

УДК 528.94 – 911.9:502

**ИНФОРМАЦИОННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КРЫМА)**

Лычак А.И., Бобра Т.В., Лемент А.А.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одной из характерных черт современного этапа взаимодействия общества и природы является тотальное вовлечение различных природных ресурсов в хозяйственную деятельность человека.

В подавляющем числе случаев природные ресурсы имеют определенную пространственную привязку, территориальную приуроченность. Вместе с тем они характеризуются определенной временной изменчивостью своих качественных и количественных характеристик, показателей, свойств. Меняются как объемы, количество и качество имеющихся ресурсов, так и способы их использования или вовлечения в хозяйственную деятельность человека.

Со всей очевидностью все более остро ощущается ограниченность и исчерпаемость природных ресурсов. Географическое пространство как ресурс среды местообитания человека, с одной стороны, и как поле реализации производственно-хозяйственных функций социума, с другой, является важнейшим ресурсным компонентом в системе природно-ресурсного потенциала любого государства, в том числе и Украины.

Понятие «территория» фиксирует в себе с одной стороны представления о «месте расположения или проявления», с другой стороны, представление о «пространственном ресурсе» характеризующимся определенными качествами и свойствами. Эти качества и свойства проявляются для различных субъектов оценивания по разному. Территория благоприятная для рекреационных видов деятельности может совсем не подходить для ведения сельскохозяйственного производства и т.д. С геоэкологической точки зрения, необходима комплексная геоэкологическая оценка территории для определения ее ценности (географические основы оценки... Лычак, Боков, и др.).

Управление территориальными ресурсами важнейший инструмент сохранения баланса в системе общество-природа.

Управление осуществляется не только через систему территориального планирования, которая носит часто рекомендательный и необязательный (с точки зрения закономерности исполнения) характер. Управление территорией осуществляется также и через прогноз, моделирование и постоянный мониторинг состояния и функционирования (в том числе и использования) территории и системы динамического (в реальном масштабе времени) регулирования функционирования.

Важнейшим инструментом управления и территориального планирования в горных территориях является кадастр и оценка территориальных ресурсов. Среди задач оптимизации природопользования можно выделить: планирование размещения населенных пунктов, хозяйственных и рекреационных комплексов, транспорта, создание экологической сети, максимальное использование местных ресурсов (в том числе воды и энергии); минимизация перевозок; снижение нагрузок на природную среду. Необходимо обеспечить экологическое конструирование окружающей среды.

Природа не терпит пустоты. Любая территория представляет собой место расположения того или иного типа ландшафтных комплексов, геотехнических или социально-культурных систем. Наиболее мелкий в масштабе рассмотрения территориальный выдел, который характеризуется относительной внутренней однородностью своих свойств или качеств относительно того или иного типа ландшафтных систем мы называем ландшафтным экотопом (местом существования или размещения геосистемы). Условия и показатели, которыми характеризуется ландшафтный экотоп, мы называем ландшафтно-экологическими условиями.

Оптимальность размещения объектов производственно-хозяйственной инфраструктуры, эффективность использования природных территориальных ресурсов, экологическая надежность и минимизация экономических и экологических рисков возможны лишь при достаточно высоком уровне информационно-географического обеспечения систем территориально-административного управления.

В настоящее время отечественными и зарубежными экологами и географами разработан ряд теоретических подходов и принципов к управлению территориальными и природными ресурсами (теория территориального планирования и управления). Имеются глубокие проработки вопросов мониторинга, оценки, прогноза, проектирования и использования территориальных ресурсов.

Но существует еще одна проблема, препятствующая минимизации геоэкологических потерь при использовании территориальных ресурсов. Это проблема качества управляющей системы. Речь идет, прежде всего, о неподготовленности управленческого персонала (уровень компетентности принятия управленческих решений), о неспособности информационного восприятия реального образа геоэкологических ситуаций и невозможности выдерживать экологический баланс между различными тенденциями освоения или использования территории. Как результат, не выдерживается не одно из правил определяющих экологические пропорции использования территории.

