

УДК 911.9:912.648

МОДЕЛЬ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ

Плотницкий С.В.

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова, Одесса, Украина

В статье рассматривается методика и технология построения модели данных для природно-хозяйственных территориальных систем локального и регионального уровня. Модель данных предназначена для оценки состояния природных ресурсов, мониторинга, поддержки принятия решений на различных уровнях управления территориями. Рассматриваются принципы отбора и формализации информационных признаков для территориальных объектов различного иерархического уровня. Техническая поддержка модели данных основана на программных продуктах ArcGIS фирмы ESRI

Ключевые слова: природно-хозяйственная территориальная система, модель базы данных, геоинформационная система, ПХТС-контур

ПОСТАНОВКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время геоинформационные технологии нашли свое применение во многих сферах научной, производственной и коммерческой деятельности в Украине. Разрабатываются стандарты для создания инфраструктуры пространственных данных для обслуживания информационных потребностей широкой категории пользователей, как на общенациональном уровне, так и на региональном и локальном уровнях. В то же время, преобладает ведомственный подход к формированию пространственных баз данных, приводящий с одной, стороны, к дублированию некоторых информационных блоков, и появлению обширных «белых информационных пятен» - с другой. Чаще всего от этого страдает информационный блок экологических региональных и локальных баз данных, что связано со слабой разработанностью научно-методических и организационно-технических основ природно-ресурсного и экологического картографирования, с отсутствием сетей мониторинга различных компонентов природной среды, а также сравнительно высокой стоимостью работ.

Недостаточный учет или игнорирование природно-хозяйственной и социально-экономической обстановки значительно усложняет реализацию многих хозяйственных и природоохранных проектов. Экологические катастрофы и кризисные ситуации показывают, что принятие даже самых очевидных решений должно базироваться на точных знаниях о структуре и закономерностях функционирования локальных и региональных геосистем.

Геосистемный (ландшафтный) подход к пространственной организации территории применяется в географических исследованиях уже достаточно длительный период, в арсенале современной географии накоплено большое

количество методов анализа, оценки и прогнозирования состояния природных, социально-экономических и природно-хозяйственных геосистем. На основе принципов, заложенных в работах Арманда А.Д. Александровой Т.Д. Исаченко А.Г., Милькова Ф.Н., Преображенского В.С, Солнцева В.Н, Сочавы В.Б., Трофимова А.М., выполнено большое количество исследований, посвященных картографированию и моделированию геосистем различного типа и пространственно-временного охвата, разработано большое количество прогнозов, рекомендаций, проектов и пр.

Для большинства регионов Украины характерны геосистемы смешанного типа, образовавшиеся из естественных инвариантов ландшафта под воздействием многолетних хозяйственных воздействий, с установившимися связями между отдельными компонентами, с определенным характером энерго-массообмена, суточной и сезонной динамикой.

Одним из подходов к моделированию географической оболочки с ее многообразными пространственными и временными свойствами является концепция **природно-хозяйственных территориальных систем (ПХТС)**, разработанная под руководством Г.И.Швебса [1]. Под ПХТС Г.И.Швебс предлагает понимать «сложное образование географической оболочки, представляющее собой диалектически целостное сочетание естественных и хозяйственных компонентов, условий и явлений в виде относительно однородных участков с определенным типом взаимосвязей и взаимодействий входящих элементов и образующих сущностное единство человека с природой». К таким территориальным комплексам возможно применение определенных воздействий, направленных на сохранение устойчивости окружающей среды при оптимальном потреблении природных ресурсов.

Использование геоинформационных технологий позволило в определенной степени автоматизировать процедуры выделения и картографирования геосистем, использовать вычислительные возможности современных компьютеров для моделирования динамики геосистем, вычислять количественные параметры, которые недоступны для прямых наблюдений и т.д.

В то же время наличие современной ГИС-технологии не ведет напрямую к ее применению для решения задач управления природопользованием в большинстве регионов как Украины, так и большинства постсоветских государств. При всем многообразии подходов к выделению и описанию геосистем большинство исследователей отмечает недостаточность или малодоступность исходных данных о большинстве компонентов природной и социально-экономической среды, необходимость большого количества дополнительных полевых работ, сложность в изготовлении и восприятии итоговых картографических материалов. Из-за отсутствия исходных данных и трудоемких подготовительных работ большинство таких исследований выполняется на локальных участках; работы, выполненные на различных участках, практически несопоставимы друг с другом из-за различия методических подходов к выделению геосистем. В приложениях по исследованию геосистем ключевым фактором успешного использования ГИС-технологии становится **модель данных**, ориентированная на решение определенного круга методических или практических задач.

