

Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского
Серия «География». Том 21 (60). 2008 г. № 1. С. 165-176

УДК 519.866:330.101.8:314:911.375.227

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПОВЕДНЫХ ЗОН

Щепилов В. Н., Щепилова Е. В.

В статье рассмотрены методы математического моделирования территорий заповедных зон на примере Национального заповедника «Хортица» в г. Запорожье.

Ключевые слова: математическое моделирование, заповедные зоны, ГИС.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное использование огромного материально-технического и интеллектуального потенциала городов и населенных пунктов – одна из предпосылок успешного социально-экономического развития любой страны.

При этом нельзя не учитывать, что развитие любого региона страны основано на исторических, культурных и профессиональных традициях народа, проживающего на данной территории.

География городов (геоурбанистика) как раз и призвана изучать исторические, географические, социальные, экономико-географические, градостроительные и другие аспекты развития городов и их систем; раскрыть сложные процессы урбанизации; показать значение и содержание подходов к разработке стратегии населенных пунктов и систем расселения, в том числе и территорий, относящихся к категории заповедных зон.

Современная наука рассматривает город или любой населенный пункт как систему в большой системе городов страны. Существует множество примеров определения города как сложной, динамической системы [1-3].

При этом следует отметить, что территории, имеющие статус заповедных зон, могут располагаться как в конкретном населенном пункте, так и его пределами, но в границах конкретного региона страны. По этим причинам отнесение того или иного объекта реальности к разряду сложных или больших систем является условным. Это связано, в основном, с тем, насколько существенно бывает при исследовании или проектировании градостроительных систем учитывать общесистемные вопросы, в том числе и особенности заповедных зон.

При применении методов системного подхода любой населенный пункт, в том числе любая заповедная территория, должны рассматриваться и проектироваться как социотехническое объединение градостроительных систем.

Процесс разбиения сложной системы на элементы является условным и нсоднозначным. Разбиение сложной системы на элементы – первый шаг на пути к построению модели, описывающей систему. В формальных схемах, описывающих реальные системы, элементы выступают, как правило, элементами множества, не подлежащими дальнейшему разбиению на части.

Выделение подсистем – важный этап при построении формальной модели сложной системы. Он может значительно упростить процесс анализа и проектирования. Ряд задач, связанных со свойствами отдельных подсистем, может быть решен при частном изучении соответствующих подсистем, что может существенно упростить расчеты и анализ.

Как правило, при разбиении сложной системы на подсистемы уменьшается количество связей между элементами самой системы. Процесс разбиения может быть продолжен до тех пор, пока с практической точки зрения имеет смысл его продолжать. В конечном итоге, мы имеем возможность анализировать более простые структурные составляющие.

К наиболее важным и сложным требованиям при проектировании расселения и городов и дальнейшем управлении их систем следует отнести следующие:

- умение видеть урбанизированную систему в целом;
- вскрыть связи и взаимодействия между отдельными элементами системы и в их динамике и локальных территориальных сочетаниях;
- расчленить основную проблему на соответствующие соподчиненные иерархические уровни;
- выделить стратегические цели развития и преобразования планировочной структуры и тактические пути их достижения.

Особое своеобразие и сложность применения системной концепции при проектировании расселения и городов и их управлении заключается в необходимости учета географических различий от места к месту, придающих конкретный географический характер анализу урбанизированной системы, определению путей ее развития. Проектируемая, исследуемая или управляемая урбанизированная система всегда географически конкретна, т.е. она имеет привязку как в 3-х мерном пространстве, так и в горизонтах по времени.

Для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация, выделился отдельный класс автоматизированных информационных систем (АИС) – географические информационные системы (ГИС) и, как отдельное направление, - муниципальные ГИС (МГИС), которые предназначены для обеспечения принятия решений по оптимальному управлению землями и ресурсами, городским хозяйством, по управлению транспортом, розничной торговлей, медицинским обслуживанием, ведению различных кадастровых систем, использованию лесов и рек или других пространственных объектов, в том числе и заповедных зон. При этом для принятия решений в числе других всегда используют картографические данные.