Таким образом, важнейшими факторами повышения эффективности административно-хозяйственного управления территориями является информационно-географическое обеспечение систем территориального управления (системы мониторинга, оценки, прогноза, моделирования) и повышение геосенсорных качеств блока управления.

Одним из путей решения проблемы информационно-географического обеспечения органов административно-хозяйственного управления территориальными системами и повышения их геосенсорных свойств является разработка эффективных информационно-географических моделей ландшафтно-экологической структуры и условий территории.

На этом фоне особенно актуальна оптимизация использования горных территорий. Обладая высоким рекреационным потенциалом и выполняя функции экологического регулирования, они в то же время характеризуются большой повторяемостью стихийных явлений и неустойчивостью геосистем.

Актуальность этой задачи, кроме вышесказанного, определяется также и тем, что Украина (как и большинство стран Восточной Европы) переживает ответственный этап своего развития. В нем сочетаются противоречивые тенденции, связанные с переходом к информационному обществу (устойчивое развитие, переход к экономии ресурсов, поиск решения энергетического и экологического кризиса, острейшие политические проблемы и др.). Особую остроту затронутой проблематике придает принятие закона о частной собственности на землю. Вступление в действие данного закона ведет к увеличению оборота земель, диктует необходимость их более эффективной оценки, создало новые проблемы в сфере экологического контроля.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В поле обозначенной проблематики находится задача разработки и теоретико-методологического обоснования информационно-географического обеспечения построения пространственно-временных моделей горно-лесных территорий, на примере Крыма.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретико-методологическим фундаментом обоснования информационно-географических основ построения пространственно-временных моделей горно-лесных территорий горного Крыма является теория пространственно-временного анализа базирующаяся на представлениях В.А.Бокова [4; 5; 6], А.Ю. Ретеюма [13; 14], А.А.Крауклиса [7], А.Н. Ласточкина [9], Т.В. Бобра. [2]; А.В., Позднякова и И.Г. Черванева [11], Н.И. Маккавеева и Р.С. Чалова [10], К.Рамана [12], Б.Б. Родомана [15], В.Н. Солнцева [17], В.Б. Сочава [18], В.В.Сысуева [19, 20, 21] и др., об эргодичности, пространственной ординации, катенах, многомерных пространствах, геосистемных взаимодействиях, полиструктурности и полииерархичности. При этом понимается, что элементы и объекты экосферы образуют пространственно-временные и эволюционные ряды, ландшафты и экосистемы связаны в единую пространственно-временную цепь или ряды, что выражается в топоритмической организации географического пространства. При этом, принцип эргодичности, законы факторной относительности Маккавеева-Черванева и закон неинвариантности преобразования подобия позволяет более глубоко раскрыть динамику и эволюцию экосистем горного Крыма.

Учет пространственных (в том числе геометрических) и временных характеристик позволяет значительно уточнить структуру и организацию геосистем, получить более репрезентативную информацию. Пространство и время есть особым образом закодированная информация. В геометрии пространства экосистем отображена вся совокупность прошлых и современных процессов. Геометрия – это своего рода структурная память экосистем. Основные закономерности организации экосферы можно объяснить на базе пространства и времени. Пространственный, в

частности геометрический, анализ позволяет более экономно и полно описать ситуацию, дать более полное представление об экологическом потенциале, получить более достоверную информацию.

Пространство и время выступают, с одной стороны, как условия существования явлений, с другой - как форма их существования. Пространственно-временные отношения (краевые и островные эффекты, радиус кривизны, площадь, объем, ориентация, плановая форма, длина, пространственное чередование, длительность процесса, характер чередования явлений и др.) выступают фактором возникновения новых явлений, качеств.

Примером реализации некоторых методологических принципов пространственно-временного анализа может являться исследование, проведенное авторами в горном Крыму при изучении и геоинформационном моделировании экотопических условий.