Модель данных включает перечень необходимых параметров, описывающих структуру и связи геосистемы, способ и точность описания каждого параметра, формат представления (табличный, картографический), методики расчетов, методики преобразований исходных данных и промежуточных результатов, методы визуализации итоговых результатов. Использование объектно-ориентированных методов программирования позволяет наряду с данными об объекте (координаты границ, количественные или качественные значения) вводить программный код, определяющий правила автоматизированной обработки этого типа объектов.

Модель данных может быть как универсальной, так и ориентированной на определенный программный продукт. В некоторых случаях для обеспечения функционирования модели данных создается специальная программная оболочка, а также организационные структуры с соответствующим техническим оборудованием, обеспечивающие поступление исходных данных и распространение результатов моделирования. Разработка и проверка адекватности многих проблемно-ориентированных моделей (климатическое, гидрологическое моделирование, моделирование водной эрозии и потерь почвы, инженерно-геологические модели) может продолжаться достаточно длительный период времени и требует значительных финансовых и материальных затрат. В то же время использование стандартной модели данных, прошедшей должную проверку на тестовых участках, позволяет значительно сократить время на проектирование прикладных ГИС и унифицировать результаты, получаемые на разных территориях.

Разработка и распространение стандартных моделей данных, предназначенных для различных ГИС-приложений, является одним из приоритетных направлений современной деятельности многих компаний, специализирующихся на разработке программных продуктов ГИС и комплексных ГИС-проектов. Компания ESRI, известная как производитель ГИС семейства ArcGIS, также начала распространять модели данных (Agriculture Data Model, Groundwater Data Model, Biodiversity Analysis Data Model, Environmentally Facilities Data Model, Regulated Land Parcel Data Model, Forestry Data Model и др.), работающие под управлением собственных программных продуктов. Разработка таких моделей и программных оболочек для управления ними ведется с использованием набора программных объектов ArcObjects, включающего компоненты поддержки данных, обрабатывающих команд, интерфейса и т.д. [2].

Начиная с версии ArcGIS 9, в состав которой включен модуль для разработки пользовательских баз данных и их отдельных компонентов [3], у отечественных разработчиков появился мощный инструмент, позволяющий разрабатывать программные продукты и базы данных для прикладных ГИС, ориентированных на моделирование геосистем.

Разработка модели данных природно-хозяйственных территориальных систем является достаточно сложной задачей и включает в себя множество научно-методических, технических и организационных аспектов. Различные характеристики и свойства окружающей среды могут по-разному учитываться и оцениваться на различных этапах формирования и уровнях анализа ПХТС. Модель данных ПХТС должна учесть и соответствующим образом описать любой

возможный компонент, даже если он в настоящее время не используется ни одним из видов предметного анализа.

В задачи модели данных также входит разбиение всей совокупности описывающих ПХТС признаков на тематические группы; установление взаимоподчинения и взаимодействия признаков как внутри групп, так и между группами; определение взаимодействия признаков и их групп при различных видах анализа. ПХТС как отдельный объект, так и видовая совокупность объектов выделяется и описывается на основе комплекса признаков, условно однородных внутри выдела. Перечень таких системообразующих признаков, способ их формализации, количество уровней квантования (выделяемых значимых градаций признака) зависит от характера задач, которые планируется решить с использованием проектируемой модели данных ПХТС. Например, если база данных ПХТС предназначена для информационного обслуживания имитационной модели продукционного процесса растений, она должна содержать как минимум описание всех параметров, используемых в этой модели. Если нужно дополнительно обеспечить функционирование модели смыва почвы и расчета противозерозионных мероприятий, необходимо добавить соответствующие характеристики в описание каждого выдела [4, 5].

Адекватное описание структуры ПХТС для региона (административной области или группы областей с близкими природно-хозяйственными условиями) возможно только на различных уровнях генерализации. Это связано как с иерархичностью уровней управления (локальный, районный, областной, государственный), так и различной степенью дифференциации признаков (например, степень дифференциации климатических признаков гораздо меньше, чем у связанных с рельефом). Целесообразно для каждого уровня генерализации ПХТС определять какой-либо ведущий принцип, по которому производится подборка признаков, устанавливаются отношения между признаками внутри выдела и признаками разных иерархических уровней, их вес и порядок следования в описании выделов. Основные принципы выделения и классификации геосистем для их дальнейшего использования в базах данных ГИС были определены в работах Крауклиса А.А [6], Линника В.Г. [7], Давыдчука В.С. [8] и др. Для определения способа формализации и размерностей некоторых тематических признаков ПХТС могут быть использованы исследования по определению факторов поверхностного стока и эрозии почв Де Роо [9], Светличного А.А. [10, 11], Ермолаева О.П. [12]; работы по моделированию транспорта наносов, растворенных веществ и радионуклидов поверхностным стоком [13]; исследования по определению геохимических свойств ландшафтов Малышевой Л.Л. [14], критериев стойкости геосистем Гродзинского М.Д. [15].

