

Экологические проблемы и природопользование

УДК 504.53.06:631.459.2/.3; 504.009

А.О. Аввакумова, О.П.Ермолаев

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЭРОЗИИ ПОЧВ ПО МАТЕРИАЛАМ ПОВТОРНЫХ ПОЧВЕННЫХ СЪЕМОК В РЕГИОНЕ ИНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Приводится методика оценки пространственно-временной динамики эрозии почв с использованием разновременных почвенных карт и ГИС-технологий для территории с интенсивным сельскохозяйственным использованием. За основу взяты крупномасштабные почвенные карты хозяйств (масштаба 1:10000), где произведено повторное картографирование почвенного покрова. Территории хозяйств выступают в качестве ключевых участков для дальнейшего осуществления пространственной экстраполяции данных на всю исследуемую территорию. Обработка картографического материала проведена за период, составляющий от 16 до 38 лет.

Ключевые слова: почвенная эрозия, ГИС, почвенная карта.

На современном этапе развития человечества резко возросло техногенное воздействие на почву. Распашка огромных территорий, сельскохозяйственное освоение болотных почв, использование различных приемов мелиорации, строительство ирригационных систем, интенсивный выпас скота и прочие виды человеческой деятельности могут серьезно нарушать сложившиеся биосферные равновесия, приводя к негативным последствиям [1]. При этом современная склоновая эрозия, протекающая в условиях чрезвычайно высокой сельскохозяйственной освоенности лесных, лесостепных и степных ландшафтов умеренного пояса Земли, является главным фактором деградации одного из важнейших ресурсов планеты – педосферы. Одной из основных проблем является деградация почвенного покрова, вызванная ускорением эрозии почв.

В пределах бассейнов склоновая эрозия перемещает большие объемы вещества, вовлекая в транспорт также и самые разнообразные поллютанты. Интенсивность процессов эрозии часто на порядок превышает скорости природного самовосстановления почв [2; 3]. Многофакторность этого природного феномена обуславливает сложность функционирования эрозионной геосистемы. В географическом пространстве меняется не только сила и направленность связей эрозии с факторами, ее определяющими, но и сам спектр показателей. Поэтому закономерности почвенной эрозии, предопределенные разнообразием ландшафтных условий, имеют четко выраженные региональные особенности.

Защита почв от эрозии, несмотря на предпринимаемые усилия, по-прежнему остается одной из самых актуальных задач, стоящих перед наукой и практикой. Их успешное решение требует не только больших материальных затрат, но и выявления региональных закономерностей функционирования процесса, теоретико-методическую проработку вопросов обеспечения корректного пространственного анализа изучаемого явления.

Вот почему основной целью исследования являлся анализ пространственных и временных закономерностей развития и функционирования процессов почвенной природно-антропогенной эрозии в бассейнах малых рек с широким привлечением геоинформационных технологий. На первом этапе работ перед нами стояла задача разработки методики оценки эрозии почв в регионе интенсивного земледелия востока Русской равнины (на примере территории Татарстана) через показатель их смывности по разновременным картам государственных почвенных съемок с использованием ГИС-технологий. Главным преимуществом такого подхода является использование результатов материала, полученного по результатам почвенно-эрозионного картографирования на основе единой методики. Насколько нам известно, такого рода анализ с использованием материалов повторных крупномасштабных почвенных съемок и современных информационных технологий по территории России ранее не проводился.

Материалы и методика исследований

На первом этапе работы необходимо было выбрать ключевые участки на исследуемой территории (Республика Татарстан). Ключевые участки региона исследований (рис. 1) были выбраны по следующим основаниям:

- 1) они должны отражать типичные ландшафтные особенности территории (в первую очередь - почвенного покрова и рельефа местности) для последующей пространственной экстраполяции данных;
- 2) наличие фактических данных по почвенному покрову и его эродированности. Отметим, что повторные современные почвенные обследования проведены только в некоторых муниципальных районах, а старые материалы по многим районам утеряны. Все это существенно сказалось на выборе количества ключевых участков исследуемой территории;
- 3) должны соответствовать детальному уровню генерализации для анализа факторов (в первую очередь рельефа), определяющих пространственно-временную динамику почвенной эрозии.

