

6. Вычисление объемов выполняемых работ;

7. Контроль неблагоприятных процессов и т.д.

Таким образом, можно сказать, что перечень задач, решаемых при помощи стереомодели достаточно широк. Основным преимуществом данного метода является существенное сокращение объёмов полевых работ, все вышеперечисленные задачи возможно выполнить в камеральных условиях, что сокращает в значительной степени стоимость работ.

Одним из важных направлений для сельского хозяйства является – создание электронных карт сельскохозяйственных угодий, это необходимо для выявления неиспользуемых земель или используемых не по целевому назначению, а также для выявления очагов эрозии, переувлажнения и заболачивания и других проявлений деградации земель. На первых этапах для создания электронных карт использовались топографические карты с условными обозначениями, горизонталями и т.д, далее начали активно использовать ортофотопланы местности, если были необходимы высотные характеристики или данные рельефа, создавали цифровую модель рельефа. На сегодняшний день для работы над созданием цифровых карт полей подходит стереомодель местности, в виду ее трехмерности можно получить достоверные данные о рельефе, границах, состоянии растительности на полях.

Для работы со стереомоделью необходимо специальное оборудование – стереомонитор и программное обеспечение, Российским программным продуктом является цифровая стереофотограмметрическая система «Информационный стереоскопический образ территории» («ИНСОТ», «INSOT») [147943] включена в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. Программа предназначена для работы со стереомоделями местности, имеет достаточно удобный и простой интерфейс, наглядность, возможность векторизации объектов и рисовки рельефа. [4,5]

Для создания единой стереомодели используются обработанные снимки полученные при аэрофотосъемки. В процессе работы на готовой стереомодели были нанесены характерные точки рельефа для последующей отрисовки

горизонталей (рисунок 1). Полученные данные о рельефе позволяют нам иметь наглядную информацию о состоянии земель, есть возможность вычислить фактическую площадь полей, составить характеристику рельефа и сделать выводы о пригодности земель для выращивания тех или иных культур.

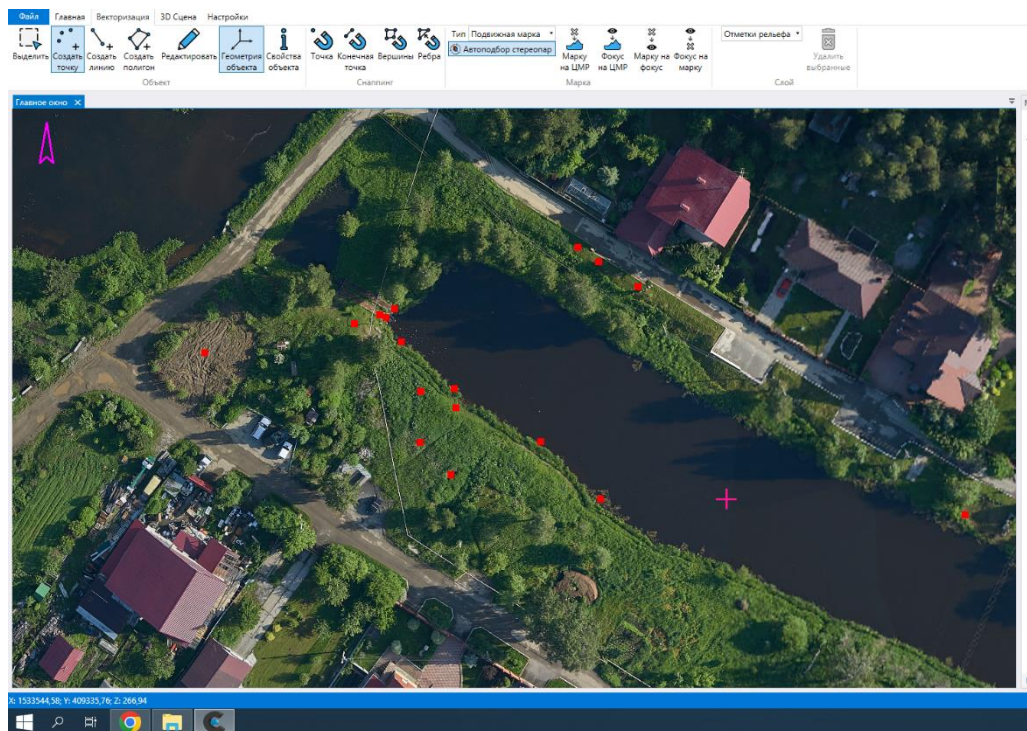


Рисунок 1 – Определение отметок рельефа в программном обеспечении ЦФС ИНСОТ

Определение границ земельных участков (рисунок 2), при использовании стереомодели границы контуров земельных участков можно получить камеральным путем, при этом в полевых работах нет необходимости, что существенно облегчает работу специалиста и сокращает сроки предоставления готового результата. Данные о границах контуров земельных участков используются при создании цифровых карт полей, а также для актуализации устаревших топографических планов местности. Данная информация позволяет в реальном времени иметь представление о том, что происходит на поле.

