

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2018 С.Н. Зудилин, О. Н. Осоргина, Ю. В. Осоргин

Самарская государственная сельскохозяйственная академия

Статья поступила в редакцию 03.09.2018

Геоинформационные системы и геоинформационные технологии получили сегодня в мире самое широкое применение. Однако землеустроительные организации используют ГИС лишь в целях векторизации и расчета площадей. Тогда как в них скрыты большие возможности геоанализа, позволяющие значительно сократить затраты времени на его проведение. Агроэкологическую оценку земель можно провести с применением ГИС-технологий, с помощью программы MapInfo. Для проведения агроэкологической оценки земель были выбраны пахотные земли земледельческого ООО «Родина» Северного района Оренбургской области. Земледельческое хозяйство расположено в южной части Северного района и северо-западной части Оренбургской области. По условиям рельефа данная территория вполне пригодна для механизированной обработки, хотя сильная расчлененность местности ограничивает размеры полей и затрудняет применение сложных сельскохозяйственных машин. Работу по агроэкологической оценке начинали с формирования цифровой модели рельефа, полученной в процессе обработки ранее созданных векторных объектов, содержащих соответствующую информацию. Это дает возможность представить исследуемую территорию в трехмерном пространстве. Трехмерное изображение дает наглядное представление о формах рельефа местности. Данные характеристики рельефа предполагают, что прямолинейное расположение полей полевого севооборота вдоль склона нецелесообразно, так как это может привести к усилению процессов водной эрозии. В данных условиях целесообразно применять комбинированную систему обработки почв в севообороте с чередованием отвальной, плоскорезной и поверхностной обработок, а также вспашки и посева зерновых культур поперек склона или по горизонтальям местности, рекомендуется полосное щелевание для сокращения стока талых и ливневых вод, введение почвозащитного севооборота. Использование ГИС-технологий дает возможность формировать информационную основу агроэкологической оценки, результаты которой применяются при агроэкологической типизации земель. Разработанная методика также может быть применена при разработке проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия, противозероэрозийной организации территории.

Ключевые слова: геоинформационные системы, агроэкологическая оценка земель, рельеф, пахотные земли.

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационные системы (ГИС) наиболее естественно отображают пространственные данные. ГИС объединяет традиционные операции при работе с базами данных - запрос и статистический анализ - с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эта особенность дает уникальные возможности для применения ГИС в решении широкого спектра задач, связанных с

Зудилин Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Землеустройство, почвоведение и агрохимия». E-mail: zudilin_sn@mail.ru

Осоргина Ольга Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия». E-mail: kosyunina82@mail.ru

Осоргин Юрий Викторович, магистрант кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия». E-mail: Osrgin-Jura@mail.ru

анализом явлений и событий, прогнозированием их вероятных последствий, планированием стратегических решений. ГИС существенно экономят временные ресурсы, автоматизируя процесс работы с картами, и создают трехмерные модели местности.

Геоинформационные системы (ГИС) и геоинформационные технологии (ГИС технологии) получили сегодня в мире самое широкое применение. Возможности геоинформационных технологий используют для разработки картографических моделей пространственных закономерностей распределения агроэкологических условий. Применение ГИС для агроэкологической оценки земель позволяет перевести на новую качественную основу решение этой сложной проблемы, особенно при проектировании интенсивных систем земледелия и агротехнологий, не говоря уже о высоких агротехнологиях и адаптивно-ландшафтных системах земледелия высокой точности. Особая актуальность агро-

экологического подхода при землеустройстве обуславливается усилением региональных проблем массовой деградации земель, качественным ухудшением их экологического состояния и функциональных возможностей, необходимостью разработки землеустроительной документации на эколого-ландшафтной основе, при которой наилучшим образом учитываются природные свойства земель и адаптивные свойства сельскохозяйственных культур [2]. Проведение агроэкологической оценки земель для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия практически невозможно без ГИС-технологий [1]

Однако сегодня землеустроительные организации используют ГИС лишь в целях векторизации и расчета площадей. Тогда как в них скрыты большие возможности геоанализа, позволяющие значительно сократить затраты времени на его проведение [5]. К сожалению методики применения таких технологий в целях агроэкологической оценки земель и типизации для широкого круга пользователей практически отсутствуют.

Поэтому цель наших исследований – разработка методов геоинформационного анализа для проведения агроэкологической оценки земель (на примере типичного хозяйства ООО «Родина» Северного района Оренбургской области).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Агроэкологическая оценка земель возможна с помощью пакета MapInfo. MapInfo обладает большими возможностями по созданию различных ГИС, относительно невысокой стоимостью, удачной русификацией, совместимостью с другими распространенными программами ГИС и всеми распространенными версиями операционной системы Windows, широкой поддержкой и частым выходом новых версий. Необходимо отметить, что в России MapInfo во многом стала стандартом «де-факто» в области создания ГИС [3].