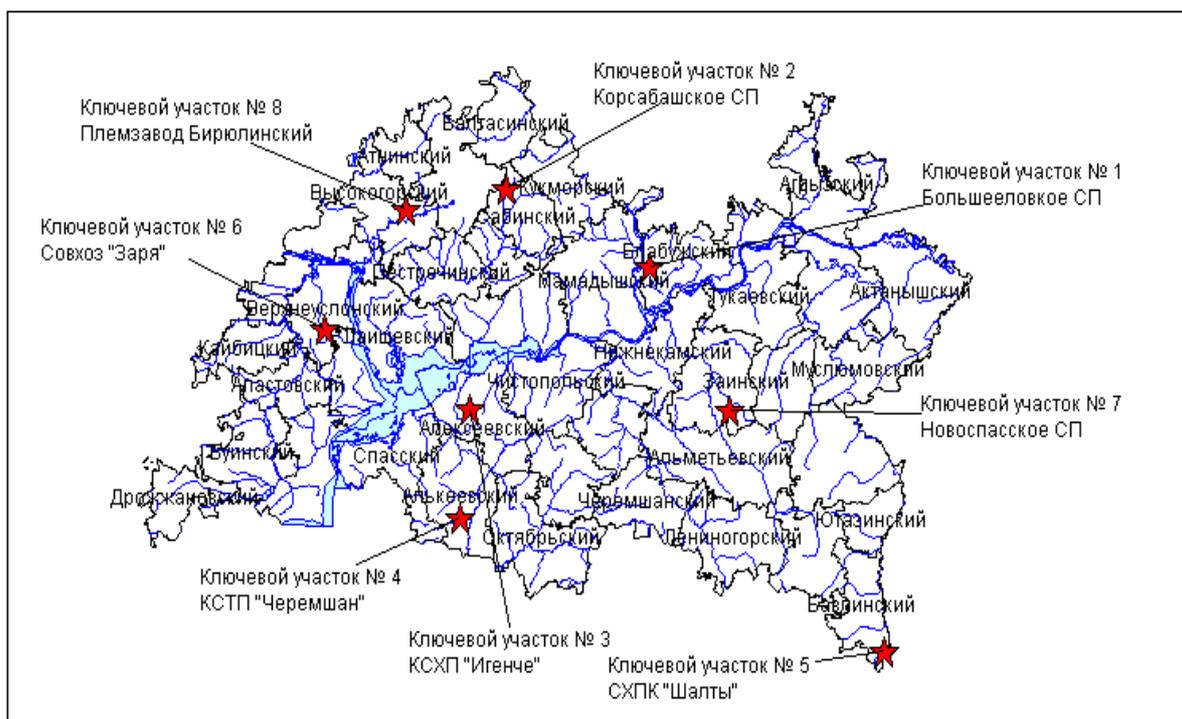


Рис. 1. Расположение ключевых участков (хозяйств) на территории РТ.

Выбранный детальный уровень генерализации наилучшим образом обеспечивает произошедшие изменения в площадях, которые могут быть картографически отображены. За основу брались почвенные карты хозяйств масштаба 1:10000. Они же были выбраны как ключевые участки для последующей экстраполяции данных на всю территорию Республики Татарстан (РТ).

Таким образом, в качестве исходных материалов использовались: бумажные карты почвенных обследований прошлых лет и современные карты почвенных корректировок, переведенные с бумажной основы в векторный формат, а затем конвертированные нами из ГИС «Панорама» в ГИС MapInfo (табл. 1).

