

УДК 631.95:504.062

Н. А. СКОКОВА, А. Г. НАРОЖНЯЯ

Россия, Белгород, БелГУ

E-mail: Nata04102001@yandex.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В последние десятилетия в России как на федеральном, так и на региональном уровне в программах стратегического развития территорий все чаще декларируются принципы устойчивого развития. Рост населения и необходимость устойчивого развития сельского хозяйства требуют оптимизации использования земельных ресурсов, при этом большую роль играет решение вопросов рационального использования земли, снижения негативных техногенных, антропогенных воздействий на окружающую среду. В Белгородской области на региональном уровне было принято постановление губернатора № 249-рп, обязывающее пользователей пахотных земель разрабатывать и реализовывать проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия и охраны почв.

Агроэкологическая оценка позволяет определить пригодность территорий для сельскохозяйственной деятельности, учитывая экологические, почвенные и климатические факторы [1]. Автоматизация этого процесса с использованием современных технологий повышает точность оценок, сокращает временные затраты и минимизирует ошибки землеустроителя [2].

Поэтому целью нашей работы стала разработка и апробация программного кода в среде ГИС для проведения агроэкологической оценки. Использование кода должно объединить большое количество действий для получения интегральной карты агроэкологической типизации земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Основой программного кода стала модель, построенная с помощью инструмента ModelBuilder (ArcGIS). ModelBuilder дает возможность объединять инструменты в единый автоматизированный рабочий процесс. Всего было сгруппировано последовательно и параллельно 119 команд.

Работа разработанного инструмента основана на вводе исходных данных (векторные слои почв и угодий, цифровая модель рельефа в виде грида), далее система генерирует необходимые для проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия карты, таблицы и интегральную карту агроэкологической типизации.

Входные параметры должны быть подготовлены заранее (таблица): векторные файлы – почвы, угодья; грид – ЦМР.

Таблица – Формат атрибутов

Наименование слоя	Атрибут	Пояснение	Тип
Почвы	Наименование	Тип почвы	String
	Shape Area	Площадь, га	Double
	k	Коэффициент эродлируемости почв	Float
Угодья	Угодья	Вид угодья	String
	Shape Area	Площадь, га	Double
	c	Коэффициент растительности и использованных технологий	Float

В слое угодья предварительно задается с-фактор для угодьев согласно методическим рекомендациям Г. А. Ларионова [3]. Для пашни нами предложено устанавливать с-фактор, рассчитанный для зернопаропропашного севооборота. В среднем для условий Белгородской области он равен 0,78. Это позволяет установить потенциальный смыв почвы при интенсивном использовании всей территории [4]. В дальнейшем установив допустимый смыв на уровне 3 т/га, мы сможем установить категорию земель, используемых с ограничениями в обработке.

Коэффициент эродлируемости почв зависит от гранулометрического состава почвы, содержания гумуса, структуры, водопроницаемости и каменистости почвы и задается согласно формуле, которая была адаптирована для условий России [3].

Для расчета потенциального смыва почв использовано универсальное уравнение почвы, в котором фактор рельефа рассчитан по формуле, учитывающей не только длину и уклон, но и форму склона, а также поправку на эродлируемость почв, так как в работе Ж. А. Буряк [4] определено, что для условий Центрального-Черноземного региона оно оптимально.

После завершения работы над моделью в ModelBuilder экспортировали ее в формат Python. Сгенерированный скрипт в текстовом редакторе оптимизировали, так как автоматически сгенерированный код содержал избыточные или неэффективные конструкции. После внимательного изучения каждой строки кода убедились, что код выполняет те же операции, что и модель в ModelBuilder. Это обеспечило корректность и эффективность работы скрипта.

Для апробации программного кода использовали территорию бассейна р. Лопани. Бассейн р. Лопани относится к бассейну р. Дон, расположен на Среднерусской возвышенности в Белгородской области. Климат здесь

умеренно-континентальный. Средняя годовая температура составляет $+5,4^{\circ}\text{C}$, а безморозный период длится около 155–160 дней.

Количество осадков в среднем составляет 540–550 мм в год, но в отдельные годы может снижаться до 400 мм. Преобладают черноземные почвы. Среди них преобладают типичные подтипы, на втором месте – выщелоченные.

Алгоритмом предусмотрен расчет сводных таблиц. Для этого предлагаемый инструмент конвертирует растр в шейп с предварительной выборкой по параметрам: для экспозиции склонов было предложено разделить ее на восемь румбов (северная (С), северо-восточная (СВ), восточная (В), юго-восточная (ЮВ), южная (Ю), юго-западная (ЮЗ), западная (З), северо-западная (СЗ)), для крутизны – 0–3, 3–5, 5–7, 7–16, >16.

