

**В. А. Инышева**

Уральский государственный аграрный университет

(г. Екатеринбург)

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Эрозия почв является одной из основных проблем современного сельского хозяйства, ведущей к снижению плодородия земель и ухудшению их качества. Она вызвана различными факторами, такими как нерациональное управление земельными ресурсами, интенсивное воздействие человека на природные экосистемы, изменение климатических условий и другие. Исследования в области эрозионных процессов земель имеют большое значение для понимания масштабов проблемы, выявления основных факторов, способствующих развитию эрозии, и разработки эффективных мер по ее преодолению. Для этого необходимо использовать современные методы и технологии, включая методы дистанционного зондирования, которые позволяют получать информацию о состоянии и изменениях поверхности земли без непосредственного контакта с ней. Актуальность данной работы обусловлена не только значимостью проблемы эрозии, но и возможностью применения новейших технологий для ее изучения и мониторинга. Результаты и выводы исследования позволят не только лучше понять механизмы развития эрозии, но и предложить рекомендации по ее предотвращению и уменьшению воздействия на природные экосистемы. Следует отметить, что данные оценки развития эрозии могут стать основой для разработки программ устойчивого использования земель и внедрения мер по реставрации деградированных угодий.*

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, аэрофотосъемка, цифровизация, электронные карты, стереомодель, эрозия, цифровая модель рельефа

**Валерия Андреевна Инышева** — преподаватель кафедры землеустройства Уральского государственного аграрного университета. 620075, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42. E-mail: inyshevav@mail.ru

### **The use of Three-Dimensional Terrain Models to Assess the Development of Erosion Processes**

*Soil erosion is one of the main problems of modern agriculture, leading to a decrease in land fertility and deterioration of their quality. It is caused by various factors, such as irrational land management, intensive human impact on natural ecosystems, changing climatic conditions and others. Research in the field of land erosion processes is of great importance for understanding the scale of the problem, identifying the main factors contributing to the development of erosion, and developing effective measures to overcome it. To do this, it is necessary to use modern methods and technologies, including remote sensing methods, which allow obtaining information about the state and changes of the earth's surface without direct contact with it. The relevance of this work is due not only to the significance of the erosion problem, but also to the possibility of using the latest technologies for its study and monitoring. The results and conclusions of the study will allow not only to better understand the mechanisms of erosion development, but also to offer recommendations for its prevention and reduction of impact on natural ecosystems. It should be noted that these estimates of the development of erosion can become the basis for the development of programs for sustainable land use and the implementation of measures for the restoration of degraded lands.*

**Keywords:** agriculture, aerial photography, digitalization, electronic maps, stereo model, erosion, digital terrain model

**Valeriya Inysheva** — lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, 620075, Russian Federation, Yekaterinburg, Karla Libkhneta str., 42. E-mail: inyshevav@mail.ru

### Для цитирования

*Инышева В. А.* Применение трехмерных моделей местности для оценки развития эрозионных процессов // *Аграрное образование и наука.* 2024. №. 2

Разрушение почвенного покрова в следствие воздействия эрозионных процессов приводит к утрате плодородного слоя, что сказывается на урожайности и качестве посевов. Сельскохозяйственные культуры оказываются наиболее уязвимыми к воздействию эрозии из-за своего назначения и методов обработки земли. Одним из основных последствий эрозии для сельскохозяйственных угодий является снижение урожайности. Плодородный слой, богатый органическими веществами и питательными веществами, уносится со скатающимися водными потоками или под действием ветра. Это приводит к уменьшению способности почвы удерживать влагу и минеральные элементы, необходимые растениям для нормального роста. В результате посева становятся менее продуктивными, что негативно сказывается на сельскохозяйственной деятельности и продовольственной безопасности региона. Кроме того, эрозия земли может привести к утрате биологического разнообразия и нарушению экосистем на сельскохозяйственных угодьях. Из-за потери плодородного слоя и нарушения структуры почвы, многие виды растений и животных теряют свои источники питания и места обитания. Это, в свою очередь, сказывается на эффективности экосистемы и приводит к дальнейшему нарушению баланса в природной среде. Таким образом, воздействие эрозии на сельскохозяйственные угодья может иметь далеко идущие последствия для окружающей среды, сельскохозяйственной продукции и экономики региона. Для сохранения плодородных земель и устойчивого развития аграрного сектора необходимо разработать и внедрить эффективные меры по предотвращению эрозии, восстановлению почвенного плодородия и сбережению биологического разнообразия на сельскохозяйственных угодьях [Шеуджен 2017].