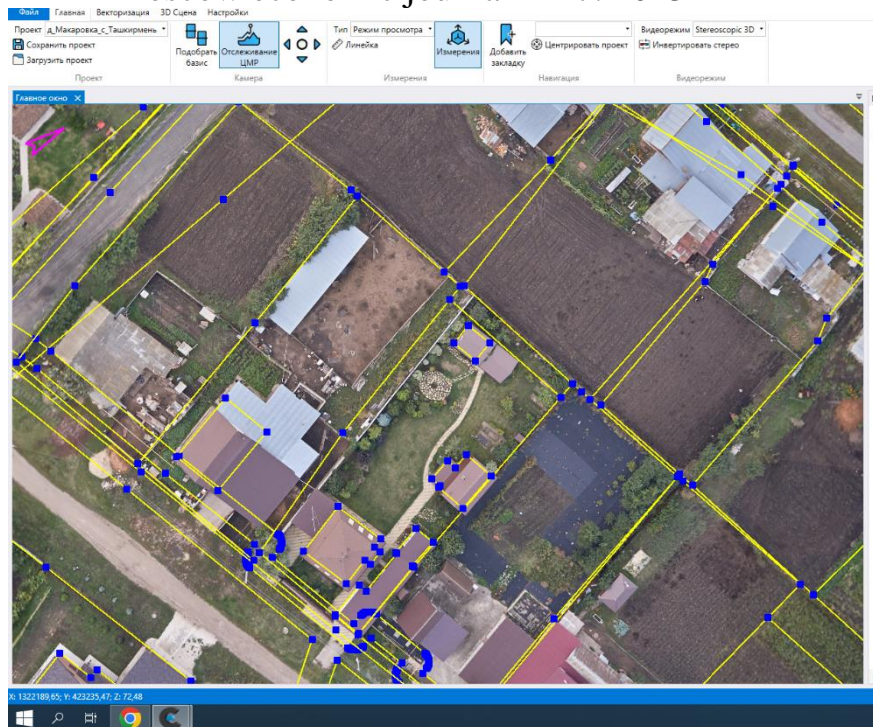


Рисунок 2 – Отрисовка границ земельных участков в программном обеспечении ЦФС ИНСОТ

Еще одним важным преимуществом использования стереомодели в сельском хозяйстве является мониторинг за посевом сельскохозяйственных культур, при высоком разрешении снимка и качественной стереомодели мы можем получить информацию о том, что происходит с посевами на полях на текущий момент времени, измерить высоту растений и отследить динамику их развития, а также рассчитать необходимые нормы внесения удобрений и просчитать затраты на данные виды работ.

Таким образом, использование стереомодели при мониторинге земель сельскохозяйственного назначения позволяет получать точную информацию об объектах на территории, получать ее в режиме реального времени и производить оперативный анализ данных. Кроме того, использование стереомодели позволяет уменьшить затраты на проведение мониторинга и внедрение новых технологий в сельском хозяйстве.

По данным проведенного анализа был составлен SWOT анализ использования стереофотограмметрического метода в сельском хозяйстве (таблица 1).

Таблица 1 – SWOT стереофотограмметрического метода

<p><b>Сильные стороны</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ускорение технологических процессов в сельскохозяйственном производстве</li> <li>2. Экономия производственных ресурсов</li> <li>3. Визуализация производственных процессов</li> <li>4. Камеральные работы (сведение к минимуму объема полевых работ)</li> <li>5. Безопасность при выполнении работ</li> <li>6. Выполнение работ не зависит от времени и погодных условий</li> <li>7. Неограниченные возможности повторных контрольных измерений</li> </ol>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Затраты на приобретение оборудования и программного обеспечения</li> <li>2. Корректная интерпретация полученных данных «человеческий фактор»</li> <li>3. Затраты на обучение</li> </ol>
<p><b>Возможности</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание единой цифровой модели хозяйства, облегчающего планирование сельскохозяйственного производства</li> <li>2. Возможность оперативного изменения договорных обязательств в соответствии с погодными условиями вегетационного периода</li> <li>3. Необходимая и достоверная информация на текущий момент времени о состоянии земель хозяйства</li> </ol>	<p><b>Угрозы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможны системные сбои компьютерной техники, могущие повлиять на ход технологических процессов</li> <li>2. Системные ошибки при анализе производственной ситуации, могущие привести к нарушению технологического процесса</li> </ol>

