

5. Feeding damage by onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on early white cabbage grown under insecticide-free conditions / S. Trdan, L. Milevoj, I. Zezlina, E. Raspuđić // African entomology. – 2005. – Vol. 13, iss. 1. – P. 85-95.
6. Шишкина, Е. В. Фитофаги лука репчатого в Западной Сибири / Е. В. Шишкина // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 44 (5). – С. 79-82.
7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. – Режим доступа: <https://ggiskzr.by/reestr-szr/>. – Дата доступа: 09.12.2025.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. А. Запрудского, С. В. Бойко. – Минск: Журн. «Белорус. сел. хоз-во», 2024. – 620 с.

УДК 528.88:528.94:631.6.02

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА КАК ОСНОВА АНАЛИЗА ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Рубаник Ю. О.

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

г. Курск, Российская Федерация

Аннотация. В статье описывается роль цифровой модели рельефа как основы для пространственного анализа в ГИС с акцентом на ее использование для моделирования эрозионных процессов и гидрологического анализа. Рассматриваются способы получения ЦМР, включая геодезическую съемку и дистанционное зондирование Земли, а также ее формы. Описывается суть и важность гидрологической коррекции ЦМР.

Summary. The article describes the role of the Digital Elevation Model (DEM) as a basis for spatial analysis in GIS, with an emphasis on its use for modeling erosion processes and hydrological analysis. The methods of obtaining DEMs are discussed, including geodetic surveying and remote sensing of the Earth, as well as its forms. The essence and importance of hydrological correction of DEM are described.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, ГИС, гидрологическая коррекция, водная эрозия.

Key words: digital elevation model, GIS, hydrological correction, soil erosion.

Цифровая модель рельефа (ЦМР) является основой для пространственного анализа в геоинформационной среде, поскольку она представляет подробную информацию о высотах земной поверхности. Эта информация используется практически во всех исследованиях, связанных с ГИС, таких как вычисления морфометрических показателей рельефа, анализа и моделирования различных природных и антропогенных процессов. Для задач, связанных с эрозионными процессами почв, ЦМР играет

особую роль, так как знание точных высотных характеристик поверхности позволяет не только моделировать эрозионные процессы, но и прогнозировать их развитие, а также разрабатывать подходы для более эффективных методов борьбы с ней [1].

Существуют различные способы получения ЦМР. Один из самых точных – это геодезическая съемка, при которой с помощью геодезических приборов получают данные о рельефе с высокой пространственной разрешающей способностью. Этот метод позволяет получить точные данные для небольших территорий с высокой детализацией. Однако он имеет ряд недостатков: геодезическая съемка трудоемка, требует значительных временных затрат, а также большого числа специалистов и оборудования. Более того, когда речь идет о больших участках земной поверхности, стоимость геодезической съемки становится непомерно высокой, что делает этот способ менее эффективным и доступным для крупномасштабных исследований.

Другим способом является оцифровка уже существующих топографических карт с последующим получением ЦМР в ГИС программном обеспечении. Этот метод является более доступным, так как не требует проведения полевых работ, однако его точность зависит от качества исходных карт. При этом важно, чтобы топографическая карта имела достаточную детализацию и высокое качество, а также соответствовала актуальному состоянию местности, что может быть проблемой в случае устаревших карт.

И самый популярный на сегодняшний день способ – дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Дистанционное зондирование предоставляет возможность получения данных для больших и труднодоступных территорий, включая труднопроходимые и удаленные районы, что делает этот способ особенно ценным для глобальных и региональных исследований. ДЗЗ осуществляется разными средствами и подразделяется на лазерное сканирование (LiDAR), аэрофотосъемку, оптические данные сверхвысокого разрешения, радарную космическую съемку, и радарную топографическую миссию Шаттл (SRTM). SRTM является одним из основных источников свободных глобальных данных о высоте, данные которой были получены в результате съемки с космического шаттла в 2003 году. Эти данные охватывают большую часть земной поверхности и имеют разрешение около 90 м, что делает их удобными для глобальных и региональных исследований [2].

Цифровая модель рельефа (ЦМР) может быть представлена в двух основных формах: Digital Surface Model (DSM) и Digital Terrain Model (DTM). Эти два типа моделей имеют различные применения в зависимости от того, какие элементы рельефа и окружающей среды должны быть учтены. DSM включает данные о всех объектах, находящихся на

поверхности, включая антропогенные: здания, растительность, дороги и другие. Такая модель применяется в задачах, обычно связанных с урбанистикой и экологией. В контексте мониторинга окружающей среды, DSM позволяет учитывать элементы, которые могут влиять на микро- и макроклимат, водообмен, а также устойчивость экосистем [3].

С другой стороны, DTM отображает только данные о реальной земной поверхности, исключая влияние любых объектов, деревья, здания или дороги. Эта модель используется для точного моделирования природных процессов на естественных ландшафтах, например для оценки сейсмических и геологических процессов. DTM позволяет точно определять форму рельефа, включая характеристики склонов и водоразделов, что важно для расчетов эрозионных процессов, а также для разработки защитных и мелиоративных мероприятий проектирования лесных полос, канав, террас и других инженерных решений [4].