Корректировка почвенных карт предусматривает внесение исправлений в материалы ранее проведенных обследований, уточнение границ контуров почв на плане, пересоставление очерка и картографических материалов. Корректировка почвенной карты представляет собой, по существу, проверку предварительно составленной в камеральных условиях почвенной карты (макета). По заранее намеченным маршрутам предварительная почвенная карта (с материалами аэрофотосъемки) сопоставляется с натурой [4]. Материалы почвенных обследований были предоставлены ОАО РКЦ «Земля».

Следующим этапом работы была подготовка собранных фондовых материалов к анализу. Почвенные карты, составленные ранее на бумажной основе, были отсканированы на планшетном

сканере в формат TIFF и оцифрованы в программе «EasyTrace», после чего экспортированы в ГИС «MapInfo».

Таблица 1

Исходные материалы, использованные в работе

| Название и площадь ключевого участка | Год первого почвенного обследования | Год повторного почвенного обследования | Масштаб |
|--|-------------------------------------|--|---------|
| Ключевой участок № 1 Большееловское СП Елабужского района, 5235 га | 1974 г. | 2005 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 2 Корсабашское СП Сабинского района, 4556 га | 1971 г. | 2001 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 3 КСХП «Игенче» Алексеевского район, 4132 га | 1985 г. | 2001 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 4 КСТП «Черемшан» Алькеевского района, 3171 га | 1978 г. | 2003 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 5 СХПК «Шалты» Бавлинского района, 4866 га | 1967 г. | 2005 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 6 Совхоз «Заря» Верхнеуслонского района, 3663 га | 1983 г. | 2001 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 7 Новоспасское СП Заинского района, 6669 га | 1974 г. | 2007 г. | 1:10000 |
| Ключевой участок № 8 Племзавод Бирюлинский, Высокогорского района, 3216 га | 1980 г. | 2004 г. | 1:10000 |

Затем была разработана структура геопространственной базы данных (рис. 2). Это, пожалуй, самый ответственный и трудоемкий этап работы, поскольку геопространственная база данных необходима для последующего пространственно-временного анализа развития эрозии почв. База данных содержит поля «Название слоя», «Номер слоя», «Название объекта», «Механический состав», «Почвообразующие породы» и «Смытость». Значения полей были закодированы.

| Название_слоя | Номер_слоя | Назв_объекта | Мех_состав | Почвообр | Смытость |
|---------------------|------------|--------------|------------|----------|----------|
| Чернозем | 6 | 6.5 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.1 | 1 | 1 | 0 |
| Серая_лесная | 4 | 4.1 | 2 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.2 | 1 | 1 | 1 |
| Чернозем | 6 | 6.1 | 1 | 1 | 5 |
| Овражно-балочная | 10 | 10.1 | 0 | 0 | 4 |
| лугово-болотная | 8 | 8.1 | 1 | 1 | 0 |
| Серая_лесная | 4 | 4.1 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.6 | 1 | 1 | 2 |
| Серая лесная | 4 | 4.1 | 2 | 1 | 5 |
| Чернозем | 6 | 6.1 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.2 | 1 | 1 | 0 |
| Болотно-подзолистая | 2 | 2.1 | 2 | 1 | 0 |
| Овражно-балочная | 10 | 10.1 | 0 | 0 | 4 |
| Св-серая_лесная | 3 | 3.1 | 3 | 2 | 1 |
| Чернозем | 6 | 6.5 | 1 | 1 | 5 |
| Чернозем | 6 | 6.5 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.6 | 1 | 1 | 5 |
| Тм-серая_лесная | 5 | 5.1 | 1 | 1 | 5 |
| Овражно-балочная | 10 | 10.2 | 0 | 0 | 4 |
| Св-серая_лесная | 3 | 3.1 | 1 | 1 | 5 |
| Лугово-болотная | 8 | 8.1 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.5 | 1 | 1 | 5 |
| Лугово-болотная | 8 | 8.1 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.5 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.6 | 1 | 1 | 1 |
| Чернозем | 6 | 6.6 | 1 | 1 | 0 |
| Овражно-балочная | 10 | 10.2 | 0 | 0 | 4 |
| Чернозем | 6 | 6.1 | 1 | 1 | 0 |
| Чернозем | 6 | 6.1 | 1 | 1 | 0 |
| Болотно-подзолистая | 2 | 2.1 | 2 | 1 | 0 |

Рис. 2 Экранная форма фрагмента геопространственной базы данных на ключевой участок.

