

Е.И. КУЧЕРЕНКО, д-р техн. наук, проф. ХНУРЭ, (г. Харьков),
И.С. ГЛУШЕНКОВА, ст. преп. ХНАГХ, (г. Харьков)

О МЕТОДАХ, МОДЕЛЯХ И КРИТЕРИЯХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Обоснована необходимость оценки состояния земель населенных пунктов с использованием ГИС-технологий. Рассмотрены классы существующих моделей, ориентированных на пространственный анализ в области управления земельными ресурсами. Критерии анализа непротиворечивости представлены нечетким пространством состояний моделей. Определены перспективы дальнейших исследований. Ил.: 1. Библиогр.: 22 назв.

Ключевые слова: оценка состояния земель, ГИС-технологии, модели, критерии анализа.

Введение. Важным значением в условиях развивающейся экономики, к которой относится в настоящее время и экономика Украины, обладают критерии оценки состояния земель государства. И если состоянию земель сельскохозяйственных и сельских территорий уделяется большое значение, уже существуют и разрабатываются новые алгоритмы и методы анализа состояния этих территорий [1, 2], то с исследованием состояния земель населенных пунктов дело обстоит значительно хуже.

Ввиду ограниченности земельных ресурсов как в мировом масштабе, так и на локальном уровне определенного населенного пункта, требуется комплексное обоснование принятия решений, при котором не только рассмотрено взаимодействие всех факторов и отобраны самые значимые варианты с использованием системного подхода, но и прослежено в динамике развитие ситуации каждого из вариантов решения. Форрестер, используя системную динамику для моделирования предприятия, города, мира, пришел к заключению, что самые интересные, имеющие перспективу результаты показывают модели на 30 – 50 лет [3].

Существующая мера ценности земель в населенных пунктах – денежная оценка – определяет стоимость земельного участка по двум основным критериям: месторасположению и доходности [4]. При этом назначение коэффициентов влияния локальных факторов [5] производится без учета их целевого назначения и уровня влияния этих факторов, не рассматривается внешнее воздействие на состояние земельного участка. Таким образом, "цена земли является обобщенным показателем состояния городской территории, косвенно учитывающим локальные показатели" [6].

Однако такой подход не учитывает состояние земельного участка как набора присущих ему качеств, характеристик, свойств, постоянно изменяющихся в результате непосредственного воздействия на земельный участок и опосредованного влияния окружающей среды, и, следовательно, не может считаться многокритериальным или системным.

Существует мнение, что для значительного повышения уровня землеустроительного моделирования и методов оптимизации принимаемых решений, целесообразнее применять объектный анализ [7].

На современном этапе развития общества в управлении земельными ресурсами на всех уровнях все шире используются геоинформационные технологии (ГИС-технологии). Это вызвано, с одной стороны, разнообразием и сложностью данных в ГИС, с другой – возможностью решения большого числа аналитических задач с пространственно-распределенными данными при использовании ГИС [8]. Одновременно с этим большинство проблем и задач в ГИС слабо структурировано и слабо формализовано [9], что часто вызывает значительные трудности.

Целью данной работы является повышение достоверности принимаемых решений при оценке территории в условиях неопределенности. Эта цель может быть достигнута на основе разработки моделей, методов и алгоритмов анализа и решения прикладных задач.

Данная работа выполняется в соответствии с планом научно-исследовательских работ Харьковской национальной академии городского хозяйства в рамках госбюджетной темы "Разработка теоретических основ моделирования динамики развития городских систем с использованием ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования земли" (№ ГР 0108U006506).

Постановка задачи исследования. Отмечая, что земельный участок является учетной единицей государственного земельного кадастра, объектом права собственности [10], объектом налогообложения [11], объектом землеустройства [12] и нижним иерархическим уровнем управления земельными ресурсами, есть смысл рассматривать состояние именно этой элементарной части территории.

Рассмотрим земельный участок как систему, состоящую из компонентов $\{Q_i\}, i \in I$, где I – множество индексов компонент системы.

Состояние земельного участка можно представить как результат взаимодействия процессов между компонентами системы и их взаимодействия с внешней средой. Остановимся на процессах, происходящих внутри системы.

Компоненты системы взаимодействуют на основе множества процессов $\{Pr_j\}, j \in J$, где J – множество индексов процессов.

Процессы часто являются неопределенными и противоречивыми.

Ввиду важности для земельного участка пространственных характеристик [13], изменяющихся во времени, выполнять системный анализ его состояния целесообразно с использованием ГИС-технологий [9]. ГИС-технологии позволяют выполнять пространственную и временную привязку объектов, решать распределенные задачи. Из всего множества процессов, происходящих в системе, средствами ГИС-технологий можно представить

$$\{Pr^{(G15)}\} \subseteq \{Pr_j\}. \quad (1)$$

Процессы (1) могут быть представлены детерминированными, вероятностными и нечеткими моделями. Тогда модель процессов имеет вид

$$S = \{Pr^{(G15)}(D)\} \cup \{Pr^{(G15)}(P)\} \cup \{Pr^{(G15)}(F)\}, \quad (2)$$

где D – множество детерминированных моделей; P – множество вероятностных моделей; F – множество нечетких моделей.

