

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ГЕООБРАБОТКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ МОДИФИКАЦИЙ ЛАНДШАФТОВ

В статье раскрыты функциональные преимущества использования моделей геообработки, созданных с помощью геоинформационной системы ArcGIS, которые позволяют автоматизировать процесс классификации антропогенных модификаций ландшафтов, тем самым повышая эффективность исследования. Описаны алгоритмы группировки антропогенных модификаций ландшафта и их дальнейшей классификации. Для отражения дифференциации территории по антропогенной преобразованности предложен индекс степени антропогенных изменений. Полученные результаты в дальнейшем предложено использовать для разработки оптимальной территориальной организации хозяйственных угодий.

**Ключевые слова:** антропогенные модификации ландшафтов, геообработка, геоинформационные системы (ГИС).

M. Zamuraeva, A. Narognaya, O. Mozgovaya

### THE USE OF MODELS GEOPROCESSING FOR RESEARCH ANTHROPOGENIC MODIFICATIONS OF LANDSCAPES

The article reveals the functional benefits of geoprocessing models that are created in a geographic information system ArcGIS. They allow you to automate the classification of anthropogenic modifications of the landscape. This article describes the algorithms for grouping of anthropogenic modifications of the landscape and presents a classification. The authors suggested the use of the index of the degree of anthropogenic changes to the classification. The results will be used to develop optimal territorial organization of economic land.

**Keywords:** anthropogenic modifications of landscapes, geoprocessing, geographic information systems (GIS).

**Вступление.** Природное и хозяйственное районирование, типология и оценка геосистем являются обязательными этапами изучения и управления территориальным развитием. Географический подход к изучению природы и общественной жизни фокусируется на территориальной изменчивости этих явлений и их изучении, в том числе с использованием методов классификации. Районирование, типология, классификация выступают не только как метод, но и как цель научного исследования [2]. Начальным этапом создания любой классификации является анализ пространственных данных, который может заключаться в определении значений какого-либо признака для выбранной территории или разделении территории по варьированию признака. Исходя из того значения, которое имеют разные по целям классификации, возможность автоматизации процесса их получения или его этапов может служить важным средством повышения эффективности работ [5]. На современном этапе незаменимую роль в автоматизации играют геоинформационные системы (ГИС), являющиеся предметом изучения отдельных дисциплин.

**Исходные предпосылки.** Зарубежные и отечественные ученые работают в направлении разработок отображения гетерохронных состояний среды (например, историко-почвенных объектов) при многократной трансформации ландшафтов во времени [3, 4, 7]. Одним из подходов к анализу данных средствами ГИС, выделяемых исследователями [1], является способ правдоподобного вывода, позволяющий осуществлять прогнозирование развития пространственно-временных взаимодействий или процессов. Но для нашей цели операторы аналитического преобразования не приведены, поэтому разработан описываемый в статье подход, использующий современный программный продукт *ArcGIS* и позволяющий автоматизировать процесс классификации. Работа выполнена при финансовой поддержке внутривузовского гранта БелГУ № ВКАС-32-10.

**Цель статьи** – раскрыть функциональные преимущества использования моделей геообработки для исследования антропогенных модификаций ландшафтов. В ходе работы решались следующие задачи: 1) создание модели геообработки пространственно-временных данных; 2) классификация антропогенных модификаций ландшафта.

**Изложение основного материала.** Исследовательский полигон располагается на границе Борисовского и Грайворонского районов Белгородской области (в 1727-1838 гг. – территория Хотмыжского уезда), и его выбор обусловлен тем, что здесь достоверно определена наибольшая продолжительность аграрного освоения на территории Белгородчины. Площадь полигона составляет 8708 га.

При работе с графическими и атрибутивными данными необходимо привлекать ГИС профессионального уровня, имеющие большие возможности для анализа информации. Такой системой может выступить приложение *ArcInfo* программного продукта *ArcGIS*. *ArcInfo* предоставляет расширенный набор инструментов *ArcToolbox* для выполнения геообработки. Благодаря дополнительным возможностям, *ArcInfo* является полной ГИС-системой для создания данных, их обновления и поиска, картографирования и анализа. Еще одним из преимуществ этого приложения является такой компонент, как *ModelBuilder*, который позволяет собирать цепочки инструментов геообработки в модель и запускать их все вместе. Это позволяет автоматизировать ГИС-анализ.