ГИС служит мощным средством преобразования и синтеза разнообразных данных для задач управления, т.е. ГИС можно отнести и к классу систем управления и к классу автоматизированных информационных систем.

Предлагаемый набор определений основных элементов и их векторных характеристик позволяет решать различные задачи анализа и синтеза системы управления развитием региона и территорий заповедных зон. Отдельные элементы системы описания заповедной зоны какой-либо территории включают в себя, как правило:

- землепользователей;
- здания и сооружения;
- памятники истории, археологии и культуры;
- нарушения законодательства;
- лесное хозяйство;
- орнитологические наблюдения;
- ихтиологические наблюдения;
- флористические наблюдения;
- зоологические наблюдения;
- энтомологические наблюдения;
- рекреационную и туристическую инфраструктуру.

Каждый из элементов описываемой нами системы характеризуется своим уровнем в общей иерархии системы заповедной зоны. Рассмотрим формальное описание многоуровневой системы заповедной зоны.

Определим множество элементов описываемой территории заповедной зоны как

$$S = \{S_m\}, (m = \overline{1, M}),$$

где S_m - m -ный элемент территории.

В зависимости от рассматриваемых практических задач элементы территории могут определяться номером, условным обозначением или координатами некоторого условного центра площадной фигуры территории (центроида).

Каждый элемент рассматриваемой заповедной зоны характеризуется совокупностью подмножеств баз данных, содержащих информацию об использовании конкретного элемента в хозяйственной, научной и туристической деятельности человека на данной территории.

Основной перечень указанных информационных подмножеств можно представить следующим набором данных:

- информация о зданиях и сооружениях;
- информация о землепользователях;
- информация о памятниках истории, археологии и культуры;
- информация о нарушениях законодательства;
- информация о мониторинге лесного хозяйства;
- информация о мониторинге орнитологических наблюдений;
- информация о мониторинге ихтиологических наблюдений;
- информация о мониторинге флористических наблюдений;
- информация о мониторинге зоологических наблюдений;
- информация о мониторинге энтомологических наблюдений;
- информация о рекреационной и туристической инфраструктуре.

При этом

$$\forall m \exists (\frac{S_m}{m = \overline{1, M}} \rightarrow \{P^m, B^m, A^m, N^m, X^m, O^m, I^m, F^m, Z^m, T^m\})$$

УЧЕТ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Для зданий и сооружений, расположенных на территории заповедной зоны

$$\mathbf{B}^m = \{\mathbf{B}_l^m\}, (l = \overline{1, L}), (m = \overline{1, M})$$

- множество типов зданий и сооружений, расположенных на m -ной территории заповедной зоны, а L – все имеющиеся типы зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры, существующие в заповеднике.

Каждый элемент \mathbf{B}^m определяется вектором характеристик данного типа зданий сооружений, расположенных на данной территории, т.е.

$$\forall l, m \exists (\mathbf{B}_l^m \rightarrow \overline{\mathbf{B}_l^m}),$$

где $\overline{\mathbf{B}_l^m} = (\mathbf{B}_{l_1}^m, \mathbf{B}_{l_2}^m, \dots, \mathbf{B}_{l_n}^m)$ - вектор характеристик зданий и сооружений l -го типа. Составляющими вектора $\overline{\mathbf{B}_l^m}$ являются такие параметры, как типы и количества зданий, инженерных сооружений, инженерных сетей и коммуникаций, автомобильных дорог, потребляемые ресурсы и их запасы, вид собственности и другие, принятые для типа зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры экономические и технические показатели.

$$\mathbf{L} = \mathbf{L}^n \cup \mathbf{L}^c$$

Множество \mathbf{L} включает в себя жилые \mathbf{L}^n и нежилые \mathbf{L}^c типы зданий и сооружений. Подмножество \mathbf{L}^n подразделяется на два подмножества: \mathbf{L}^{nh} - здания и сооружения, размещение которых существенно зависит от наличия соответствующих природных ресурсов и местных условий, \mathbf{L}^{nh} - здания и сооружения, на размещение которых нет ограничений с точки зрения ресурсов.

Необходимо отметить, что размещение элементов подмножества \mathbf{L}^c существенно зависит от имеющихся природных, исторических и экономических ресурсов.