Из множества процессов некоторые будут доминировать и являться определяющими в смысле (2). Для них необходимо:

- разработать подходы к построению моделей принятия решений;
- определить критерии адекватности процессов принятия решений;
- выделить доминирующие факторы, определяющие степень ранжирования процессов (1);
- разработать методы и алгоритмы решения прикладных задач оценки состояния территории;
- разработать структуру инструментальных программных средств оценки состояния территории;
- решить комплекс научно-технических и проектных разработок, подтверждающих эффективность принимаемых решений.

Подходы к анализу и разработке моделей принятия решений.

Сущность математического моделирования состоит в замене исходного объекта его образом – математической моделью – и в дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов [14]. Работа не с самим объектом, а с его моделью дает возможность безболезненно, относительно быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях. В то же время такие эксперименты позволяют подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте. Поэтому методология математического моделирования продолжает интенсивно развиваться, охватывая все больше сфер – от разработки технических систем и управления ими до анализа сложнейших экономических и социальных процессов.

Исследования показали, что классификация математических моделей взаимодействия процессов в смысле (2) может быть представлена в следующем виде (рис.).

Детерминированные D -модели при решении поставленных задач обычно включают предикатные сети Петри [15] и сети Петри с расширениями [16]. Однако, детерминированные модели носят ограниченный характер в связи с их функциональным и структурным несовершенством.

Вероятностные P -модели охватывают, обычно, более широкий класс объектов и процессов. Для вероятностных P -моделей характерными и наиболее изученными являются технологии Graphical Evaluation and Review Technique (ГЕРТ-технологии). Однако требования учета функции

распределения на временных интервалах в таких моделях не всегда позволяет адекватно отображать объекты и процессы [17].

Нечеткие F -модели отображают широкий класс относительно слабо изученных объектов и процессов. Характерными для таких моделей являются правила типа "если, то" и нечеткие сети Петри [18, 19]. Относительно малая исследовательская база таких объектов и процессов требует дополнительных исследований, что является перспективным.

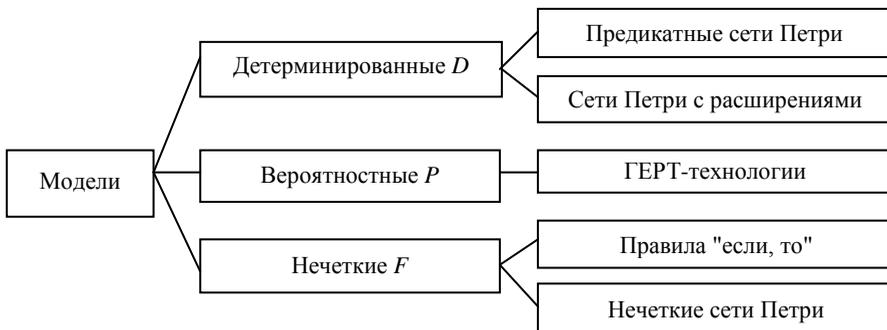


Рис. Классификация моделей

Рассмотренные модели (рис.) адекватно отображают объекты и процессы обычно только в случае, если они позволяют выполнять содержательный целенаправленный анализ предметных областей при множестве критериев и ограничений.

Определение критериев адекватности процессов принятия решений.

Содержательный анализ предметной области и постановки задачи показали, что значимыми факторами адекватности процессов принятия решений служат: полнота, непротиворечивость, отсутствие бесполезных зацикливаний, отсутствие конфликтов, достижимость цели и т.п., которые достаточно подробно рассмотрены в работах [18, 20].

Сформулируем одно из важных понятий для рассматриваемого класса задач принятия решений – понятие непротиворечивости.

Определение 1. Если существует множество ожидаемых решений $\{Pr\}^w$ и множество фактических решений $\{Pr\}^f$, то процессы непротиворечивы, если справедливо

$$d(\{Pr\}^w, \{Pr\}^f) \leq \varepsilon \quad (3)$$

и противоречивы, если

$$d(\{Pr\}^w, \{Pr\}^f) > \varepsilon, \quad (4)$$

где $d(\cdot, \cdot)$ – нечеткое расстояние Хемминга между ожидаемыми и фактическими решениями, ε – норма точности, причем

$$\varepsilon \leq \min(\varepsilon', \varepsilon''), \quad (5)$$

где ε' – заданная точность при использовании нечеткого расстояния Хемминга, ε'' – заданная точность при использовании функции ранжирования из метода анализа иерархий [21, 22].

Величины ε' и ε'' в (5) определяются предметной областью. Решение задачи непротиворечивости при принятии решений основывается на оптимизации четких и нечетких компонент модели при наличии некоторых ограничений с целью выполнения неравенства (5).

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В результате выполненных научных исследований в работе решены следующие важные задачи.

1. На основе содержательного целенаправленного анализа сформулирована постановка задачи принятия решений на множестве параметров и ограничений предметной области.