В данном исследовании для оценки эрозионной опасности земель были использованы данные дистанционного зондирования. Основными материалами, которые были задействованы, являются спутниковые снимки, аэрофотосъемка и цифровая модель рельефа, созданная на основе стереомодели

местности. Для проведения исследования были выбраны рабочие участки пашни с различной площадью и местоположением, что помогло получить более полное представление о текущем состоянии почвенного покрова и распространении эрозионных процессов.

Таким образом, использование разнообразных материалов и методов позволило провести всестороннее исследование эрозионной опасности земель с точки зрения дистанционного зондирования, что дало возможность получить более точные и объективные результаты для последующих анализов и разработки рекомендаций по улучшению состояния почвенного покрова и предотвращению эрозионной опасности [Гусев, Скворцов 2020].

Для оценки территорий с эрозионной опасностью необходима подробная информация о рельефе местности, для этого необходимы электронные карты, а также цифровая модель рельефа территории. Для создания электронных карт используются ортофотопланы местности, полученные по результатам аэрофотосъемок. Ортофотоплан представляет собой плоское изображение местности, для создания цифровой модели рельефа необходима дополнительная высотная съемка местности. На сегодняшний день для решения данных вопросов применяются стереомодели местности. Данные модели в виду своей трехмерности позволяют получать наглядную информацию в том числе и о высотных характеристиках местности [Гусев, Варнина, Броницкая т. д. 2023].

Применение трехмерных моделей местности активно используется в земельных вопросах и строительных работах, в сельском хозяйстве данное направление используется относительно недавно, но уже успело зарекомендовать себя с точки зрения простоты использования и сокращения рабочих процессов [Алябьев, Кобзева, Грачев 2017].

На территории учебно-опытного хозяйства Уральского ГАУ в мае 2023 года была проведена аэрофотосъемка компанией АО УСГИК. Аэрофотосъемка была проведена площадным способом, в масштабе 1:8500 – 1:10000, на площади 66 кв. км, всего было получено 8712 снимков.

На этапе камеральной обработки, полученные снимки прошли обработку в программном обеспечении PHOTOMOD, где было произведено уравнивание снимков и получение стереопар (рисунок 1).