Экотопические условия определяются целым комплексом физико-географических факторов, среди которых важное место занимают высота, крутизна, экспозиция относительно основных потоков, литологический состав горных пород, наличие четвертичных отложений, микроклиматические условия и режим увлажнения [8]. Все эти характеристики должны быть пространственно привязаны к конкретному территориальному выделу, а их соотношение в рамках конкретного временного интервала дает представление об экологическом состоянии данной территории.

Выделяемые контуры экотопических выделов могут выступит в качестве элементарных территориальных операционных единиц экологического и социально-хозяйственного мониторинга состояния окружающей среды.

Определение и картографирование пространственных контуров таких выделов само по себе является не тривиальной задачей, и ключевым инструментом здесь выступают ГИС-технологии и методы дистанционного зондирования.

Таким образом, важнейшим элементом ГИС-моделирования экологических состояний является проблема выделения и последующего манипулирования элементарными операционными единицами геоэкологического анализа, однородных по своим параметрам структуры и функционирования. Ведь даже близкие по местоположению участки земной поверхности могут по-разному реагировать на воздействие природных и антропогенных факторов.

В геоэкологии разработаны подходы к выделению элементарных операционных единиц (в качестве которых нередко выступают элементарные ландшафтные выделы). Один из таких подходов был предложен А.Н. Ласточкиным, который элементарный ландшафт определяет как: «простейший комплекс взаимосвязанных геокомпонентов в рамках отличной от смежных площадных элементов и относительно однородной по своему местоположению, физико-географическим и геоэкологическим свойствам элементарной поверхности». Основой для выделения таких элементарных единиц является рельеф земной поверхности, который «выступает в качестве уникального источника информации о надлитосферных геокомпонентах ландшафта» [9].

Дифференциация территории по таким очевидным параметрам как высота, уклоны, экспозиция, вертикальная и горизонтальная кривизна, позволяют выделить участки земной поверхности, которые ведут себя одинаково при тех или иных природных и антропогенных процессах и явлениях и образуют территориальные системы характеризующиеся определенным типом функциональной целостности. А объединение информации о геометрии и топологии таких поверхностей с данными

об их физико-географических свойствах (растительный покров, почвы, геология), позволяет интегрировать (дифференцировать) эти участки в площадные объекты – элементарные геоэкологические выделы.

До недавнего времени сдерживающим фактором решения подобного рода задач были технологические трудности, связанные с необходимостью оперировать большими объемами пространственной и количественной информацией. Современные геоинформационные технологии в сочетании с математическими пакетами по статистической обработке данных позволяют снять остроту в решении этих проблем. Они позволяют устанавливать связи между объектами разных информационных слоев, проводить комплексный анализ многомерных массивов картографических и атрибутивных данных, приводить полученные результаты к различным формам представления информации и выстраивать ее в временные ряды.

Используя программный пакет ArcGis 8.2, был построен ряд карт горного Крыма, позволяющих оценить как лесорастительные условия, так и реакцию экотопов на воздействие внешних факторов (рис. 1).

В качестве исходного информационного базиса были использованы материалы полевых физико-географических исследований, которые были актуализированы в виде баз данных и цифровых карт. Основой для моделирования и пространственного анализа элементарных геоморфологических поверхностей являлась цифровая карта рельефа, на основе которой были построены карты уклона земной поверхности, экспозиции, превышения над местным базисом денудации, выделены элементарные бассейны и тальвежная сеть.