Примером использования моделей геообработки является их применение в исследованиях пространственно-временных агроландшафтных систем в целях отображения степени антропогенной трансформации исследуемой территории и выделения ареалов, на которые можно будет экстраполировать тренды агрогенной эволюции и рекомендовать оптимальный режим землепользования с учетом допустимых агрогенных нагрузок. Для этого, используя в качестве способа анализа данных нахождение оператора аналитического преобразования информации с помощью инструмента создания моделей геообработки, мы разработали алгоритм классификации территории по степени антропогенного воздействия. В зависимости от цели исследования антропогенных модификаций и географических особенностей,

может быть выбрано различное количество критериев оценки измененности территории - от двух до бесконечности. Т. к. нашей задачей являлось создание пилотной модели классификации антропогенной измененности территории, то для апробации отмеченного подхода мы использовали два критерия: лесистость и распаханность территории.

Таблица 1

**Коэффициент антропогенной измененности**

Этап освоения	I	II		III		IV	
Годы	VIII-XII вв.	1640-1700	1700-1800	1800-1898	1898-1955	1955-1985	1985-2007
$K_f$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
$K_{al}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5

Нами были дифференцированы значения коэффициента антропогенной модификации ( $K_f$  – для леса и  $K_{al}$  – для пашни) по отобранным критериям в соответствии с хронологией хозяйственного освоения территории (табл. 1). Для Белгородской области выделяют четыре самобытных этапа освоения почвенного покрова [6]: I – от 4500-4000 лет назад до XVI в., II – с XVII по XVIII вв., III – с XIX в. по 30-е гг. XX в., IV этап длится с 30-х гг. XX в. по настоящее время. Кроме указанных периодов, в таблице отражены хронологические периоды по соответствующим картографическим материалам. Исследуемая территория Хотмыжского уезда впервые подверглась активному сельскохозяйственному воздействию со стороны человека в VIII в. Роменская культура славян была земледельческой и практиковала сведение лесов для последующей распашки. Однако для существовавших лесов, не подвергавшихся вырубке, воздействие человека было близким к фоновому. Правобережная часть бассейна Ворсклы до начала активного антропогенного воздействия на лесные территории представляла собой придолинный цельный лесной массив шириной 5-10 км. Поэтому применительно к лесным естественным угольям вплоть до начала XX в.  $K_f$  не меняется и составляет 0,001. В период с 1898 по 1917 г. было предпринято последнее крупномасштабное сведение лесов с последующей распашкой массивов лесных почв. Площадь лесов сократилась в 2-3 раза, соответственно увеличилась антропогенная нагрузка, поэтому  $K_f$  увеличилось до 0,002. Пашня существенно превосходит степень антропогенной нагрузки естественных лесных угодий. Интенсивность плужной обработки практически не менялась на протяжении веков ( $K_{al}$  – 0,3) до конца XIX в., когда было отмечено резкое ухудшение почвенного плодородия, эрозия распашиваемых склонов ( $K_{al}$  – 0,4). С 50-х гг. экстенсивное землепользование сменилось интенсивным ( $K_{al}$  – 0,5).

Отвекторизованная пространственно-временная информация была сформирована в базу геоданных, в поля атрибутивных таблиц, которой были

введены значения  $K_i$ ,  $K_{al}$  и период воздействия фактора (годы). Для автоматизации и стандартизации рабочего процесса создания карты классификации антропогенных модификаций ландшафта нами при помощи *ModelBuilder*, встроенного в *ArcInfo*, с использованием инструментов *Analyst* и *Data Management Tools*, создана модель геообработки (рис.1).



Рис.1. Блок-схема модели «группировка антропогенных модификаций ландшафта»

На схеме темным овалом показаны входные данные (векторные слои, содержащие пространственно-временную информацию), светлым – выходные, прямоугольником – производимый процесс, стрелками – направление действий. Буква «Р» означает, что при запуске данного инструмента интерфейс программы попросит ввести или выбрать значения (parameter).

После ввода группы географических собранная модель автоматически выполняет следующий алгоритм: все данные объединяются в один файл, в атрибутивную таблицу которого добавляется новое поле  $K_i$ , в котором рассчитывается индекс степени антропогенных изменений:

$$K_t = \sum_{i=1}^N K_i \times t_i, \quad (1)$$

где  $K_i$  – коэффициент антропогенной измененности критерия соответствующего каждому  $i$ -тому хроносрезу, а  $t_i$  - длительность воздействия критерия.