Также алгоритмом предусмотрено создание карты крутизны склонов не только в градусах, но и в процентах, что является обязательным фактором для расчета LS.

При использовании модели на выходе система сгенерировала:

1. Таблицы: «Экспликации сельскохозяйственных угодий», «Распределение пашни по крутизне склонов», «Распределение пашни по экспозиции склонов», «Площадь почвы», «Среднегодовой модуль потери почвы», «Агроэкологическая оценка земель».

2. Картосхемы крутизны склонов, экспозиции склонов, почвенную карту, картосхему агроэкологической оценки земель.

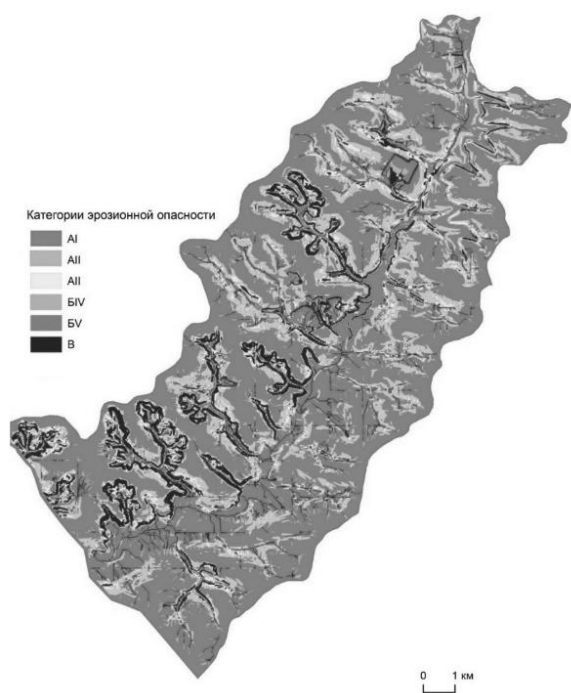
Неоспоримым преимуществом использования разработанного инструмента является создание интегральной карты агроэкологической оценки (рисунок).

Для оформления карт был подготовлен специальный слой *.lyr, в котором предложено оформление всех карт и который будет работать только при наличии идентичных по названию и формату атрибутов.

Таким образом, предложенный нами программный код позволяет автоматизировать процесс оценки территории путем создания карт уклонов, экспозиций, почв, эродированности почв, экспозиции, потенциального смыва и др., а совокупный анализ полученных картосхем путем оверлейных операций позволяет создавать карту агроэкологической оценки. Также предложенный программный код позволяет автоматизировать процедуру составления экспликаций. При этом специалист вводит только векторные карты почв и угодий, цифровую модель рельефа в виде грида, а на выходе получает все необходимые сведения для проекта адаптивно-ландшафтной системы земледелия и охраны почв.

Работа программного кода была апробирована для территории бассейна р. Лопани площадью 15 231,9 га. Все операции инструмент завершил за 4 минуты 25 секунд.

А)



Б)

Индекс эрозионной опасности	Категория эрозионной опасности	Площадь	
		га	%
AI	несмытые почвы	8650,1	59,3
AII	слабосмытые почвы	3075,3	21,1
AIII	слабосмытые и среднесмытые почвы	1135,4	7,8
BIV	средне- и сильносмытые почвы	6,8	0,05
BV	сильносмытые почвы	1165,2	8,0
B	непригодные для использования под сельскохозяйственные угодья.	552,4	3,8

Рисунок – а) карта агроэкологической оценки земель
б) таблица агроэкологической оценки земель

Предлагаемый программный код и методика проектирования могут быть использованы проектными организациями при землеустроительном проектировании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агроэкологическое зонирование территории сухой степи Алтайского края / Л. М. Татаринцев, В. Л. Татаринцев, О. А. Латышева, А. А. Никулин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (138). – С. 76–82.
2. Папаскири, Т. В. Методы формирования систем автоматизированного землеустроительного проектирования / Т. В. Папаскири // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2015. – № 2. – С. 38–44.
3. Ларионов, Г. А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки / Г. А. Ларионов. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 200 с.
4. Буряк, Ж. А. Эрозионная опасность пахотных земель Белгородской области / Ж. А. Буряк, А. Г. Нарожная, О. А. Маринина // Региональные геосистемы. – 2023. – № 1. – С. 102–115.