УЧЕТ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Земельный мониторинг, т.е. учет землепользователей на m -ной территории заповедной зоны может быть представлен в виде:

$$\mathbf{P}^m = \{\mathbf{P}_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы землепользователей на территории заповедника.

Каждый элемент множества \mathbf{P}^m определяется вектором характеристики конкретного типа землепользователей (например, землепользователем может выступать юридическое или физическое лицо).

$$\forall h, m \exists (P_h^m \rightarrow \overline{P_h^m}),$$

где $\overline{P_h^m} = (P_{h_1}^m, P_{h_2}^m, \dots, P_{h_n}^m)$ - вектор характеристик земельного мониторинга, проводимого на m -ной территории заповедной зоны.

Составляющими вектора P_h^m являются такие характеристики, как кадастровый номер земельного участка, реквизиты землепользователей, площадь участка, денежная оценка земельного участка [4,5], наличие правоустанавливающих документов, установленное и фактическое использование участка, наличие охранных договоров и другие параметры, принятые для данного типа мониторинга.

ПАМЯТНИКИ ИСТОРИИ, АРХЕОЛОГИИ И КУЛЬТУРЫ

Множество памятников истории, археологии и культуры на m -ной территории заповедника можно описать как

$$A^m = \{A_k^m\}, (k = \overline{1, K}), (m = \overline{1, M})$$

K – все имеющиеся типы памятников истории, археологии и культуры, причем

$$K^m = \{NOD_k^m, NEP_k^m, NEE_k^m, NEB_k^m, NES_k^m, NER_k^m, \\ NEV_k^m, NEK_k^m, FOR_k^m, POS_k^m, ZIM_k^m, BOI_k^m, \\ KOR_k^m, PER_k^m, KRG_k^m, MOG_k^m, KUL_k^m, MUZ_k^m, \\ PEE_k^m, PEB_k^m, PES_k^m, PER_k^m, PEV_k^m, PEK_k^m\}, \\ (m = \overline{1, M})$$

где

- NOD – находки одиночные;
- NEP – находки эпохи палеолита и мезолита;
- NEE – находки эпохи энсолита;
- NEB – находки эпохи бронзы;
- NES – находки скифской эпохи;
- NER – находки эпохи ранних славян;
- NEV – находки времен Киевской Руси;
- NEK – находки времен казачества;
- FOR – фортификационные сооружения;
- POS – поселения;
- ZIM – зимовники;
- BOI – места боев;
- KOR – якорные стоянки кораблей;
- PER – места переправ;
- KRG – курганные группы и одиночные курганы;
- MOG – грунтовые могильники;
- KUL – культовые комплексы;
- MUZ – музефицированные памятники и, которые подлежат музеефикации;
- PEE – памятники эпохи энеолита;

- PEB – памятники эпохи бронзы;
 PES – памятники скифской эпохи;
 PER – памятники эпохи ранних славян;
 PEV – памятники времен Киевской Руси;
 PEK – памятники времен казачества.

Любой из объектов историко-культурного наследия может быть описан формулой с соответствующим вектором характеристик. Например, для такого объекта историко-культурного наследия, как «Находки времен казачества», формула будет иметь следующий вид:

$$\forall k, m \exists (\overline{NEK}_k^m \rightarrow \overline{NEK}_k^m),$$

где $\overline{NEK}_k^m = (\overline{NEK}_{k_1}^m, \overline{NEK}_{k_2}^m, \dots, \overline{NEK}_{k_n}^m)$

- вектор характеристик объектов типа «Находки времен казачества», составляющими которого являются такие характеристики, как название, вид, габаритные размеры, эпоха (период), культурная принадлежность, № книги регистрации, инвентарный №, фотография, а также другие параметры, принятые для данного типа объектов.

Аналогично описываются и остальные типы объектов, относящиеся к памятникам истории, археологии и культуры со своими векторами характеристик.

УЧЕТ НАРУШЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Множество документов по учету нарушений законодательства, зафиксированных на m -ной заповедной территории, определяется как

$$N^m = \{N_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все типы документов по учету нарушений законодательства.