Следующим действием запрограммирована группировка элементов с одинаковым индексом в новый класс пространственных объектов, в атрибутивной таблице которого содержится поле со значением площадей. Таким образом, 2665 ареалов антропогенных модификаций ландшафта с индивидуальной историей хозяйственных преобразований, полученных при наложении хроносрезов друг на друга, были объединены в 836 групп с одинаковым индексом степени антропогенных изменений. Этим завершается алгоритм модели автоматической «группировки антропогенных модификаций».

Последний этап работы - классификация антропогенных модификаций. Чтобы определить количество классов ( $C$ ), нами использована формула (2):

$$C = 1 + 3,3 \lg N, \quad (2)$$

где  $N$  – длина антропогенного ряда.

Анализ полученных 11 классификационных групп показал целесообразность еще большей их генерализации, т. к. по статистике плотности

**Классификация антропогенных трансформаций ландшафтов  
(с учетом распаханности и лесистости)**

Классы антропогенных модификаций ландшафтов	$K_t$	Площадь, га
Естественные угодья, очень близкие к фону	Менее 1,9	3094
Краевые территории, близкие к фону	2,0-24,9	178
Территории с очень низкой агрогенной преобразованностью	25,0-49,9	825
Территории с низкой агрогенной преобразованностью	50,0-74,9	986
Территории со средней агрогенной преобразованностью	75,0-99,9	996
Территории с высокой агрогенной преобразованностью	100,0-124,9	1608
Территории с сильной агрогенной преобразованностью	Более 125,0	912

распределения ареалов с одинаковыми индексами классификационные группы отличались резкой контрастностью. Так, например, классы, индексированные свыше 125, насчитывали порядка 150 ареалов антропогенных модификаций по 2-15 в классе, тогда как в группы с индексом менее 140 вошло 2527 ареалов до 420 в классе. Поэтому классификационные группы, индексированные свыше 140, были объединены в одну. Таким же образом были генерализованы классы маленьких по площади ареалов количеством менее 30, выделенные в краевой зоне лесных угодий, где происходила и происходит постоянная смена границ хозяйственного использования земель. В отдельный класс были выделены территории, которые на протяжении исследуемого периода находились под лесами, - с коэффициентом антропогенной измененности менее 1,9 (табл.2).

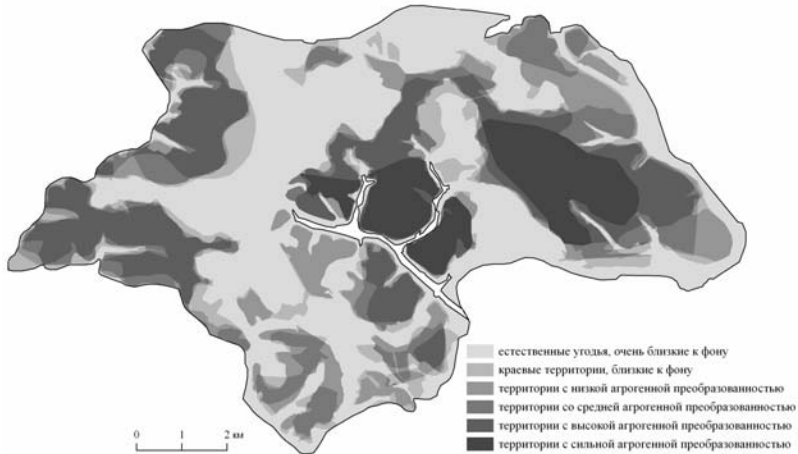


Рис.2. Картосхема классификации антропогенных модификаций ландшафтов (с учетом распаханности и лесистости)

В итоге мы получили картосхему классификации антропогенных модификаций ландшафта (рис.2), показывающую степень преобразования территории во времени с учетом воздействия на почвы леса и пашни. Анализ карты показывает, что на исследуемой территории преобладающей антропогенной модификацией являются естественные угодья с антропогенным воздействием, очень близким к фоновому, представленные в основном лесами (35 % от площади полигона). Территории с высокой и сильной агрогенной преобразованностью составляют порядка 30 % и представляют собой ареалы с наиболее длительной аграрной эксплуатацией (свыше 300 лет). Территории с очень низкой и низкой агрогенной преобразованностью занимают 21 % исследовательского полигона и представляют собой площади с длительностью распашки порядка 50-250 лет. Земли со средней агрогенной преобразованностью занимают 12 % и используются в качестве пашни на протяжении 150-330 лет. Краевые территории с низкой антропогенной нагрузкой, близкой к фону, занимают 2 % исследуемой территории и тяготеют к границам лесов, находились в сельскохозяйственной обработке до 80 лет.