В настоящее время нерешенными остаются вопросы, связанные с выбором конкретных параметров ПХТС-объектов различных иерархических уровней и способом их описания в базах данных ГИС, технологии создания (оцифровки) различных типов объектов, актуализации данных, методы представления и защиты данных.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы автоматизированного выделения и картографирования ПХТС обрабатываются на кафедре физической географии и природопользования Одесского национального университета на протяжении достаточно длительного периода. Первые исследования по применению объектно-ориентированного подхода для классификации и анализа агроландшафтов в среде ГИС (в среде INTERGRAPH MGE PC) выполнялись в 1991-92 гг. [16].

Картографирование ПХТС локального и субрегионального уровня средствами ГИС также применялось в ходе работы по созданию пилотного проекта агроэкологического мониторинга в бассейне реки Балай в 1993-96 гг. (приток р. Тилигул на территории Коминтерновского и Березовского районов Одесской области, площадь водосбора 564 км²) [17], ряда локальных водосборов в Одесской и Киевской областях для реализации ряда госбюджетных и международных проектов в 1997-2001 гг.

Выделение и картографирование ПХТС производилось по фондовым картографическим материалам (топографические карты масштаба 1:100000, 1:25000, 1:10000; планы землепользования хозяйств масштаба 1:25000 и 1:10000), материалам полевой почвенной, геохимической и геоботанической съемки. Оцифровка этих материалов выполнялась методом экранного дигитизирования тематических слоев (рельеф, почвы, землепользование и др.) с отсканированных растровых подложек. В некоторых случаях в качестве подложек использовались растровые картографические слои с рассчитанными по цифровым моделям рельефа уклонами и экспозициями топографической поверхности.

Объединение отдельных тематических слоев в комплексный слой выделов ПХТС локального уровня производилось при помощи операции Union из модуля Geoprocessing ArcView [18]. Основными недостатками такой технологии остается высокая трудоемкость работ по оцифровке исходных картографических материалов, субъективизм при выделении и классификации форм рельефа, генерация большого количества «паразитных» полигонов при объединении слоев.

Использование новых технологий по организации баз данных ESRI позволяет в значительной степени «интеллектуализировать» процедуры ввода, анализа и представления многих типов пространственных объектов. Объектно-ориентированная модель базовых пространственных объектов (Geodatabase Model) поддерживает следующие типы пространственных данных и методов их обработки при помощи вложенных в программный код правил [19]:

- Отдельных пространственных объектов (типа точка, линия и полигон);
- Топологические связанные пространственные объекты с определением правил их соседства (примыкание, пространственное включение или исключение при наложении и др.);
- Линейных сетей, состоящих из линейных сегментов и точечных соединений с правилами их обработки (направление движения, запрет движения, правила перехода с сегмента на сегмент и др.);
- Данные геодезических измерений (опорные точки с созданием новых объектов при помощи угломерных и линейных измерений);

- Растровые поверхности (сканированные, растеризованные или интерполированные);
- Табличные данные;
- Метаданные, описывающие структуру и характеристики других типов данных.

На основе базовых классов ArcObjects этих пространственных данных средствами объектно-ориентированного программирования возможно создание новых классов объектов с новыми свойствами, предназначенными для обеспечения ввода, манипулирования, анализа и представления как ПХТС различных иерархических уровней, так и их отдельных компонентов.

1. СТРУКТУРА МОДЕЛИ ДАННЫХ ПХТС

Для каждой отраслевой разновидности ПХТС (сельское хозяйство, населенные пункты, промышленность, рекреация, заповедники) перечень иерархических уровней и признаков для каждого уровня может варьировать. Система иерархической классификации уровней ПХТС разработана Г.И.Швебсом [1] и включает 6 основных иерархических уровней: ПХТС-контуры, ПХТС-массивы, ПХТС-местности, ПХТС-районы, ПХТС-округа и ПХТС-провинции. Данная классификация была расширена и адаптирована под специфику картографических моделей ПХТС, для которых была составлена специальная система признаков и взаимосвязей. База данных каждого иерархического уровня является блоком общей модели данных ПХТС-региона.

2. ОБЪЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ МЕЗО- И МИКРОРЕЛЬЕФОМ (ПХТС-КОНТУРЫ)

Картографический слой ПХТС-контуров описывается топологически связанными полигонами, соседство полигонов контролируется набором специальных правил. На этом иерархическом уровне ведущим фактором выделения является рельеф и связанные с ним параметры (уклоны, экспозиция, линии поверхностного тока). С рельефом с различной степенью корреляции связаны изменения других признаков: изменение генетического типа и степени смытости почв, интенсивность эрозионных процессов, уровень грунтовых вод, характер агротехнологических операций, микроклиматические показатели и многое другое.

Совокупность ведущих и ведомых признаков ПХТС-контура разбивается на тематические блоки: почвенный (физические, химические свойства почвы, содержание элементов питания растений, почвенные и грунтовые воды, характер поверхности и устойчивость к размыву), геохимический (содержание загрязняющих веществ, условия их накопления и миграции), микроклиматический (освещенность и ветровой режим, температурные инверсии), биологический (тип и видовой состав растительности, фенофазы, симбиоты, вредители, трофические цепи), технологической инфраструктуры (дороги, границы рабочих участков, лесополосы, мелиоративные сооружения, линии электропередач и трубопроводы, пруды и т.д.).

На базе ПХТС-контура функционируют различные оценочные и аналитические алгоритмы, например:

- контроль примыкания границ соседних контуров (не должно быть разрывов или наложений);
- контроль типа и текущего состояния примыкающих контуров, сигнализация о нежелательном соседстве (буферный анализ);
- анализ цифровой модели рельефа, включающий статистический анализ высотных отметок, автоматизацию построения и классификации карт морфометрических характеристик рельефа, автоматическую классификацию контура, генерацию сообщений о рассогласовании границ контура и границ классифицированных морфометрических характеристик (пространственный и геостатистический анализ);
- распознавание и анализ стандартных наборов данных дистанционного зондирования, автоматизированное распознавание типов растительного покрова, состояния растительности, степени смытости почв и т.д.;
- анализ и оценка поверхностного стока и потерь почвы при текущем состоянии растительного покрова, технологии землепользования, климатических факторов и т.д.

3. ОБЪЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ (ПХТС-МАССИВЫ)

Картографический слой ПХТС-массивов описывается топологически связанными полигонами, для этого иерархического уровня ведущим принципом является технология использования территории на одном или группе смежных ПХТС-контуров. Примером такого выдела является рабочий участок на поле севооборота, животноводческая ферма, машинный двор, населенный пункт, дорога, промплощадка и т.д. Пространственные данные для этого типа объектов могут быть взяты из баз данных Земельного Кадастра, итоговые оценочные данные также могут быть возвращены в эту организационную структуру. Для каждого типа землепользования (сельское хозяйство, населенные пункты, транспортные коммуникации, промплощадки) используется своя группа параметров, хранящихся в табличной форме.

На базе информации о текущем состоянии (могут использоваться и модельные параметры) ПХТС-массивов и их оверлейного анализа с вписанными в их границы ПХТС-контурами производится оценка эффективности природопользования при использовании различных технологических воздействий или природоохранных мероприятий. К этой базе данных подключается табличная база данных об экологических характеристиках различных технологий землепользования (противоэрозионные характеристики технологий обработки почвы или искусственных покрытий; экологические свойства удобрений и средств защиты растений; экологические свойства загрязнителей почвы, поверхностных вод и воздуха и др.).

4. ВЫДЕЛЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРИНЦИПАМИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЕЙ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ (ПХТС-МЕСТНОСТИ)

Картографический слой ПХТС-местностей (государственное, коллективное или частное землепользование) описывается топологически связанными полигонами, соседство полигонов контролируется набором специальных правил. Эти объекты характеризуются в большей мере информацией правового (статус, границы и права землепользователя), технического (наличие оборудования для реализации определенной технологии землепользования или проведения природоохранных мероприятий), экономического (продуктивность, прибыль, рентабельность, конкурентоспособность) и социального (состав трудовых ресурсов, уровень жизни населения) характера.

На базе этой информации производится оценка эффективности производственной структуры хозяйств, обеспеченность основными видами ресурсов для той или иной модели производства или для внедрения новых технологий, расчет затрат и рентабельности при различных экономических сценариях, определение технологической и природоохранной политики, планирование развития социально-бытовой сферы и т.д.

5. ОБЪЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ ОТНОСИТЕЛЬНО ДРУГИХ ВЛИЯЮЩИХ ОБЪЕКТОВ (ПХТС-РАЙОНЫ)

Попадание в зону обслуживания или влияния того или иного пространственного объекта (крупного населенного пункта, перерабатывающего предприятия или транспортной магистрали) значительно влияет на характер или возможность ведения эффективного и рентабельного производства. На основе рассчитанных расстояний, буферных зон, транспортной доступности по дорогам или воздушного переноса с учетом преобладающих ветров выделяются и описываются ПХТС-районы. На основе этих пространственных объектов определяются следующие характеристики:

- рентабельность производства определенных видов сельхозкультур в зависимости от удаленности от основных центров потребления и переработки;
- степень риска соседства с крупными объектами-загрязнителями (АЭС, химические предприятия, газо- и нефтепроводы, продуктопроводы и т.д.);
- зоны постоянного или временного ограничения всех или определенных видов деятельности (например, Чернобыльская зона отчуждения; зоны аварий, связанных с проливом токсичных веществ и их дальнейшей миграцией, санитарно-защитные зоны, водоохранные зоны и т.д.);

Этот блок базы данных включает целый набор картографических слоев с площадными объектами, характеризующими зону влияния того или иного объекта, зоны влияния могут пересекаться либо полностью накладываться. На основе этой информации производится: анализ рентабельности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства на уровне региона (административной области); анализ риска возникновения аварий и прогноз

возможного ущерба, анализ транспортной сети региона и проектирование новых дорог.

6. ОБЪЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ ТЕРРИТОРИИ И МАКРОРЕЛЬЕФОМ (ПХТС-ОКРУГ)

Геологическое строение территории и связанные с ними макроформы рельефа оказывают значительное влияние на территориальное распределение и условия землепользования. В описание выделов этого иерархического уровня включаются следующие признаки:

- высота над уровнем моря (высотный пояс);
- основные горные породы и инженерные свойства грунтов (возможность жилищного, промышленного или дорожного строительства);
- основные генетические типы и гранулометрический состав почв;
- степень горизонтального и вертикального расчленения территории (влияет на размер и конфигурацию рабочих участков);
- гидрогеологические условия (определяет наличие пригодных для водоснабжения или орошения водоносных горизонтов);
- наличие полезных ископаемых (возможность начала открытой разработки);
- риск возникновения катастрофических явлений (землетрясения, оползни, сели).

На основании этой информации проводится оценка эрозионной опасности территории, проектируется общий перечень противоэрозионных мероприятий и технологий, строительные нормативы определяются региональные нормативы для проведения мелиораций, по коммунальному и сельскохозяйственному водоснабжению, земледелию, и т.д.

6. ОБЪЕКТЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ МАКРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ (ПХТС-ПРОВИНЦИЯ)

На этом иерархическом уровне накапливается и анализируется информация о макроклиматических признаках, влияющих на сельскохозяйственное производство. В пределах выдела анализируется и усредняется информация на растровых тематических слоях, полученная путем интерполяции данных метеостанций или обработки данных метеорологических спутников. Методами геостатистического анализа можно определять:

- сумму активных температур;
- количество солнечной радиации;
- количество осадков;
- время установления и толщина снежного покрова;
- время наступления и повторяемость заморозков;
- ветровой режим;
- повторяемость катастрофических явлений (засухи, суховеи, градобитие, смерчи, ливни и т.д.).

На основании этой информации рассчитываются влагозапасы почвы и биологический урожай на различные прогнозные интервалы; потери почвы, питательных веществ и урожая при катастрофических ливнях; вероятность катастрофических паводков и наводнений; вероятность неблагоприятных климатических ситуаций при том или ином погодном сценарии.

7. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ СЛОИ

Основу пространственной дифференциации характера и интенсивности процессов в природных и природно-хозяйственных территориальных системах составляет рельеф, который, с одной стороны, перераспределяет поток лучистой энергии, поступающий на Землю, а также нерадиационные составляющие теплового баланса земной поверхности в зависимости от экспозиции, крутизны и формы склона, а с другой - существенно влияет на структуру гравитационных и динамических потоков на ней. Это, в свою очередь, определяет сложную пространственную структуру почвенного покрова и условий продукционного процесса растительности, а также особенности протекания современных геодинамических процессов, перенос и аккумуляцию загрязняющих веществ, в том числе и радионуклидов.