2. Рассмотрены классы существующих моделей, ориентированных на пространственный анализ в области управления земельными ресурсами и территориями. Определено, что важным фактором является анализ адекватности при решении прикладных задач.

3. Получило дальнейшее развитие понятие непротиворечивости, которое, в отличие от существующих, представлено нечетким пространством состояний моделей, а также выделением норм точности по ее компонентам, что позволит повысить достоверность принимаемых решений в предметных областях.

Перспективами дальнейших исследований является разработка методов совершенствования моделей, методов и технологий при решении прикладных задач.

Список литературы: 1. Мельничук О.Ю. Системне моделювання території для потреб землеустрою / О.Ю. Мельничук // Вісник геодезії та картографії. – 2008. – № 6. – С. 25 – 27. 2. Ковальчук І.П. Комплексний аналіз сучасного стану сільських територій: структурна схема, алгоритми, методи і дослідницькі технології / І.П. Ковальчук, Т.О. Євсюков // Землеустрій і кадастр. – 2008. – № 4. – С. 20 – 35. 3. Forrester J.W. System dynamics – the next fifty years / J.W. Forrester // System Dynamics Review 23 (2-3) 2007. – Р. 359 – 370. 4. Дехтяренко Ю.Ф. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні / Ю.Ф. Дехтяренко, М.Г. Лихогруд, Ю.М. Манцевич, Ю.М. Палеха. – К.: ПРОФІ, 2006. – 624 с. 5. Методика грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.1995 р. № 213. Земельне законодавство України: 36. нормат.-прав. актів. – К.: Істина, 2004. – 288 с. 6. Ресин В.И. Вероятностные технологии в управлении развитием города / В.И. Ресин, Б.С. Дарховский, Ю.С. Попков. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 352 с. 7. Ліцтович Л.І. Природа і власність / Л.І. Ліцтович // Землеустрій і кадастр. 2009. – № 2. – С. 21 – 24. 8. Евглевский И.В. ГИС-технологии в системе поддержки принятия решений в различных областях деятельности / И.В. Евглевский, Н.Н. Морозов // Земля Беларуси. – 2008. – № 4. – С. 20 – 22. 9. Питенко А.А. Нейросетевой анализ в геоинформационных системах / А.А. Питенко. – Красноярск, 2000. – 97 с. 10. Земельний кодекс України, прийнятий 25 жовтня

2001 року № 2768-III 2002 р. // Відом. Верхов. Ради України (ВВР). – 2002. – № 3 – 4. – Ст. 79.

11. Закон України "Про плату за землю" від 3 липня 1992 року. Земельне законодавство України: 36. нормат.-прав. актів. – К.: Істина, 2004. – 288 с. **12.** Закон України "Про землеустрій" від 22 травня 2003 р. Земельне законодавство України: 36. нормат.-прав. актів. – К.: Істина, 2004. – 288 с. **13.** Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем / М.М. Габрель – К.: Видавничий дім А.С.С. – 2004. – 400 с. **14.** Самарський А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с. **15.** Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с. **16.** Кучеренко Є.І. Сіткові моделі в задачах аналізу складних систем / Є.І. Кучеренко. – Харків: ХТУРЕ, 1999. – 100 с. **17.** Филлис Д. Методы анализа сетей / Д. Филлис, А. Гарсиа-Диас. – М.: Мир, 1984. – 496 с. **18.** Бодянский Е.В. Нейро-фаззи сети Петри в задачах моделирования сложных систем / Е.В. Бодянский, Е.И. Кучеренко, А.И. Михалев. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2005. – 311 с. **19.** Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федюлов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с. **20.** Кучеренко Е.И. К проблеме анализа и непротиворечивости в задачах обработки знаний / Е.И. Кучеренко // Проблемы бионики. – 2002. – Вып. 57. – С. 22 – 24. **21.** Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с. **22.** Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т.Л. Саати. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

УДК 519.71

О методах, моделях і критеріях прийняття рішень в просторово-розподілених об'єктах / Кучеренко Є.І., Глушенкова І.С. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – № 43. – С. 102 – 107.

Обґрунтовано необхідність оцінки стану земель населених пунктів з використанням ГІС-технологій. Розглянуто класи існуючих моделей, орієнтованих на просторовий аналіз в галузі управління земельними ресурсами. Критерії аналізу несуперечності представлені нечітким простором станів моделей. Визначені перспективи подальших досліджень. Іл.: 1. Бібліогр.: 22 назв.

Ключові слова: оцінка стану земель, ГІС-технології, моделі, критерії аналізу.

UDC 519.71

About methods, models and criteria of decision-making in the spatially-distributed objects / Kucherenko E.I., Glushenkova I.S. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2009. – №. 43. – P. 102 – 107.

Necessity of an estimation of a status of the land use of settlements with use of GIS-technologies was mentioned. Classes of the existing models focused on the spatial analysis in the field of management by ground resources are considered. Criteria of analysis of consistency are presented by indistinct space of statuses of models. Prospects of the further researches are defined. Figs: 1. Refs: 22 titles.

Key words: an estimation of a status of the earths, GIS-technologies, models, criteria of the analysis.

Поступила в редакцію 10.10.2009