

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**Ю.Г. Симонов, С.М. Кошель, В.И. Кружалин,
Б.А. Новаковский, С.В. Прасолов**
МГУ им. М.В. Ломоносова

Для сохранения экологической устойчивости территории необходимо определенное соотношение состояний абиотических (неживых) и биотических (живых) компонентов. В экологической системе, охватывающей все объекты и явления природной и антропогенной среды и их взаимодействия, рельеф выполняет важные функции, распределяя свет, теплоту, влагу, обеспечивая определенный тип функционирования и состояния экосистем.

Пространственная организация структуры территории во многом определяется ве-

щественно-энергетическими потоками (геопотоками), как вертикальными (между различными природными компонентами), так и горизонтальными или латеральными (между самими экосистемами) [1]. Перемещение вещества и энергии внутри экосистем контролируется именно рельефом, что ставит его на ведущее место среди всех экологических факторов. В каждом конкретном случае легко увидеть, что потоки вещества и энергии пространственно совмещены и неразделимы, однако часто полезно выявить доминирующее значение од-

ного из них. Изучение систем с горизонтальными вещественными связями играет ведущую роль в анализе техногенного воздействия на природу. Последнее раскрывается при изучении транспортирования и накопления веществ, загрязняющих окружающую среду.

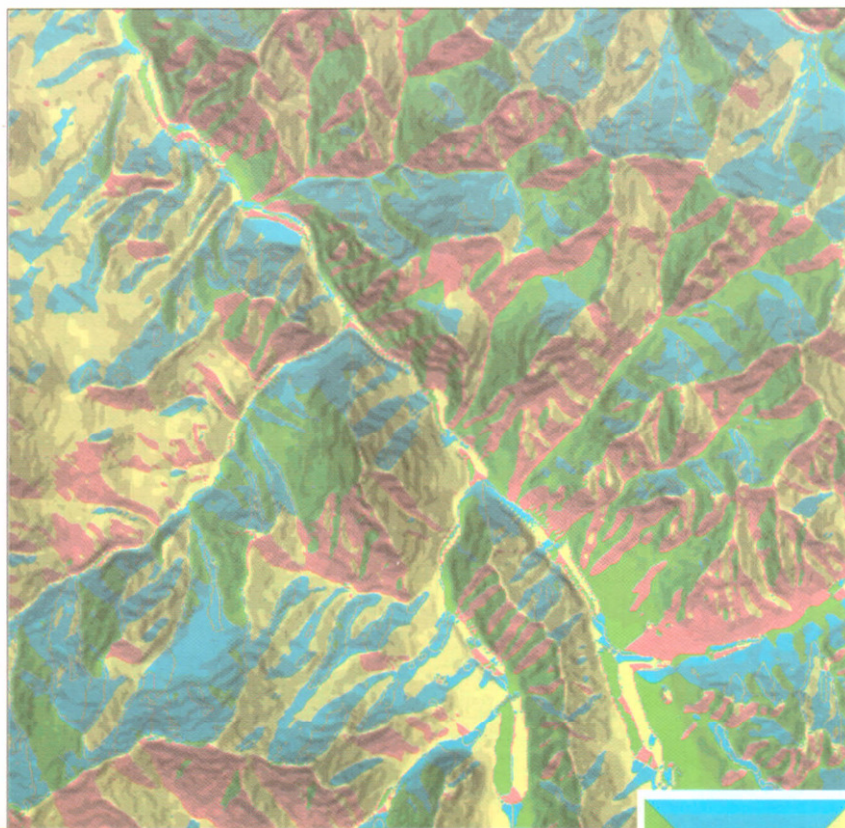
Таким образом, рельеф, по существу являясь распределителем вещества и энергии, оказывает влияние на все компоненты экосистемы, пронизывает всю экосистему в целом. Поэтому рельеф, его особенности и происхождение входят в круг объектов

Работа выполнена по гранту РФФИ (проект № 97-05-64082)

Карта получена в результате оверлейной операции, проведенной в программном комплексе MapInfo. На первом этапе были построены с использованием программы MAG две цифровые модели: углов наклона и экспозиции склонов, по которым созданы две карты (крутизны склонов в изолиниях и экспозиции склонов в виде областей). Далее на карте экспозиции склонов в автоматическом режиме были выделены участки с различными углами наклона. Сочетание экспозиции склонов с углами наклона рельефа, кроме районирования территории, хорошо подчеркивает пластику рельефа.

Подбор шкалы осуществлялся в соответствии с геоморфологическими понятиями о зависимости развития склоновых процессов от крутизны склонов. Выделены семь ступеней, характеризующих территорию по преобладанию того или иного процесса (например, по выбранной шкале: на склонах с углом наклона до 3 градусов идет только процесс аккумуляции, а на склонах с крутизной от 29 градусов и выше могут происходить обвалы и осыпи). Экспозиция влияет на инсоляцию, отвечает за распределение теплоты и влаги.