**Выводы, перспективы дальнейших изысканий.** Методы геоинформатики, позволяющие автоматизировать обработку не только пространственно-координированной информации, но и временной составляющей географических данных, выводят исследования на качественно новый уровень. На основе приведенного алгоритма группировки антропогенных модификаций ландшафтов можно создавать более тонкую и глубже проработанную классификацию территории (с включением селитебных, промышленных, техногенно преобразованных территорий и т. д.). Полученная классификация не только позволит провести оценку антропогенной нагрузки на территорию, но может способствовать разработке оптимальной территориальной организации хозяйственных угодий.

Полученные в ходе исследования знания можно включить в дисциплины «Мониторинг», «Региональное природопользование», «Эволюция и динамика почв», а разработанные технологические приемы использовать для совершенствования практикумов по курсу «ГИС-анализ».

**Рецензент – кандидат географических наук О.А. Чепелев**

#### **Литература:**

1. *Гитис В.Г., Ермаков Б.В.* Основы пространственно-временного прогнозирования в геоинформатике. – М.: Физматлит, 2004. – 256 с.
2. *Гусейн-Заде С.М., Тикунев В.С.* Проблемы использования методов автоматической классификации в географии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 1988. – № 1. – С. 80-86.
3. *Ковальчук І.П.* Проблеми питания і завдання історичного ґрунтознавства та історико-географічних досліджень ґрунтів України // Вісн. Одеськ. нац. ун-ту ім. І.І. Мечникова. Сер. Геогр. та геолог. науки. – 2009. – Т.14. – Вып. 7. – С. 53-57.
4. *Лисецкий Ф.Н.* Пространственно-временная организация агроландшафтов. – Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2000. – 304 с.
5. *Тикунев В.С.* Классификация в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – М.-Смоленск: Изд-во СГУ, 1987. – 367 с.

6. *Чендев Ю.Г.* Изменение во времени компонентов географической среды Белгородской области. – Белгород, 1997. – 84 с.

7. *Nti I. K., Sallis P.J., Shanamuganathan S.* A review on techniques applied to modelling, simulating and visualising evolution of physical landscape / 2009 International conference on computational intelligence. Modelling and simulation. – 2009. – P. 54-58.

М.С. Замураева, А.Г. Нарожня, О.М. Мозгова

### **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ГЕООБРОБКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ МОДИФІКАЦІЙ ЛАНДШАФТІВ**

У статті розкриті функціональні переваги використання моделей геообробки, створених за допомогою геоінформаційної системи ArcGIS, які дозволяють автоматизувати процес класифікації антропогенних модифікацій ландшафтів, тим самим підвищуючи ефективність дослідження. Описані алгоритми групування антропогенних модифікацій ландшафту та їх подальшої класифікації. Для віддзеркалення диференціації території за антропогенною перетвореністю запропонований індекс ступеня антропогенних змін. Отримані результати надалі запропоновано використовувати для розробки оптимальної територіальної організації господарських угідь.

**Ключові слова:** антропогенні модифікації ландшафтів, геообробка, геоінформаційні системи (ГІС).

УДК 908:912

**Т.В. Имангулова**

Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева,  
г. Петропавловск

### **ЗНАЧЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОДНОГО КРАЯ**

Картографические исследования при изучении родного края в школе позволяют наглядно представить, изобразить на карте картину изучаемых фактических материалов, явлений, процессов и т.д., а это позволяет делать более обоснованные предположения, выводы, заключения о причинно-следственных связях.

**Ключевые слова:** картографический метод исследования, ГИС–технологии, краеведение, геоинформация, родной край, картографирование.

T. Imangulova

### **ROLE OF THE CARTOGRAPHIC RESEARCHES WHILE STUDYING THE NATIVE LAND**

When studying the native land at school the cartographic researches let graphically present and depict the studied, factual materials, phenomena, processes on the map, it allows making more well-founded suppositions, conclusions about the causal-investigatory connections.

**Keywords:** cartographic method of research, GIS–technologies, regional study, geoinformation, native land, mapping.

**Вступлення, исходные предпосылки.** Карта при изучении родного края позволяет наглядно представить, изобразить на ней картину изучаемых фактических материалов, явлений, процессов и т. д., а это позволяет делать