Цифровая модель рельефа является обязательным слоем, входящим в состав «базовых пространственных данных», создаваемых в настоящее время в ряде стран национальных инфраструктур пространственных данных. Особенностью ситуации в Украине является отсутствие доступных банков цифровых моделей рельефа различной степени детальности и необходимость их построения самостоятельно при выполнении конкретных проектов.

Однако, при всей ценности цифровых моделей рельефа как самостоятельного информационного ресурса, в большинстве случаев они служат промежуточным этапом для построения производных карт. Морфометрический анализ – основной метод геоморфологических исследований, в котором количественные характеристики рельефа изучаются при помощи специальных измерений. Обычно измеряют относительную и абсолютную высоту отдельных форм рельефа или их комплексов, углы наклона склонов и их экспозицию, площади, занятые положительными и отрицательными формами рельефа структурные линии (килевые и гребневые линии, бровки склонов и др.) [20, 21, 22].

Карты морфометрических характеристик рельефа, в свою очередь, служат для анализа распределения других природных характеристик, связанных с рельефом – влажности и генетического типа почв, растительного покрова. Различные объекты анализа и методы, которые для этого применяются, требуют различной детализации ЦМР и создаваемых на ее основе морфометрических карт. Например, анализ глубины и густоты расчленения рельефа на региональном и субрегиональном уровне не требует учета микроформ рельефа и может быть проведен на основе картографических материалов масштаба 1:100000 – 1:200000. Более детальные характеристики: уклоны и экспозиции, выявление и анализ линий поверхностного стока – проводятся по детальным картам масштабов 1:10000 – 1:25000, а при калибровке моделей поверхностного стока на тестовых участках необходимо

использовать материалы специальной полевой съемки масштабов 1:100 – 1:1000. В связи с этим для модели данных ПХТС необходимо создание масштабного ряда ЦМР (субрегиональный, локальный, точечный), построенных на базе различных исходных данных и технологий обработки.

Почвенные карты создаются преимущественно по заказу конкретного сельхозпредприятия в масштабе 1:10000 или 1:25000, и в большинстве случаев не стыкуются со смежными территориями. Материалы почвенного районирования масштаба 1:200000 в данном случае используются для создания единой системы почвенных классификаторов.

Карты гидрографической сети различной степени детализации цифруются на основе топографических карт масштаба 1:10000 – 1:200000. В некоторых случаях необходима детальная съемка отдельных гидротехнических сооружений, оказывающих влияние на уровень воды в естественных и искусственных водоемах и уровень грунтовых вод на прилегающей территории. В зависимости от детальности исследований эти планы выполняются методами полевой инструментальной съемки в масштабах 1:100 – 1:2000.

Для целей территориального управления создаются тематические слои административных выделов районного и областного уровня. В границах этих выделов выбираются, обрабатываются и генерализуются запросы из других тематических уровней. В границах этих выделов накапливается информация правового характера, прежде всего местных правовых актов, направленных на регулирование или ограничение различных видов производства, торговли, природоохранные мероприятия.

Для водно-балансовых исследований создается набор тематических слоев бассейновых выделов различного порядка, в пределах которых собирается и обобщается информация о параметрах поверхностного стока, условиях его трансформации в подземный и русловой сток, а так же уровнях и расходах воды в водотоках различного порядка.

В практике ландшафтно-геохимических исследований необходимо учитывать влияние геохимических барьеров, значительно усложняющих картину распределения геохимических параметров по сравнению с обычным статистическим распределением. В связи с этим в состав модели базы данных ПХТС необходимо вводить специальные тематические слои, характеризующие такие барьеры, их свойства для различных элементов и соединений, коэффициенты поглощения, ширину, глубину, сезонные изменения и т.д. Многочисленные линейные и площадные объекты влияют на перераспределение микроклиматических и гидрологических показателей (лесополосы, рвы, канавы, дамбы, насыпи дорог, водопропускные сооружения, крупные сооружения); популяции растений и животных (транспортные коммуникации, естественные и искусственные водные объекты). Так же следует учитывать эффекты на границах лесных и степных массивов, на берегах крупных водоемов и т.д., свойства таких границ – экотонных как барьеров или мембран описываются в специальном блоке базы данных ПХТС [23].