Кроме программы ГИС, необходима соответствующая операционная система (MS Windows 2000/XP Pro или другими), офисный пакет (как правило, MS Office), графический редактор (как правило, Adobe Photoshop), программа для записи дисков и антивирус. Значительно облегчают работу по оцифровке карт программы-векторизаторы (например, Easy Trace).

Для проведения агроэкологической оценки земель были выбраны пахотные земли земледельческого использования ООО «Родина» Северного района Оренбургской области.

Землепользование хозяйства расположено в южной части Северного района и северо-западной части Оренбургской области. По условиям рельефа данная территория вполне пригодна

для механизированной обработки, хотя сильная расчлененность местности ограничивает размеры полей и затрудняет применение сложных сельскохозяйственных машин. На слабополгих и пологих склонах сформировались черноземы выщелочные, типичные, типичные карбонатные, на узких вершинах водоразделов – черноземы типичные остаточного карбонатные. На склонах увалов, которые являются преобладающим элементом рельефа, образовались почвы в различной степени эродированные. В пойме рек сформировались аллювиальные почвы.

В пахотных почвах наблюдается значительный дефицит легкогидролизуемого азота, среднее его содержание составляет 108 мг/кг почвы. Средневзвешенное содержание гумуса в почве по хозяйству составило 4,6 %, при этом 21,0 % почв – относится к низкой степени обеспеченности гумусом и 79,0 % – к средней степени обеспеченности [4].

Площадь пашни в хозяйстве составляет 3271 га, на которой возделываются зерновые культуры (озимые и яровые), однолетние и многолетние травы, подсолнечник (техническая культура) и кукуруза. Сенокосов и пастбищ в хозяйстве нет.

Данную агроэкологическую оценку целесообразно проводить в три этапа:

- 1) агрономическая характеристика основных почв хозяйства и их агропроизводственная группировка;
- 2) агроэкологическая оценка земель;
- 3) построение цифровой модели рельефа по средствам применения ГИС-технологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют нам разработать и выделить такие уровни агроэкологического состояния земель, как «Риск», «Кризис» и «Кризис 2» (табл.1).

К уровню агроэкологического состояния «Риск» отнесены пахотные почвы достаточно хорошего качества, пригодные под посевы рекомендованных для почвенно-климатической зоны культур, занимающие площадь чуть более 40 % площади пашни. В выделяемый уровень отнесены черноземы типичные и выщелоченные. Этот уровень агроэкологического состояния по потенциальному плодородию соответствует 1 степени деградации.

Пахотные земли уровней агроэкологического состояния «Кризис 1» и «Кризис 2» занимают около 60 % территории. Почвенный покров представлен черноземами типичными. Интенсивность эрозионных процессов определила вторую и третью степень деградации.

Для проведения более объективной агроэкологической оценки и стабилизации агроэкологического состояния пахотных земель на

Таблица 1. Агроэкологическая оценка земель

Уровень агроэкологического состояния	Крутизна склонов	Степень эродированности	Категория эрозионной опасности. Тип эрозии А-водная, Б-ветровая	Тип почв	Площадь пашни, га	% от общей площади пашни
Риск	пологие 1-2° покатые 2-3°	эрозионно-опасные, среднеэрозионно опасные	І А ІІ Б	черноземы выщелочные и типичные	1343	41,0
Кризис 1	покатые 3-5°	слабая водная, среднедефляционная опасные	ІІ АБ	черноземы типичные	1507	46,1
Кризис 2	покатокрутые 5-6°	средняя и сильная водная, среднедефляционная опасные	ІІ АБ ІІІ АБ	черноземы типичные	421	12,9

топографической основе выделяли категории земель, с использованием почвенной карты и картограммы крутизны склонов (рис. 1).

При создании 3D-карты при помощи программы MapInfo Professional 11.5, в качестве исходных данных использовалась топографическая карта «Топо Карта (маршруты.ру)» из программы SAS Планета 151111.9233 Stable. Набор исходных данных представлен в виде координат в проекции Mercator/WGS84 и горизонталей проведенных с высотой сечения рельефа 10 или 5 м.

Последовательность работ по созданию 3D-карты следующая:

- построение интерполированной поверхности. ГИС MapInfo располагает штатными инструментами для такой манипуляции. По исходным горизонталям топографической карты устанавливаются высоты (пикеты) для заданного участка. В результате получается интерполированная поверхность.

- создание тематической карты. Для этого в MapInfo в меню «Карта» выбирается команда «Создать тематическую карту».