После определения подходящей формы ЦМР и способа ее получения, можно приступить к дальнейшей работе с ЦМР – анализу основных морфометрических характеристик территории: крутизне, экспозиции, профилей склонов, параметров кривизны поверхности, геоморфологических особенностей, определению топографических профилей. Практически любой анализ в ГИС основан на ЦМР. Морфометрические данные, получаемые из ЦМР, являются важнейшим инструментом для моделирования и расчета различных процессов, таких как водосборные бассейны, направления стока воды и потенциальная эрозия почвы.

Но для расчета гидрологических показателей, таких как выделение водосборных областей, определение порядка и звеньев водотока, показателей стока и смыва почв, необходима гидрологическая коррекция исходной ЦМР [5]. Гидрологически корректная ЦМР представляет собой ЦМР без локальных понижений и пиков. Локальные понижения и пики – это ошибки, связанные с разрешением растрового изображения ЦМР или с сохранением высотных данных в виде целого числа. Такие ошибки могут исказить результаты гидрологических расчетов и привести к неправильным прогнозам. Они могут создавать искусственные углубления, которые не соответствуют реальной форме поверхности, что может повлиять на моделирование стока воды и эрозионных процессов. Локальные понижения и пики исправляются специальными инструментами гидрологической коррекции в программном обеспечении ГИС путем заполнения впадин или выравнивания пиковых высот [6].

Моделирование процессов водной эрозии почв в ГИС напрямую зависят от рельефа, поскольку именно морфометрические показатели поверхности определяют скорость и направление движения воды, что, в свою очередь, влияет на интенсивность стока и смыва. С помощью ЦМР можно точно определить, какие территории наиболее подвержены смыву

почв. Например, направление линий стока определяет пути движения воды из каждой точки исследуемой территории на основе одной лишь ЦМР.

Таким образом, цифровая модель рельефа является основой для пространственного анализа в ГИС, предоставляя точные пространственные данные о рельефе. Важно подчеркнуть, что выбор формы и способов ее получения напрямую зависит от целей исследования. Корректная ЦМР предоставляет основу для детального изучения территории и создания точных моделей, которые позволяют прогнозировать изменения в ландшафтах и планировать защитные мероприятия для предотвращения деградации земель и устойчивого использования природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев, К. А. Цифровые модели рельефа и их использование в расчетах темпов смыва почв на пахотных землях / К. А. Мальцев, В. Н. Голосов, А. М. Гафуров // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2018. – Т. 1, № 3. – С. 514-530. – ISSN 2542-064X.
2. Колбовский, Е. Ю. Пространственный анализ в геоэкологии / Е. Ю. Колбовский. – М.: МГУ, 2022. – 820 с.
3. Smith, J. Accuracy Assessment of Different Digital Surface Models (DSM) / J. Smith // Remote Sensing. – 2018. – Vol. 7, Iss. 3. – P. 114. – DOI:10.3390/rs7030114.
4. Cartetika. Глобальные цифровые модели рельефа: виды ЦМР, DSM и DTM [Электронный ресурс] // Cartetika.ru. – 2025. – Режим доступа: <https://cartetika.ru/tpost/k5rrvmx3b1-globalnie-tsifrovie-modeli-relefa-vidi-t>. – Дата доступа: 23.01.2026.
5. Нугманов, И. И. Основы морфометрического метода поиска неотектонических структур: Учебно-методическое пособие / И. И. Нугманов, Е. В. Нугманова, И. Ю. Чернова. – Казань: Казанский университет, 2016. – 53 с.
6. ArcReview ESRI CIS [Электронный ресурс] / Н. И. Куракина, В. С. Ковчик // Картографическое моделирование гидрологических процессов подтопления территорий // Выпуск 2020 №2 (93) ГИС на передовых рубежах — и при COVID-19 – Режим доступа: <https://arcreview.esri-cis.ru/2020/09/29/cartographic-modeling-of-the-territory-flooding/>. – Дата доступа: 23.01.2026.

УДК 633.853.494:631.895

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОГО УДОБРЕНИЯ ЛЕБОЗОЛ ПОЛНЫЙ УХОД НА ПОСЕВАХ ЯРОВОГО РАПСА

Рыбак А. Р., Жук С. С.

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»
г. Щучин, Республика Беларусь

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности применения жидкого удобрения Лебозол Полный уход при возделывании ярового рапса. Установлено, что жидкое удобрение Лебозол Полный уход, внесенное в фазы стеблевания и бутонизации ярового рапса в норме 1,0 + 1,0 л/га, повысило урожай маслосемян на 41,9 % по отношению к фону (N₁₂₀P₆₀K₁₂₀) и 16,6 % по отношению к эталону.*