8. МОНИТОРИНГ И АКТУАЛИЗАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ ПХТС

Эффективное использование базы данных ПХТС обуславливается постоянным обновлением содержащейся в ней информации. Большое количество параметров, описывающих структуру ПХТС на различных иерархических уровнях, требуют различных подходов по сбору и актуализации данных. Состояние многих пространственных параметров зависит от суточной и сезонной динамики геосистем, другие параметры зависят от технологических воздействий, значительно различаются методы и технологии наблюдений за различными параметрами геосистем. В одних случаях могут использоваться прямые наблюдения и измерения на местности, в других возможно использование данных дистанционного зондирования Земли, при невозможности прямых или дистанционных измерений необходимо производить сложные расчеты с привлечением процедур пространственного анализа и геостатистики [24, 25].

В настоящее время наблюдается резкое сокращение или полное сворачивание многих ведомственных сетей по наблюдению за основными параметрами окружающей среды – метеостанций, гидрологических постов, гидрогеологических скважин и др. Использование ДДЗЗ возможно не во всех случаях, например, геохимические и физические параметры почв, поверхностных и подземных вод могут быть определены при помощи сети стационарных или передвижных наблюдательных постов.

Вопросы создания сетей экологического мониторинга неоднократно поднимались различными авторами, однако необходимость значительных затрат на фоне сложного экономического положения в Украине до настоящего времени не приводят к положительному решению этого вопроса. В то же время очевидна необходимость специализированного блока в модели базы данных ПХТС, отвечающего за анализ и обоснование мест расположения точек наблюдений за различными компонентами окружающей среды, хранение данных наблюдений, методы интерполяции и экстраполяции данных точечных измерений на обширные территории с учетом дифференциации природных и хозяйственных условий, определение коэффициентов корреляции различных параметров геосистем и т.д.

9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ ПХТС

База данных ПХТС регионального уровня является мощным информационным ресурсом, позволяющим решать широкий круг теоретических и прикладных задач. Наиболее общая классификация задач информационного обеспечения регионального природопользования позволяет выделить следующие направления:

- информационное обеспечение научно-исследовательских организаций системы охраны окружающей среды (сбор, стандартизация и первичный анализ данных, оценка воздействия на окружающую среду, оценка эффективности сельскохозяйственного и промышленного производства, экспертиза проектов, земельный кадастр и т.д.).

- информационное обеспечение запросов коллективных и индивидуальных землепользователей в технологической и экономической сферах (получение доступа к новым природоохранным технологиям, нормативно-правовая база природопользования, экологический аудит, консультации);

- информационное обеспечение государственной и коммерческой управленческой деятельности (перспективные для инвестиций отрасли или регионы, распределение дотаций или помощи в кризисных ситуациях, принятие хозяйственных решений, контроль исполнения решений и т.д.).

Использование ГИС для информационного обеспечения природопользования позволит решить следующие задачи:

- повысить уровень точности и объективности данных и знаний о состоянии компонентов природной среды и географической оболочки в целом;
- сократить объем накапливаемой и обрабатываемой информации за счет интеграции разноместных источников в единую систему баз данных;
- значительно сократить и в некоторых случаях исключить использование бумажных носителей информации;
- повысить доступность, оперативность и удобство восприятия информации всеми заинтересованными потребителями;
- обеспечить межведомственное взаимодействие при использовании базы данных и моделей для принятия коллективных решений;
- повысить эффективность труда в сфере научной и управленческой деятельности за счет сокращения сроков обработки и представления необходимой информации.

Список литературы

1. Швебс Г.И. Концепция природно-хозяйственных территориальных систем и вопросы рационального природопользования. // География и природные ресурсы, 1987, N4, с.30-38.
2. Exploring ArcObjects. Volume 1 - Applications and Cartography. Edited by Michael Zeiler. Published by ESRI, 2001. 1362 p.
3. What's new in ArcGIS Desktop 9.0. Published by ESRI, 2004. 136 p.
4. Плотницький С.В. Науково-методологічні та технологічні питання моделювання природно-господарських систем засобами ГІС // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Т.2. Київ-Луцьк, 2000. с. 389-391.
5. Плотницький С.В. ГИС как средство изучения и управления природно-хозяйственными комплексами приморских территорий. В сб. Исследование береговой зоны морей. –К. «Карбон Лтд». 2001. С. 249-256.
6. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. - 233 с.
7. Линник В.Г. Методы моделирования динамики и оптимизации геосистем. Москва, Из-во МГУ, 1993, -94 с.
8. Давидчук В.С. Ландшафтне різноманіття: приклад застосування для розв'язання комплексної родіоекологічної задачі // Проблеми ландшафтного різноманіття України. Київ, 2000. с 94-101.
9. De Roo A.P.J., Wesseling C.G., Cremers N.H.D.T., Offermans R.J.E., Ritserma C.J., Van Oostindie K. LISEM: A physically-based hydrological and soil erosion model incorporated in a GIS // J.J.Harts, H.F.L.Ottens, H.J.Scholten (eds), EGIS/MAR'94 Conference Proceedings. Utrecht/Amsterdam: EGIS Foundation, 1994. pp.207-216.
10. Светличний А.А., Г.И.Швебс, С.В.Плотницький, В.Ф.Кугут, О.Ю.Степовая Проблемы оценки и пространственного моделирования характеристик противозерозионных свойств Лесостепи // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. С. 162-178.
11. Svetlitchnyi A.A., Plotnitsky S.V., Stepovaya O.Y. Spatial distribution of soil moisture content within catchments and its modelling on the basis topographic data // Journal of Hydrology, 277, 2003. P. 50-60.
12. Ермолаев О.П. Эрозия в бассейновых геосистемах. – Казань: Из-во «УНИПРЕСС» – 2002. – 264 с.