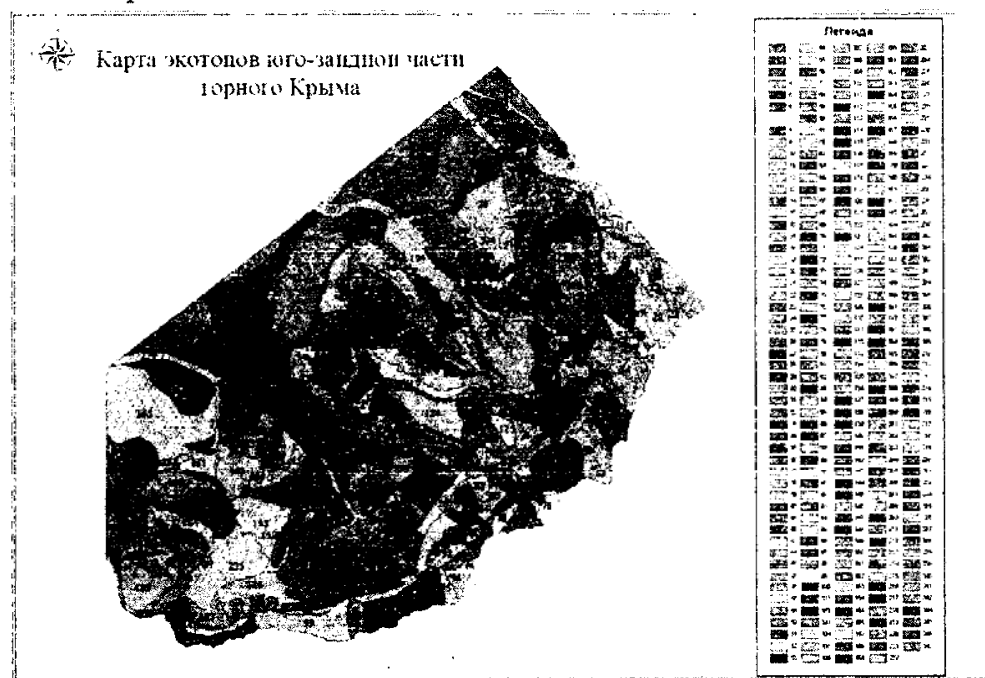


Рис.1. Картографическая визуализация ГИС-модели экотопической структуры юго-западной части горного Крыма.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Опыт использования геоинформационных технологий для построения пространственно-временных моделей горно-лесных территорий Крыма наряду с получением конкретно-научных результатов позволил сформулировать ряд информационно-географических принципов и подходов.

Для изучения лесорастительных условий необходимо использовать различные взаимодополняющие методы: автоматизированный сбор, регистрация и обработка экспериментальных данных, характеризующих радиационный, тепловой и водный режимы лесных геосистем; полевые наземные сезонные исследования для описания различных типов лесных сообществ (фитометрия, морфометрия, вертикальная и горизонтальная структура и пр.); компьютерное дешифрирование аэро- и космоснимков территории горно-лесного Крыма с целью составления универсальной дешифрировочной шкалы для выявления пространственной структуры лесов. Эффективным инструментом выступают материалы дистанционного зондирования, в частности аэрофотоснимки, космоснимки (Landsat, Spot, Ikon).

Для выявления и характеристики закономерностей изменения геофизических параметров, лежащих в основе формирования лесорастительных условий, необходимо использовать основные положения теории фоновых поверхностей и локальных неоднородностей [1, 3], разложения полей на составляющие, выявления ведущих факторов, определяющих пространственную дифференциацию солнечной радиации, радиационного баланса, атмосферных осадков, стока, испарения и пр., а также методы регрессионного анализа и получения уравнений, позволяющих рассчитывать величину атмосферных осадков по морфометрическим характеристикам [16].

Более широко необходимо использовать стационарные системы сбора информации. Например, эксплуатация автоматизированных систем сбора геофизической информации измеряющих: радиационный баланс, затраты тепла на испарение, турбулентный поток тепла, задерживаемый листьями, ветвями и стволами лесной растительности; поток тепла в почве; количество атмосферных осадков, задерживаемый кронами; физическое испарение с поверхности листьев, стволов и т.п., а также величина поверхностного стока; стока по стволам; крип и пр.

Важным звеном в информационном обеспечении построения пространственно-временных моделей является организация геоморфологических наблюдений на тестовых участках горно-лесного Крыма, выявление состава и структуры нисходящих литодинамических потоков, а также роли различных экзогенных процессов в перемещении вещества. Результатами этих исследований являются балансовые уравнения (в том числе и с учетом антропогенного фактора).