Следующим этапом работы стал анализ имеющихся данных. На основе оцифрованных карт нами были составлены карты почвенной эрозии (рис. 3). Они сравнивались с импортированными из ГИС «Панорама» в ГИС MapInfo скорректированными картами почвенной эрозии. Работа проводилась в Государственной геодезической системе координат.

Анализ проводился с использованием геоинформационной технологии оверлеев на основе карт почвенной эрозии за два периода. В ходе пространственного анализа устанавливались произошедшие изменения в площадях почв разной степени эродированности в целом по ключевому участку (рис. 4). А затем определялись эти же изменения, но дифференцированные по подтипам почв.

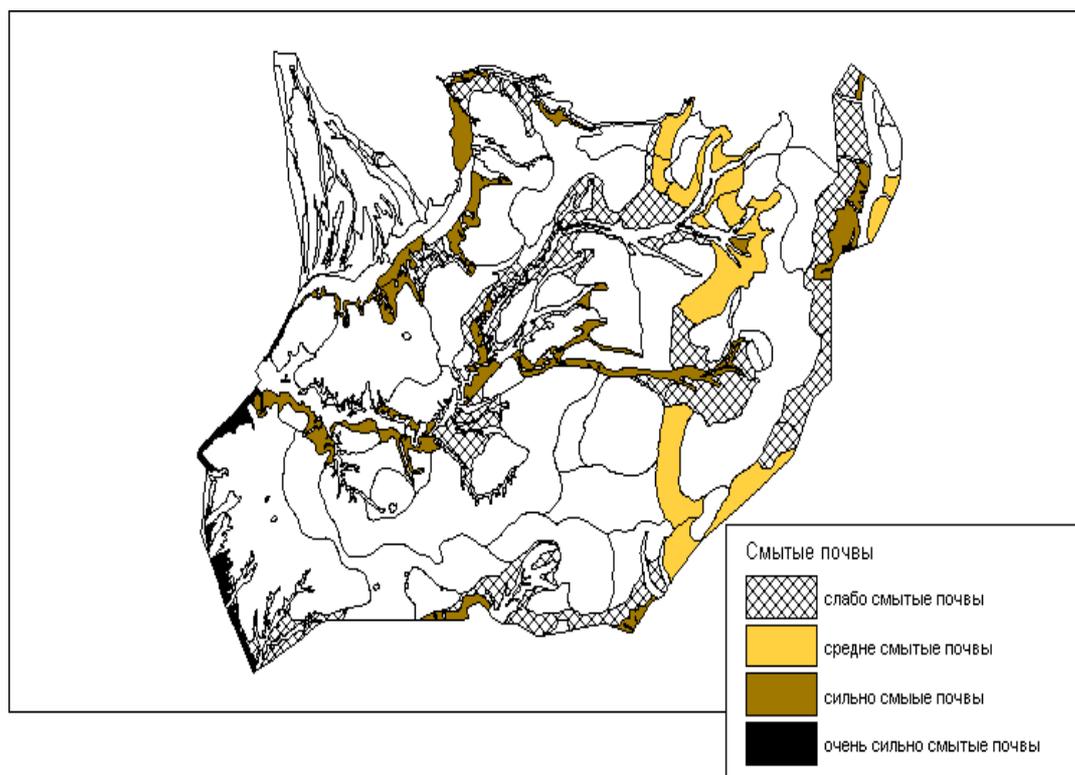


Рис. 3. Карта почвенной эрозии на ключевом участке №1, составленная по данным почвенного обследования 1974 г. (Большееловское СП Елабужского района РТ).