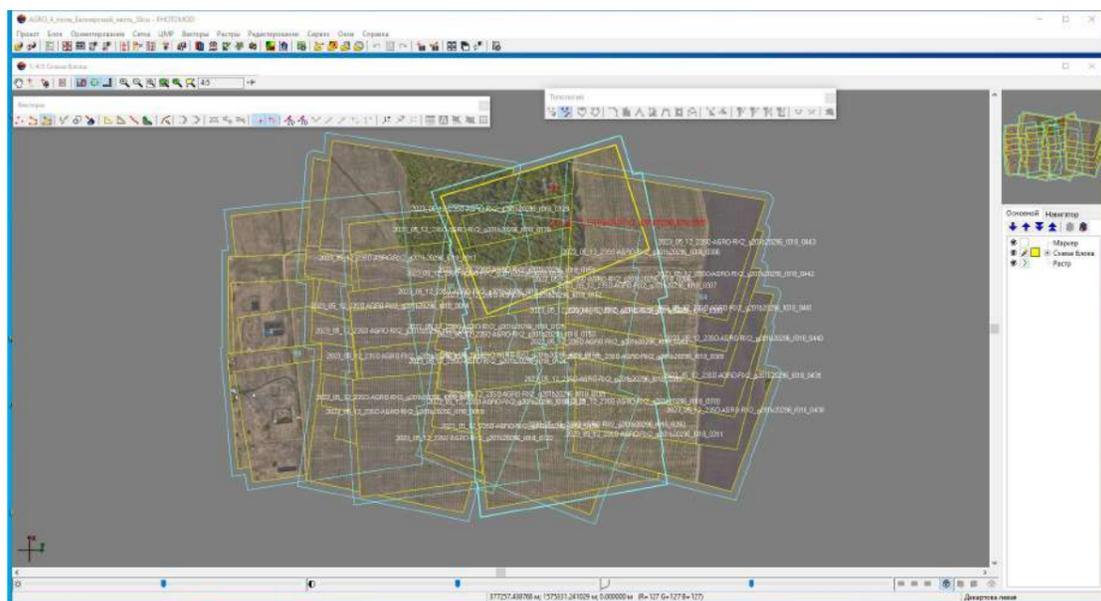


Рисунок 1 — Процесс работы над обработкой снимков в программном обеспечении PHOTOMOD

В результате данной обработки была получена единая стереомодель учебно-опытного хозяйства. В программном обеспечении ИНСОТ в векторном слое были отрисованы рабочие участки пашни, в семантические таблицы была занесена информация по номеру участка, его периметр, площадь и высотные характеристики (рисунок 3).

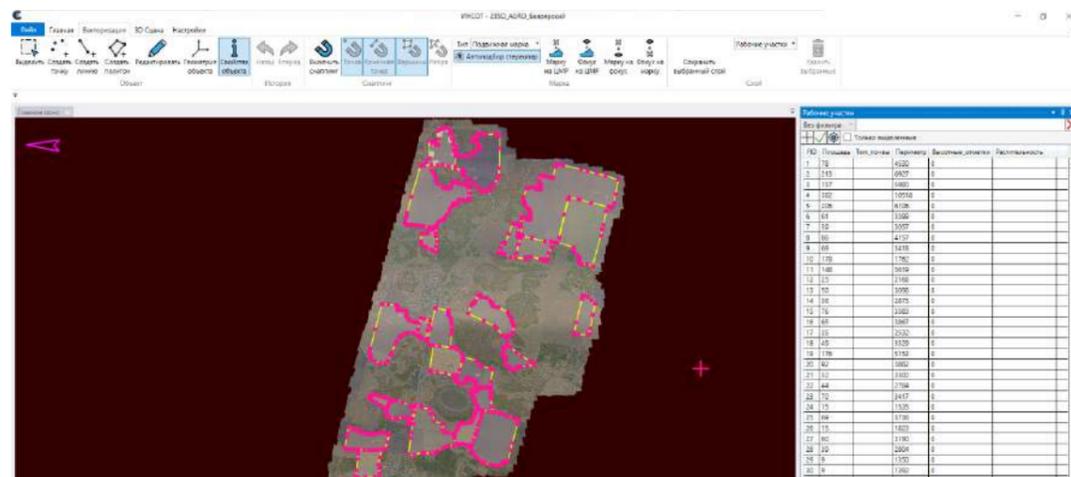


Рисунок 3 — Нанесение границ рабочих участков учебно-опытного хозяйства в стереоскопическом режиме

Далее в процессе работы на готовой стереомодели были нанесены характерные точки рельефа для последующей отрисовки горизонталей. 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.

Полученные данные об отметках рельефа позволяют создать цифровую модель рельефа. По данным цирковой модели рельефа мы можем отследить перепады высот и выявить очаги эрозионной опасности. Цифровая модель рельефа в программном обеспечении ГИС Аксиома представлена на рисунке 4.