13. SPARTACUS: Spatial redistribution of radionuclides within catchments: development of GIS-based models for decision support system. EC Contract No. IC15-CT98-0215. Final Report // M. van der Perk, A.A.Svetlitchnyi, J.W. den Besten, and A. Wielinga. Utrecht: Utrecht University, 2000. 165 p.
14. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій. К.: РВЦ «Київський університет», 1997. –264с.
15. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ: “Лікей”. 1995. - 233с.
16. Svetlichny A., Egorkin I., Shvebs N., Lisetsky E. Object-oriented Approach in designing optimal agrolandscape based upon GIS //EGIS'92 Proceedings. VI. 1992. pp. 423-430
17. Плотницький С.В. ГИС-технологии в проектировании и оптимизации сетей наблюдения агроэкологического мониторинга.// Культура народов Причерноморья. Изд. Таврического ун- та, №22, 2001. С. 26-30.
18. Плотницький С.В. Природопользование и геоинформационные технологии // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, №5-6, 2002, с. 82-88.
19. Modeling our World. The ESRI Guide to Geodatabase Design. Edited by Michael Zeiler. Published by ESRI, 1999. 202 p.
20. Моисеенко А.А., Ананьев С.Н., Дужик Е.В. Цифровые модели как средства описания рельефа и опыт их использования // ГИС – обозрение, 3-4/2000, с. 10-16. .
21. Martz, L. W., and J. Garbrecht. 1995. Automated Recognition of Valley Lines and Drainage Networks from Grid Digital Elevation Models: a Review and a New Method. Comment. Journal of Hydrology, 167(1):393-396.
22. Ласточкин А.Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (Геотопология, структурная география и общая теория геосистем). – СПб.: Изд-во НИИХ СПбГУ, 2002. –762 с.
23. Люри Д.И. Экотон между лесом и степью как мембранная система// Известия АН СССР, Серия географическая, N 6, 1989. с.16-29.
24. Jill MacCoy, Kevin Johnston. Using ArcGIS Spatial Analyst. Published by ESRI, 2001. 236 p.
25. Kevin Johnston, Jay M. Ver Hoef, Konstantin Krivoruchko, Neil Lukas. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. Published by ESRI, 2001. 306 p.

Плотницький С.В. Модель бази даних природно-господарчих територіальних систем локального і регіонального рівня управління // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – 2007. – Серія «Географія». - Т. 20 (59).- № 1. - С. 157-170.

У статті розглядається методика і технологія побудови моделі даних для природно-господарських територіальних систем локального і регіонального рівня. Модель даних призначена для оцінки стану природних ресурсів, моніторингу, підтримки прийняття рішень на різних рівнях керування територіями. Розглядаються принципи добору і формалізації інформаційних ознак для територіальних об'єктів різного ієрархічного рівня. Технічна підтримка моделі даних заснована на програмних продуктах ArcGIS фірми ESRI.

Plotnitskiy S.V. The Database Model of Natural-Economic Territorial Systems of the local and regional managements levels // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2007. – Series «Geography». – V. 20 (59). - № 1. – С. 157-170.

The article deals with methodology and technology of data model construction for natural-economic territorial systems on local and regional levels. This data model is supposed to appreciate the condition of natural resources, monitoring, supporting of decision-taking on different levels of territorial management. The principles of selection and formalization of informational parameters for territorial objects of different hierarchical levels are taken into consideration. The technological supporting of data model is based on program components ArcGIS of the firm ESRI.

Поступила в редакцію 20.04.2007г.