Возможно автоматизированное вычисление площадей, подверженных тому или иному процессу, и определение ведущего для данной территории процесса.



Масштаб 1 : 100000

Рис. 3. Карта углов наклона и экспозиции склонов

Легенда:

Цветом показана экспозиция (по часовой стрелке): северная, восточная, южная, западная.

Оттенок цвета - уклон в градусах (от светлого к темному): менее 3, 3-7, 7-12, 12-20, 20-29, 29-45, более 45



BASIC или LISP подобных). Степень распространенности таких систем в России можно представить по обеспеченности ими высших учебных заведений: почти 70 % пользуются коммерческими ГИС-пакетами (преобладают ARC/INFO и MapInfo) и отечественным GeoGraph, более половины имеют ГИС-выюеры (почти исключительно ARCView) [5].

Для обеспечения геоэкологических исследований полной информацией о таком важном компоненте экосистемы, как рельеф, назрела необходимость создания геоморфологической геоинформационной системы. Такая ГИС может быть создана на основе коммерческой геоинформационной системы общего пользо-

вания путем адаптации с привлечением встроенных языков программирования (например, MapInfo и MapBasic). Однако необходимо предусмотреть возможность дополнения пользователем набора специализированных функций, а также обмена информацией с другими программами путем передачи в широко распространенных обменных форматах файлов.

Базовый набор специальных функций обязательно должен включать построение ЦМР, как по сети нерегулярно расположенных точек, так и по изолиниям; вычисление основных морфометрических характеристик рельефа (углы наклона и экспозиция склонов, превышение форм рельефа над базисом эрозии, опре-

деление основных орографических линий, построение гипсометрической кривой на рассматриваемую территорию и т.д.). Геоморфологическая ГИС должна иметь возможность автоматизированного и интерактивного создания карт с использованием различных способов изображения (изолинии, картограммы), а также их редактирования и анализа.

Возможности такой ГИС при создании и работе с картами очень широки. По ЦМР, полученной после цифрования исходной карты (рис. 1), восстанавливать исходный рельеф (рис. 2), в автоматическом и полуавтоматическом режимах получать различные характеристики территории (расстояния, площа-



Масштаб 1 : 100000



Рис. 4. Гипсометрическая карта рельефа, совмещенная с аналитической отмывкой

ди отдельных форм рельефа и т.п.) как по одному, так и по нескольким показателям одновременно. Все карты в геоморфологической ГИС представляют собой слои, между которыми могут быть проведены некоторые операции. Например, геометрическое сочетание карт углов наклона и экспозиции склонов (рис. 3) дает возможность исследователю проследить определенные процессы развития территории.

Совмещение гипсометрической карты с аналитической отмывкой (рис. 4) дает карту повышенной наглядности, что позволяет специалисту в интерактивном режиме проводить районирование территории и выделять отдельные формы рельефа, на-

пример, особенно подверженные накоплению загрязняющих веществ.

В заключение следует отметить, что так как ЦМР могут отображать как дневной рельеф земной поверхности, так и другие "поверхности" (в том числе абстрактные) [6], применение подобных ГИС возможно для изучения не только рельефа, но и других компонентов, а также всей экосистемы в целом. В настоящее время интерес к ЦМР и морфометрическим методам проявляют геологи, экологи, эконом-географы и представители других специальностей, что должно послужить толчком к развитию и использованию подобных систем.

Карта получена путем совмещения гипсометрической карты рельефа и аналитической отмывки, полученных по ЦМР. Такое сочетание позволило добиться повышения наглядности за счет подчеркивания пластики рельефа, выраженной в распределении светотени. Повышенная наглядность в сочетании с метричностью позволяет проводить районирование территории в интерактивном режиме.

Эта карта дает возможность определить основные метрические характеристики территории, в том числе ширину и площадь водосборных бассейнов, абсолютные и относительные превышения; путем преобразований могут быть получены карты вертикальной и горизонтальной расчлененности по выделенным водосборным бассейнам.

Построение такой карты возможно как с использованием традиционной гипсометрической шкалы, так и с помощью применяемой в геоморфологии нерегулярной шкалы на основе статистической кривой распределения высот на выбранном участке.

Литература

1. Петров К.М. Общая экология: взаимодействие общества и природы. С.-Пб.: Химия, 1997. 352 с.
2. Кружалин В.И. Эколого-геоморфологический анализ территории // Вестн. МГУ, 1997. № 4. С. 11 — 15.
3. Мусин О.Р., Сербенюк С.Н. Цифровые модели "рельефа" континуальных и дискретных географических полей // Банки географических данных для тематического картографирования / Под ред. К.А. Салищева. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 156 — 170.
4. Симонов Ю.Г., Кружалин В.И., Симонова Т.Ю. Геоинформационное обеспечение эколого-геоморфологического картографирования // Тез. докл. конф. "Актуальные проблемы геоэкологии и геоинформатики" 30-31 янв. 1996 г. М.: Изд-во МГУ. С. 14 — 15.
5. Берлянт А.М. Геоинформатика. М.: Фирма "Астрей", 1996. 208 с.
6. Новаковский Б.А. Картографо-фотограмметрические аспекты геоинформатики // Геоэкоинформатика. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 76 — 85. ■