В результате проведенного анализа, можно сказать, что применение стереомодели для мониторинга сельскохозяйственных угодий является эффективным методом контроля за состоянием земель. Полученная информация позволит предприятиям применять технологии точного земледелия, планировать использование ресурсов, выявлять неиспользуемые земли и таким образом повысить эффективность своей деятельности. Кроме того, огромным плюсом является возможность камерально отслеживать рост и развитие растений на поле, выявлять неблагоприятные очаги и устранять их в самые короткие сроки. Данные технологии позволят не только более эффективно использовать



сельскохозяйственные угодья, но и упростят осуществление контроля за использованием земель, а также повысят урожайность выращиваемых культур и существенно помогут снизить материальные затраты.

#### **Список источников**

1. Блохина С. Ю. Применение дистанционного зондирования в точном земледелии // Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2018. № 5.
2. Васенев И. Смарт-системы агроэкологического мониторинга для интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР) [Электронный ресурс] / Ресурсосберегающее земледелие. 2022. № 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr> (дата обращения 31.05.2023)
3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>
4. Литвинцев К.А., Кобзева Е.А., Струнина Е.Н. Применение стереофотограмметрического метода в кадастре недвижимости и земельном надзоре // Геопрофи, No. 6, 2019. pp. 20-23.
5. Алябьев А.А. Пространственные данные как развитие цифровой экономики России // Технологические особенности стереофотограмметрического метода в комплексных кадастровых работах. Москва. 2018
6. Петушков, А.В. Спутниковые системы и технологии позиционирования Санкт- Петербург: НОИР, 2018, -88 с.
7. Гусев А.С., Скворцов Е.А. Применение технологий точного земледелия в Свердловской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (63).
8. Использование элементов точного сельского хозяйства в России / Е. В. Труфляк. Краснодар : КубГАУ, 2018. 26 с.

#### **References**

1. Blokhina S. Yu. Application of remote sensing in precision agriculture // Bulletin of Russian Agricultural Science, 2018. No. 5.
2. Vasenev I. Smart agroecological monitoring systems for intelligent decision support systems (DSS) [Electronic resource] / Resource-saving agriculture. 2022. No. 3 (55). URL: <https://agriecomission.com/base/smart-sistemy-agroekologicheskogo-monitoringa-dlya-intellektualnyh-sistem-podderjki-prinyatiya-reshenii-sppr> (accessed 31.05.2023)
3. Departmental project "Digital Agriculture": official publication. – Moscow: FSBI "Rosinformagrotech", 2019. – 48 p. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>
4. Litvintsev K.A., Kobzeva E.A., Strunina E.N. Application of the stereophotogrammetric method in the real estate cadastre and land supervision // Geoprofi, No. 6, 2019. pp. 20-23.
5. Alyabyev A.A. Spatial data as the development of the digital economy of Russia // Technological features of the stereophotogrammetric method in complex cadastral works. Moscow. 2018
6. Petushkov, A.V. Satellite systems and positioning technologies St. Petersburg: NOIR, 2018, -88 p.
7. Gusev A.S., Skvortsov E.A. Application of precision farming technologies in the Sverdlovsk region // Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University. 2020. № 4 (63).
8. The use of elements of precision agriculture in Russia / E. V. Truflyak. Krasnodar : KubGAU, 2018. 26 p.

**Для цитирования:** Гусев А.С., Варнина В.А., Броницкая С.А., Беличев А.А., Вяткина Г.В. Применение стереомодели при мониторинге земель сельскохозяйственного назначения // Московский экономический журнал. 2023. № 7. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-7-2023-2/>

© Гусев А.С., Варнина В.А., Броницкая С.А., Беличев А.А., Вяткина Г.В., 2023.

*Московский экономический журнал, 2023, № 7.*