Соответственно,

$$\forall h, m \exists (N_h^m \rightarrow \overline{N_h^m}),$$

где $\overline{N_h^m} = (\overline{N_{h_1}^m}, \overline{N_{h_2}^m}, \dots, \overline{N_{h_n}^m})$ - вектор характеристик h – го типа документов по учету нарушений законодательства, проводимых на m -ной территории заповедника.

Составляющими вектора $\overline{N_h^m}$ являются такие характеристики, как вид документа, дата и время обнаружения нарушения, квалификация нарушения, Ф.И.О. и должность лица, составившего документ, Ф.И.О. нарушителя, инстанция, в которую передан документ о нарушениях, реагирование администрации заповедника на факт выявленного нарушения, а также другие параметры, принятые для данного вида нарушений законодательства.

МОНИТОРИНГ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Множество мониторинговых наблюдений лесного хозяйства, проводимых на m -ной заповедной территории определяется как

$$X^m = \{X_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы лесных мониторинговых наблюдений.

В качестве мониторинговых наблюдений для учета лесного хозяйства на территории заповедника рассматриваются проведение учета видового состава, количества видов (краснокнижных, исчезающих и подлежащих охране), фаз вегетации конкретных видов, установление группы участка лесного фонда, определение в установленном порядке границ участков лесного фонда и внутрихозяйственная организация территорий лесного фонда, лесхозов управления лесным хозяйством, выполнение топографо-геодезических работ и специальное картографирование лесного фонда; инвентаризация лесного фонда с определением породного и возрастного составов лесов, их состояния, а также определение качественных и количественных характеристик лесных ресурсов; выявление реликтовой лесной растительности и особо защитных участков лесов; выявление участков лесного фонда, нуждающихся в проведении рубок главного пользования, рубок промежуточного пользования, мероприятий по восстановлению лесов и лесоразведению, мелиорации, охране и защите лесов и других лесохозяйственных мероприятий, а также определение порядка и способов их проведения, определение объема мероприятий по восстановлению лесов и лесоразведению, охране и защите лесов, а также объема других лесохозяйственных мероприятий; определение размеров побочного лесопользования и заготовки второстепенных лесных ресурсов, размера пользования лесным фондом для нужд охотниччьего хозяйства и культурно-оздоровительных, туристических и спортивных целей; лесобиологические и другие специальные обследования; надзор за осуществлением лесоустроительных проектов; иные лесоустроительные действия. Соответственно,

$$\forall h, m \exists (X_h^m \rightarrow \overline{X_h^m}),$$

где $\overline{X_h^m} = (X_{h_1}^m, X_{h_2}^m, \dots, X_{h_n}^m)$ – вектор характеристик h –го типа мониторинга лесного хозяйства, проводимого на m -ной территории заповедника.

Составляющими вектора $\overline{X_h^m}$ являются такие характеристики, как номер участка, возраст, полнота, состав, высота и диаметр 1,2 и 3 ярусов, бонитет, тип условий произрастаний, тип леса, рельеф, грунт, санитарный состав отдельных пород, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

МОНИТОРИНГ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Множество мониторинговых орнитологических наблюдений, проводимых на m -ной территории, определяется как

$$O^m = \{O_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы мониторинговых орнитологических наблюдений.

В качестве мониторинговых орнитологических наблюдений рассматривается проведение следующих типов наблюдений (в порядке убывания приоритетности).

В гнездовой период: глобально угрожаемые и виды птиц, включенные в Красную Книгу Украины; виды, образующие колониальные поселения; хозяйственное значение и, прежде всего, охотничье виды птиц; индикаторные и фоновые виды, по которым традиционно собирается ежегодная информация (голуби, кукушки, ракшеобразные, камышевки, ласточки и др.); виды-интродуценты, инвазионные виды; прочие виды.

В период кочевок, сезонных миграций и зимовок: глобально угрожаемые и виды птиц, включенные в Красную Книгу Украины; виды, включенные в список Афро-Евразийского Соглашения по охране мигрирующих птиц; виды, имеющие 1-3 категорию в списках Боннской Конвенции; все виды на постоянных местах миграционных остановок, линниках; все виды на наблюдательных пунктах, контрольных ветландах и побережьях; все виды на постоянных мониторинговых площадках, определенных традициями региональных учреждений, вузов, заповедников и т.п. Соответственно,

$$\forall h, m \exists (O_h^m \rightarrow \overline{O_h^m}),$$

где $\overline{O_h^m} = (O_{h_1}^m, O_{h_2}^m, \dots, O_{h_n}^m)$ - вектор характеристик h -го типа мониторинговых орнитологических наблюдений, проводимых на m -ной территории заповедника.