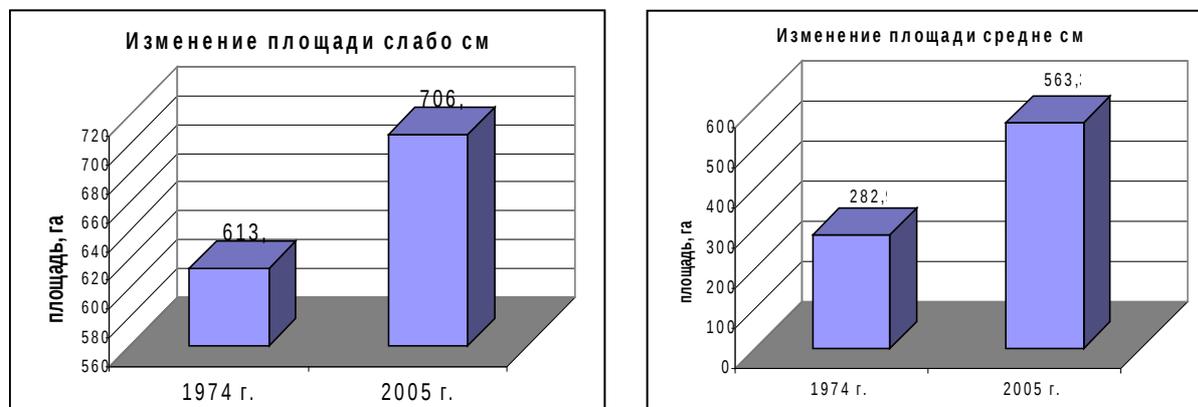


Рис. 4. Динамика почвенной эрозии в ключевом участке по категории смытости почв

Выводы

Таким образом, в ходе исследований была разработана методика пространственно-временной динамики эрозии почв на базе анализа разновременных почвенных карт с использованием ГИС-технологий, позволяющая количественно определить направленность этого опасного природно-антропогенного процесса за последние десятилетия. Детальный уровень генерализации позволяет выявить роль факторов, определяющих почвенно-эрозионный процесс, и сделать его прогноз.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (проект № 8470; ПЗ47).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокин А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. М.: Наука, 1986. 138 с.

2. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России, М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 255 с.
3. Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. Казань: Изд-во «Унипресс КГУ», 2002. 265 с.
4. Федорин Ю.В. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт. М.: Колос, 1973. 97 с.

Поступила в редакцию 20.09.11

A.O. Avvakumova, O.P. Yermolaev

Evaluation of spatial-time dynamics of soil erosion on the repeated materials of the soil mapping for a territory with high agricultural assimilation by means of GIS

The article presents a devised method of soil erosion spatial-time dynamic estimation using soil maps made in different time for a territory with high agricultural assimilation. We took as a base soil erosion maps on a scale of 1:10000. They were chosen as key areas for the following extrapolation to the territory of The Republic of Tatarstan. Cartographic materials were processed and analyzed using GIS.

Keywords:

Аввакумова Алина Олеговна, аспирант,
ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»
420008, Россия, г. Казань, ул. Университетская, 18,
Институт экологии и географии
E-mail: Avvakumova_alina@mail.ru

Ермолаев Олег Петрович,
доктор географических наук, профессор
ФГАОУВПО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»
420008, Россия, г. Казань, ул. Университетская, 18,
Институт экологии и географии
E-mail: Oleg.Yermolaev@ksu.ru

Avvakumova A.O., post-graduate student
Kazan (Volga Region) Federal University
420008, Russia, Kazan, Universitetskaya st., 18
E-mail: Avvakumova_alina@mail.ru

Yermolaev O.P.,
doctor of geography, professor
Kazan (Volga Region) Federal University,
420008, Russia, Kazan, Universitetskaya st., 18
E-mail: Oleg.Yermolaev@ksu.ru