Используя функции геоинформационного пространственного анализа в ArcGIS 8.2, на основе цифровой модели рельефа горного Крыма, по растру с ячейками 50/50 метров были выделены элементарные геоморфологические поверхности, характеризующиеся определенной крутизной, экспозицией и высотой. Оверлейный анализ и синтез с материалами дешифрирования космического снимка Landsat 7M и цифровыми компонентными картами (бассейновой структуры, морфоструктуры, геологической карты, почвенной карты, карты основных водоразделов, карты растительности, почвенной карты) позволяет выделять элементарные операционные единицы для горного Крыма (масштаб 1:1000000). В результате становится возможным определение в каждой пятидесяти метровой ячейке географического пространства: высоты, крутизны, экспозиции, геологии, почв, принадлежности к тому или иному типу морфоструктур, порядок бассейновой структуры, степень внутренней однородности и т.д.; построение геоинформационной базы данных по каждой ячейке; расчет и выделение элементарных геоморфологических поверхностей по GRID-сетке.

ВЫВОД

Учитывая ограниченность данных о климатических и гидрологических характеристиках горного Крыма ГИС-технологии позволяют более эффективно решать задачу получения ландшафтно-экологических характеристик для любого участка территории на основе методов интерполяции и экстраполяции. В основу разработки была положена теория фоновых поверхностей и локальных неоднородностей, разложение полей на составляющие, а также подходы, опирающиеся на выявление ведущих факторов, определяющих пространственную дифференциацию солнечной радиации, радиационного баланса, атмосферных осадков, стока, испарения; регрессионный анализ и получение уравнений, позволяющих рассчитывать величину атмосферных осадков, прямой солнечной радиации по морфометрическим характеристикам.

Список литературы

1. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. – М.: Мысль, 1986. – 240 с.
2. Бобра Т.В. Ландшафтные границы: подходы к анализу и картографированию.- Симферополь: Таврия-Плюс, 2001.- 165 с.
3. Бойчук В.В., Марченко А.С. Фон и вариации элементов физико-географической среды. – М.: Наука, 1968. – 64 с.
4. Боков В.А. К соотношению различных форм отображения пространственных отношений географических явлений // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Картография в эпоху НТР: теория, методы, практика». Москва, 1987. - С.45-46.
5. Боков В.А. Пространственно-временная организация геосистем. – Симферополь: Симферопольский ун-т, 1983.- 57 с.
6. Боков В.А. Пространственно-временные отношения как фактор формирования свойств геосистем // Вестник Московского ун-та. Сер 5. География, 1992. - № 2.- С.10-16.
7. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Н.: Наука, 1979. – 172 с.
8. Ландшафтно-геофизические условия произрастания лесов юго-восточной части горного Крыма / Под ред В.А. Бокова.- Симферополь: Таврия-Плюс, 2001.- 133 с
9. Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем). – Санкт-Петербург: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. – 762 с.
10. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Руслловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 264 с.
11. Поздняков А.В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии рельефа. М.: Наука, 1990. 204 с.
12. Раман К. пространственная полиструктурность топологических геокомплексов и опыт ее выявления в условиях латвийской ССР.- Рига, 1972. – 48 с.
13. Ретеюм А.Ю. Земные миры. – М.: Мысль, 1988. - 268 с.
14. Ретеюм А.Ю. О факторах и формах упорядоченности пространства оболочки Земли // Вопросы географии. – М.: Мысль, 1977. – С.84-95.
15. Родман Б.Б. Основные типы пространственной дифференциации // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География, 1970. - № 5. – С.22-30.
16. Романова Е.Н. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата.- Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 232 с.
17. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. – М.: Мысль, 1981. – 239с.
18. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
19. Сысуев В.В. Морфометрический анализ геофизической дифференциации ландшафтов // Изв. РАН. Сер. географ., 2003. - № 4. С.36-50.
20. Сысуев В.В. Моделирование геофизической дифференциации геосистем // География, общество, окружающая среда. Том. II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. – М.: Издательский дом Городец, 2004. – С.48-70.
- Сысуев В.В., Шарый П.А. Выделение типов условий местопроизрастания для лесоустройства по участковому методу // Лесоведение, 2000. - № 5. – С.11-21.