Составляющими вектора $\overline{O_h^m}$ являются такие характеристики, как вид мониторинга, биотоп, место учета, наименование вида, статус вида, численность, биомасса, принадлежность к охранной категории, маршрутный учет на биотопе, анализ миграции, летовок и зимовок птиц, гнездовый, параметры популяции, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

МОНИТОРИНГ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Множество мониторинговых ихтиологических наблюдений, проводимых на m -ной территории, определяется как

$$I^m = \{I_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы мониторинговых ихтиологических наблюдений.

В качестве мониторинговых ихтиологических наблюдений рассматривается проведение измерений и отслеживаемость таких показателей, как количество видов, динамика численности популяционного и видового состава рыб, количество краснокнижных видов, возрастно-половой состав конкретных видов, индикаторные и фоновые виды, по которым традиционно собирается ежегодная информация, изменение времени и мест нереста, зимовок, нагула, динамика численности популяционного и видового состава промышенных видов рыб. Также сюда относится проведение мониторинга состава зообентоса, зоопланктона, мейобентоса, колебаний температурных, гидробиологических и сезонных показателей, могущих оказать влияние на рост и распространение видов в данной акватории.

Соответственно,

$$\forall h, m \exists (I_h^m \rightarrow \overline{I_h^m}),$$

где $\overline{I_h^m} = (I_{h_1}^m, I_{h_2}^m, \dots, I_{h_n}^m)$ - вектор характеристик h -го типа мониторинговых ихтиологических наблюдений, проводимых на m -ной территории заповедника.

Составляющими вектора $\overline{I_h^m}$ являются такие характеристики, как вид мониторинга, биотоп, место учета, наименование вида, описание станции по виду, время лова, условия лова, орудия лова, анализ улова, статус вида, принадлежность к охранной категории, анализ репродуктивной активности, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

МОНИТОРИНГ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Множество мониторинговых флористических наблюдений, проводимых на m -ной территории, определяется как

$$F^m = \{F_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы мониторинговых флористических наблюдений.

Под мониторинговыми флористическими наблюдениями понимается проведение мероприятий по оценке видового состава флоры исследуемой территории, фоновых видов, структуры растительных сообществ (выявление границ сообществ, вертикальная ярусность и горизонтальная мозаичность, проективное покрытие), численности видов (как краснокнижных, так и обычных, а также видов, подлежащих охране), динамики изменения численности, динамики изменения ареала вида, фазового состояния вида (вегетация, цветение, развитие и т.д.), факторов, влияющих на рост и распространение видов (сезонные, температурные показатели, а также показатели состава воздуха и почвы, увлажнения), стадий развития вида (утрата, экспансия и т.д.), характера сукцессии. Соответственно,

$$\forall h, m \exists (F_h^m \rightarrow \overline{F_h^m}),$$

где $\overline{F_h^m} = (F_{h_1}^m, F_{h_2}^m, \dots, F_{h_n}^m)$ - вектор характеристик h -го типа мониторинговых флористических наблюдений, проводимых на m -ной территории заповедника. Составляющими вектора $\overline{F_h^m}$ являются такие характеристики, как вид мониторинга, биотоп, место учета, наименование вида, статус вида, принадлежность к охранной категории, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

МОНИТОРИНГ ЗООЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Множество мониторинговых зоологических наблюдений, проводимых на m -ной территории, определяется как

$$Z^m = \{Z_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы мониторинговых зоологических наблюдений.