- итоговый процесс создания 3D-карты осуществляется при помощи манипуляций в меню «Карта», далее «Издать 3D-карту».

В качестве растровой подложки использована карта местности. Листы карты можно отсканировать с небольшим перекрытием на широкоформатном (формата А0) сканере (42" Xerox CSTF XEScan), затем «склеить» векторизатором Easy Trace, после чего провести редактирование карты средствами Adobe Photoshop [3].

Векторные слои высотных горизонталей и тематических слоев карты (слои типов почв,

уклонов, внутривозвращенного устройства) могут быть получены в программном продукте MapInfo. Слои впоследствии накладываются на растровую подложку. Затем полученные растры накладываются на полученную трехмерную модель рельефа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работу по агроэкологической оценке начинали с формирования цифровой модели рельефа, полученной в процессе геообработки ранее созданных векторных объектов, содержащих соответствующую информацию. Это дает возможность представить исследуемую территорию в трехмерном пространстве. На ней хорошо видны линейные формы эрозии: балки и промоины. В объемном пространстве выделяются геоморфологические части рельефа (плакорные и склоновые), видны границы их перехода. Территория хозяйства, с плакорный и склоновый типами местности, изрезана линейными эрозионными формами. Преобладают уклоны от 3 до 5°.

Трехмерное изображение рельефа дает представление о том, что рельеф разделен балками и оврагами на ряд увалов. Склоны увалов ассиметричны: южные склоны покатые и крутые не велики по протяженности, северные пологие, имеют большую протяженность. Восточная часть территории хозяйства имеет увалисто-волнистый характер. Увалы разделены большим количеством оврагов и балок, склоны и днища их задернованы и закустарены.

Также на 3D-карте наглядно изображены пахотные земли урвней агроэкологического

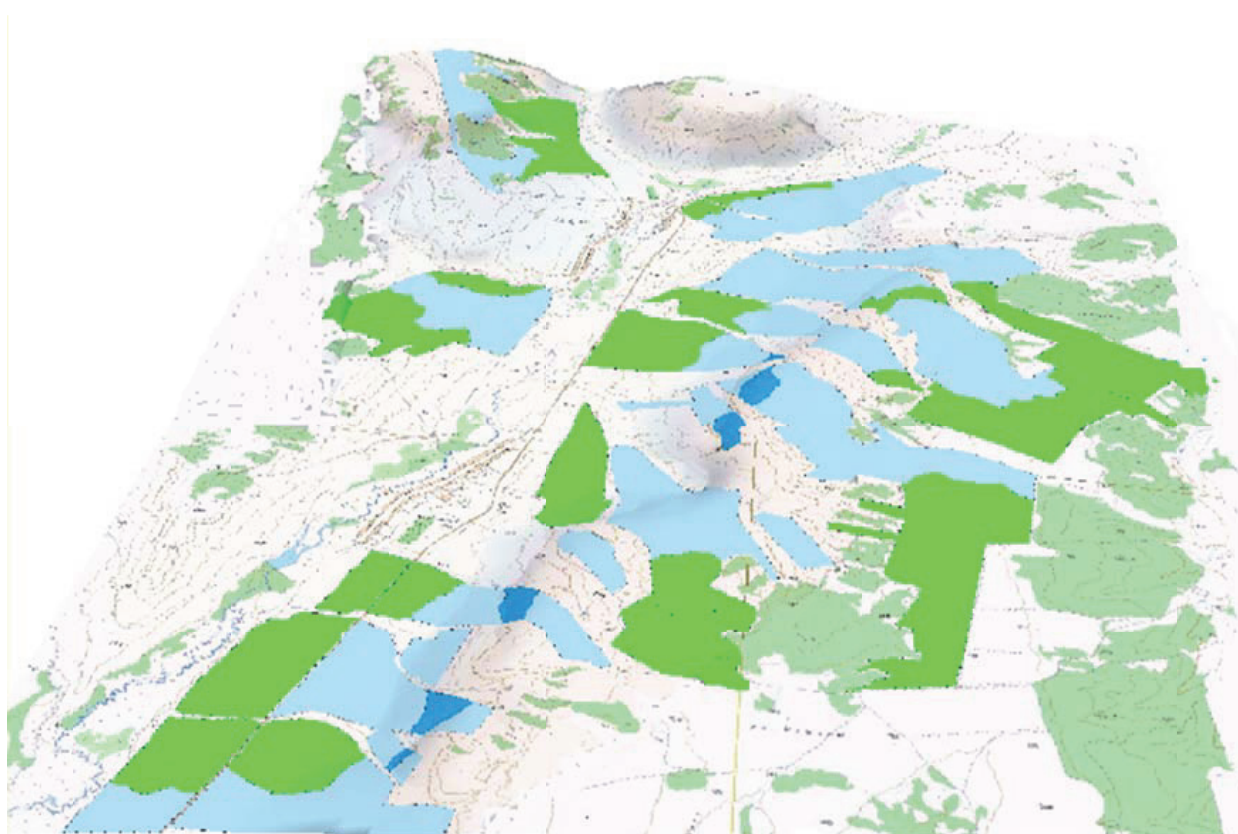


Рис. 1. 3D-карта агроэкологической оценки земель ООО «Родина»:

□ - не пахотные земли; ■ - лес; ■ - риск; □ - кризис 1; ■ - кризис 2

состояния «Кризис 1» и «Кризис 2» занимают большую часть территории. Они расположены преимущественно на покатых, покатокрытых и пологокрутых склонах.

Данные характеристики рельефа предполагает, что прямолинейное расположение полей полевого севооборота вдоль склона нецелесообразно, так как это может привести к усилению процессов водной эрозии. В данных условиях целесообразно применять комбинированную систему обработки почв в севообороте с чередованием отвальной, плоскорезной и поверхностной обработок, а также вспашки и посева зерновых культур поперек склона или по горизонталям местности, рекомендуется полосное щелевание для сокращения стока талых и ливневых вод, введение почвозащитного севооборота.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что использование ГИС-технологий дает возможность формировать информационную основу агроэкологической оценки, результаты которой применяются при агроэкологической типизации земель. Разработанная методика также может быть применена при разработке проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия, противоэрозионной организации территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кирюшин, В.И.* Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство под редакцией Кирюшина В.И., Иванова А. Л. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 784 с.
2. *Новиков Д.В.* Эколого-ландшафтная дифференциация территории для целей землеустройства // *Аграрный вестник Урала*. 2010. № 2 (68). - С. 22-23.
3. *Осоргина, О. Н.* 3D-моделирование в землеустройстве и кадастре / О. Н. Осоргина // *Инновационное развитие землеустройства: сб. науч. тр.* - Кинель: РИО СГСХА, 2017. - С. 156-157.
4. Результаты агрохимического и эколого-токсикологического обследования почв земель сельскохозяйственного назначения ООО «Родина» Северного района Оренбургской области: отчет агрохимического обследования ФГУ САС «Бузулукская». - Бузулук, 2011. - 95 с.
5. *Смирнова Л. Г.* Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия / Л. Г. Смирнова, А. Г. Нарожняя, Ю. Л. Кривоконь, А. А. Петрякова // *Достижения науки и техники АПК*. - 2011. - № 11. - С. 11-14.

THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR AGRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF LANDS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

© 2018 S.N. Zudilin, O.N. Osorgina, Y. V. Osorgin

Samara State Agricultural Academy

Geoinformation systems and geoinformation technologies have received the widest application in the world today. However, land management organizations use GIS only for the purposes of vectorizing and calculating areas. Whereas in them are hidden great opportunities for geoanalysis, which allow to significantly reduce the time spent on it. Agroecological assessment of land can be carried out using GIS-technologies, using the program MapInfo. To conduct agro-ecological assessment of land, arable lands of land use by OOO «Rodina» in the Northern District of the Orenburg Region were selected. Land use of the farm is located in the southern part of the Northern district and the North-Western part of the Orenburg region. Under the conditions of relief, this area is quite suitable for mechanized processing, although the strong dissection of the terrain limits the size of the fields and makes it difficult to use complex agricultural machines. Work on agroecological assessment was started with the formation of a digital terrain model obtained in the process of processing previously created vector objects containing relevant information. This makes it possible to represent the investigated territory in three-dimensional space. The three-dimensional image gives a visual representation of the forms of the terrain. These characteristics of the terrain suggests that the rectilinear location of the fields of field rotation along the slope is impractical, since this can lead to increased water erosion. In these conditions it is advisable to use a combined system of soil tillage in crop rotation with alternating moldboard, ploskorezy and surface treatments, as well as ploughing and sowing crops across the slope or on the contour of the terrain, it is recommended that lane selevinia to reduce the runoff of melt and rain water, the introduction of soil protective crop rotation. The use of GIS technologies makes it possible to form an information basis for agroecological assessment, the results of which are applied in the agroecological land typification. The developed technique can also be applied in the development of the draft adaptive landscape system of farming, anti-erosion organization of the territory.

Keywords: geoinformation systems, agroecological assessment of lands, digital relief model.

Sergei Zudilin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department «Land Management, Soil Science and Agrochemistry». E-mail: zudilin_sn@mail.ru

Olga Osorgina, Candidate of biological Sciences, Associate Professor of the Department «Land Management, Soil Science and Agrochemistry». E-mail: kosmynina82@mail.ru