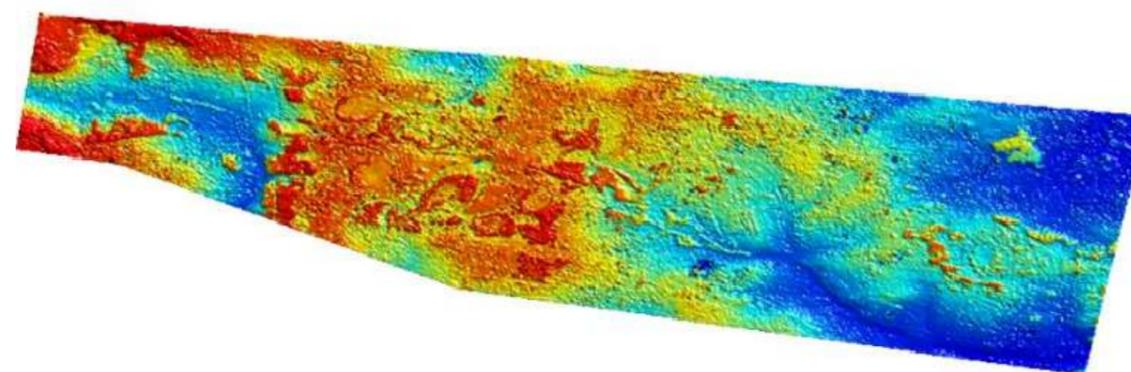


Рисунок 4 — Цифровая модель рельефа учебно-опытного хозяйства в ГИС Аксиома

Проведенное исследование позволило сделать несколько важных выводов и предложений, по оценке развития эрозионных процессов земель с использованием данных дистанционного зондирования. Методика исследования, основанная на данных дистанционного зондирования, показала свою эффективность и точность. Это говорит о перспективности использования современных технологий для мониторинга и анализа процессов, происходящих на земельных участках. Необходимо продолжать развивать и совершенствовать подходы к анализу данных, чтобы улучшить точность результатов [Мягкий 2016].

Исходя из полученных результатов, предлагается также закрепить сотрудничество между научными учреждениями и сельскохозяйственными предприятиями с целью разработки и внедрения совместных программ по

борьбе с эрозией. Важно создать эффективную систему мониторинга и контроля за состоянием земель, а также обеспечить доступ к информации и ресурсам для проведения необходимых мероприятий. В целом, результаты исследования подтверждают актуальность проблемы развития эрозионных процессов и необходимость принятия мер для их решения. Предложения по улучшению состояния почв и предотвращению эрозионных процессов могут стать основой для разработки стратегий устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения природных ресурсов наших земель.

#### Список литературы:

1. *Алябьев А. А., Кобзева Е. А., Грачев А. В.* Стереомониторы SM-1 // Геопрофи. 2017. № 5. С. 23–26.
2. *Гусев А. С., Варнина В. А., Броницкая С. А. и т. д.* Применение стереомодели при мониторинге земель сельскохозяйственного назначения // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8, № 7. DOI 10.55186/2413046X\_2023\_8\_7\_314. – EDN EGELSF.
3. *Гусев А. С., Скворцов Е. А.* Применение технологий точного земледелия в Свердловской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (63).
4. *Мягкий П. А.* ГИС — технологии в землеустройстве и мониторинге земель. Информационные технологии в развитии аграрного образования и агропромышленных комплексов. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9. С. 108–109.
5. *Шеуджен А. Х.* Агрохимическое обследование почв и составление картограмм / Т.Н. Бондарева, А.А. Тенков. Краснодар: КубГАУ, 2017. 44с.

#### References:

1. *Alyabyev A.A., Kobzeva E.A., Grachev A.V.* Stereo monitors SM-1 // Geoprofi. 2017. No. 5. pp. 23–26.

2. *Gusev A. S., Voronina V. A., Bronnitskaya S. A., etc.* Application of the stereo model in monitoring agricultural land // Moscow Economic Journal. 2023. Vol. 8, No. 7. DOI 10.55186/2413046X\_2023\_8\_7\_314. — EDN EGELSF.

3. *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).

4. *Myagky P. A.* GIS technologies in land management and land monitoring. Information technologies in the development of agricultural education and agro-industrial complexes. // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2016. No. 9. pp. 108–109.

5. *Sheudzhen A. H.* Agrochemical soil survey and mapping / T.N. Bondareva, A. A. Tenkov. Krasnodar: KubGAU, 2017. 44 p.