В качестве мониторинговых зоологических наблюдений рассматривается проведение учетов численности и наблюдения видового состава территории

(краснокнижные, редкие, исчезающие виды, и виды, подлежащие охране), поло-возрастного состава каждого конкретного вида, динамики изменения численности каждого конкретного вида и факторов, влияющих на эту динамику (сезонность, миграции, антропогенные и абиотические факторы), а также наблюдения за репродуктивными показателями редких и исчезающих животных, и видами, замыкающими трофические цепи и трофические пирамиды (накапливающие различные поллютанты), - хищными и рыбоядными животными. Соответственно,

$$\forall h, m \exists (Z_h^m \rightarrow \overline{Z_h^m}),$$

где $\overline{Z_h^m} = (Z_{h_1}^m, Z_{h_2}^m, \dots, Z_{h_n}^m)$ - вектор характеристик h -го типа мониторинговых зоологических наблюдений, проводимых на m -ной территории заповедника. Составляющими вектора $\overline{Z_h^m}$ являются такие характеристики, как вид мониторинга, биотоп, место учета, наименование вида, статус вида, принадлежность к охранной категории, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

МОНИТОРИНГ ЭНТОМОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Множество мониторинговых энтомологических наблюдений, проводимых на m -ной территории, определяется как

$$E^m = \{E_h^m\}, (h = \overline{1, H}), (m = \overline{1, M})$$

где H – все имеющиеся типы мониторинговых энтомологических наблюдений.

Под мониторинговыми энтомологическими наблюдениями понимаются проведение учета численности видов (краснокнижных, редких, исчезающих и подлежащих охране), динамики численности видов, поло-возрастного состава, факторов, влияющих на численность и поло-возрастной состав насекомых (миграции, сезонность, антропогенные и абиотические факторы), изменения ареала вида, изменения статуса вида (вымирающий, активно-развивающийся, относительная стабильность вида), возникновение новых видов и подвидов, их характеристики, ареалов и ниши, а также изменения структуры доминирования видов. Соответственно,

$$\forall h, m \exists (E_h^m \rightarrow \overline{E_h^m}),$$

где $\overline{E_h^m} = (E_{h_1}^m, E_{h_2}^m, \dots, E_{h_n}^m)$ – вектор характеристик h -го типа мониторинговых энтомологических наблюдений, проводимых на m -ной территории заповедника. Составляющими вектора $\overline{E_h^m}$ являются такие характеристики, как вид мониторинга, биотоп, место учета, наименование вида, статус вида, принадлежность к охранной категории, а также другие параметры, принятые для данного типа мониторинговых наблюдений.

РЕКРЕАЦИОННАЯ И ТУРИСТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Множество объектов рекреационной и туристической инфраструктуры, расположенных на m -ной заповедной территории, определяется как

$$T^m = \{T_r^m\}, (r = \overline{1, R}), (m = \overline{1, M})$$

где R – все имеющиеся типы рекреационной и туристической инфраструктуры, причем

$$R^m = \left\{ \begin{array}{l} ADV^m, AVS^m, KPP^m, IFZ^m, EXB^m, SPP^m, \\ HOT^m, KEM^m, SAN^m, BOT^m, OST^m, KRP^m, \\ SUV^m, MUZ^m, TTR^m, SPM^m, SMO^m, PZN^m, \\ MKO^m, SSZ^m, ELB^m, TOI^m, MIL^m, MUS^m, \\ IPV^m, PLZ^m, OPR^m, YAC^m, MED^m, AZS^m, \end{array} \right\}, \quad (m = \overline{1, M})$$

где

- ADV – автодороги;
- AVS – автостоянки;
- KPP – контрольно-пропускные пункты;
- IFZ – информационные знаки;
- EXB – экскурсионное бюро;
- SPP – сеть предприятий питания;
- HOT – отели;
- KEM – кемпинги;
- SAN – санатории;
- BOT – базы отдыха;
- OST – объекты сельского туризма;
- KRP – культурно-развлекательные предприятия;
- SUV – сувенирные киоски;
- MUZ – музеи;
- TTR – туристические тропы;
- SPM – специальные маршруты и лагери спортивно-оздоровительного назначения;
- SMO – смотровые площадки;
- PZN – памятные знаки;
- MKO – места кратковременного отдыха;
- SSZ – справочно-информационная служба заповедника;
- ELB – элементы благоустройства;
- TOI – туалеты;
- MIL – посты милиции;
- MUS – контейнеры для мусора;
- IPV – источники питьевой воды;
- PLZ – пляжные зоны;
- OPR – оборудованные причалы;
- YAC – яхт-клубы;
- MED – пункты первой медицинской помощи;
- AZS – автозаправочные станции.