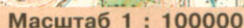


Рис. 1. Фрагмент исходной топографической карты



Масштаб 1 : 100000

Рис. 2. Фрагмент изолинейной карты рельефа, восстановленного по ЦМР

“закрытые”, т.е. имеют ограниченный набор функций, заложенный их создателями. Кроме того, они, как правило, имеют недостаточно развитый аппарат импорта-экспорта, что ограничивает гибкость систем, не позволяя обмениваться исходными данными и информацией с другими программными продуктами. Эти особенности сильно ограничивают их применение, так как только на территории бывшего СССР сформировалось несколько крупнейших научных геоморфологических школ, которые выработали свои методы и приемы для изучения рельефа.

Более широкое распространение получили коммерческие ГИС общего назначения, которые обладают всеми необходимыми средствами, присущими ГИС, но в то же время не являются оптимизированными под ту или иную конкретную задачу. Адаптация достигается введением в состав системы специализированных языков программирования высокого уровня (как правило,

Построение цифровой модели рельефа и последующее восстановление рельефа в изолиниях проведено в программе MAG, разработанной на кафедре картографии и геоинформатики МГУ. Эта программа отличается от аналогичных тем, что имеет возможность строить ЦМР не только по сети нерегулярно и регулярно расположенных точек, но и по изолиниям.

Восстановление рельефа преследовало две цели: устранение разрывов изолиний, присутствующих на исходной карте, и контроль точности построения цифровой модели рельефа, для чего сечение горизонталей восстановленного рельефа выбрано таким же, как на исходной карте.



Масштаб 1 : 100000



Рис. 4. Гипсометрическая карта рельефа, совмещенная с аналитической отмывкой

ди отдельных форм рельефа и т.п.) как по одному, так и по нескольким показателям одновременно. Все карты в геоморфологической ГИС представляют собой слои, между которыми могут быть проведены некоторые операции. Например, геометрическое сочетание карт углов наклона и экспозиции склонов (рис. 3) дает возможность исследователю проследить определенные процессы развития территории.

Совмещение гипсометрической карты с аналитической отмывкой (рис. 4) дает карту повышенной наглядности, что позволяет специалисту в интерактивном режиме проводить районирование территории и выделять отдельные формы рельефа, на-

пример, особенно подверженные накоплению загрязняющих веществ.

В заключение следует отметить, что так как ЦМР могут отображать как дневной рельеф земной поверхности, так и другие "поверхности" (в том числе абстрактные) [6], применение подобных ГИС возможно для изучения не только рельефа, но и других компонентов, а также всей экосистемы в целом. В настоящее время интерес к ЦМР и морфометрическим методам проявляют геологи, экологи, эконом-географы и представители других специальностей, что должно послужить толчком к развитию и использованию подобных систем.

Карта получена путем совмещения гипсометрической карты рельефа и аналитической отмывки, полученных по ЦМР. Такое сочетание позволило добиться повышения наглядности за счет подчеркивания пластики рельефа, выраженной в распределении светотени. Повышенная наглядность в сочетании с метричностью позволяет проводить районирование территории в интерактивном режиме.

Эта карта дает возможность определить основные метрические характеристики территории, в том числе ширину и площадь водосборных бассейнов, абсолютные и относительные превышения; путем преобразований могут быть получены карты вертикальной и горизонтальной расчлененности по выделенным водосборным бассейнам.

Построение такой карты возможно как с использованием традиционной гипсометрической шкалы, так и с помощью применяемой в геоморфологии нерегулярной шкалы на основе статистической кривой распределения высот на выбранном участке.

Литература

1. Петров К.М. Общая экология: взаимодействие общества и природы. С.-Пб.: Химия, 1997. 352 с.
2. Кружалин В.И. Эколого-геоморфологический анализ территории // Вестн. МГУ, 1997. № 4. С. 11 — 15.
3. Мусин О.Р., Сербенюк С.Н. Цифровые модели "рельефа" континуальных и дискретных географических полей // Банки географических данных для тематического картографирования / Под ред. К.А. Салищева. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 156 — 170.
4. Симонов Ю.Г., Кружалин В.И., Симонова Т.Ю. Геоинформационное обеспечение эколого-геоморфологического картографирования // Тез. докл. конф. "Актуальные проблемы геоэкологии и геоинформатики" 30-31 янв. 1996 г. М.: Изд-во МГУ. С. 14 — 15.
5. Берлянт А.М. Геоинформатика. М.: Фирма "Астрей", 1996. 208 с.
6. Новаковский Б.А. Картографо-фотограмметрические аспекты геоинформатики // Геоэкоинформатика. М.: Изд-во МГУ, 1995. С. 76 — 85. ■