Соответственно, любой из объектов рекреационной и туристической инфраструктуры может быть описан формулой с соответствующим вектором характеристик. Например, для такого объекта инфраструктуры, как «Кемпинги», формула будет иметь следующий вид:

$$\forall r, m \exists (\overline{KEM}_r^m \rightarrow \overline{KEM}_r^m),$$

где $\overline{KEM}_r^m = (KEM_{r_1}^m, KEM_{r_2}^m, \dots, KEM_{r_n}^m)$ – вектор характеристик объектов рекреационной и туристической инфраструктуры типа «Кемпинги»,

составляющими которого являются такие характеристики, как название, вместимость, классификация номеров, время функционирования, благоустройство территории, контактные телефоны, адрес, дополнительные услуги, безопасность отдыха, а также другие параметры, принятые для данного типа объектов.

Аналогично описываются и остальные типы объектов туристической и рекреационной инфраструктуры со своими векторами характеристик.

Разработка математических моделей не всегда возможна в силу сложности и неопределенности поведения объектов системы. Поэтому в состав подсистем необходимо включать блоки моделирования, позволяющие имитировать ситуации с целью определения рациональных решений.

Все это предполагает появление совершенно новых точек зрения на проблемы заповедных зон и пути их решения, на комплексное информационное обеспечение процессов управления систем подобного типа с применением современных ГИС-технологий [7-9].

Список литературы

1. Зубков Г.Н. Применение моделей и методов структурного анализа систем в градостроительстве. – М.: Стройиздат, 1984. – 152с.
2. Советский энциклопедический словарь /Гл.ред. А.М.Прохоров. – 4-изд. – М.: Сов.энциклопедия, 1989. – 1632с.
3. Перцик Е.Н. География городов (геурбанистика): Учебное пособие для геогр. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 319с.
4. «Порядок денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения и населенных пунктов» (утверждено общим приказом Госкомзема Украины, Госкомградостроительства Украины, Минсельхозпрана Украины и Украинской академии аграрных наук №76/230/325/150 от 27 ноября 1995 г., с учетом изменений и дополнений к разделу 3 "Порядка денежной оценки..." от 15 апреля 1997 г. № 46/131/63/34 и зарегистрировано в министерстве юстиции Украины 29 октября 1997 г. № 511/2315).
5. Мамиконов А.Г., Кульба В.В., Косяченко С.А., Островский Б.А. Формализованное описание и представление результатов информационного обследования объектов расселения: Сб.трудов. Вып.13: Формализованные методы синтеза сложных систем. – М., 1976.
6. Ковалевский С.С., Кульба В.В. Модели, методы и средства создания распределенных интегрированных систем для управления городским хозяйством // КомпьюЛог. – 1997. – №4. – С. 14-23.
7. Макол Р.Е. Введение. Справочник по системотехнике. – М.: Мир, 1970. – 210с.
8. Абен Х.К. О некоторых аспектах математического моделирования в градостроительстве. – В кн.: В помощь проектировщику-градостроителю. – Вып. 8. – К., – 1972. – С. 141-148.
9. Бусленко Н.П.. Калашников В. В.. Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Высшая школа, 1973. – 160с.

Щепилов В. М., Щепилова К. В. Математичне моделювання територій заповідних зон // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – 2008. – Серія «Географія». – Т. 21 (60). – № 1. – С. 165-176

У статті розглядаються методи математичного моделювання територій заповідних зон на прикладі Національного заповідника „Хортиця” (м. Запоріжжя).

Ключові слова: математичне моделювання, заповідні зони, ГІС

Shepilov V. N., Schepilova K. V. Mathematical modeling of the protected areas // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2008. – Series «Geography». – V. 21 (60). № 1. P. 165-176

The article performs the methods of mathematical modeling of the protected areas by the example of the “Khortitsa” Natural Nature Reserve (Zaporizhzhya).

Key words: mathematical modeling, protected areas, GIS.

Поступила в редакцию 24.04.2008 г.