

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАДАЧ РАЗМЕЩЕНИЯ

А.Б.Гнатюк

ФГБОУВПО «Ивановский филиал Владимирского юридического института
ФСИН России», Иваново, Россия. E-mail: abg-07@mail.ru

В.Н.Ершов, Б.А.Староверов

ФГБОУВПО «Костромской государственный технологический университет»,
Кострома, Россия. E-mail: sba44@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена методика оценки энергообеспеченности территории на основе использования математического описания пространственного влияния энергообеспечивающих объектов. Основой комплексной оценки является применение геоинформационной системы как инструмента пространственного анализа. Приведены конкретные примеры решения задачи размещения производственного предприятия на основе построения модели комплексной энерго- и транспортной обеспеченности исследуемой территории.

Ключевые слова: задача размещения предприятий, энергообеспеченность территории, математическая модель пространственного влияния, геоинформационные технологии.

UDC 332.15

DETERMINATION OF ENERGY SUPPLY OF TERRITORY IN SOLVING LOCAL PLACING PROBLEMS

A.B. GNATYUK

Ivanovo Branch of Vladimir Juridical Institute, Ivanovo, Russian Federation,
E-mail: abg-07@mail.ru,

V.N. ERSHOV, B.A. STAROVEROV

Kostroma State University of Technology, Russian Federation,
E-mail: sba44@mail.ru

Abstract. The method of assessment of energy supply of the territory through the use of the mathematical description of the spatial impact of energy supplying facilities is considered. GIS technology is used as the basis of such comprehensive assessment. Concrete examples of placing manufacturing enterprise using models of complex energy and transportation supply of the territory are described.

Key words: the problem of facility location, energy supply of the territory, the mathematical model of the spatial effects, GIS technology.

При решении задачи размещения производственного предприятия необходимо учитывать большое количество технико-экономических факторов, имеющих пространственный характер. Кроме того, степень значимости того или иного фактора зависит от вида отрасли производства. В тоже время, требуется в первую очередь и наличие двух условий, необходимых для определения возможности или целесообразности размещения предприятия на рассматриваемой территории, коими и являются, энергетическая и транспортная обеспеченность.

Первоочередной задачей, становится задача: создание методики построения пространственной модели свойств территориально-распределенных объектов, для принятия предпроектных решений по оптимальному расположению производственных предприятий по критерию получения максимального производственного эффекта при минимальных затратах и отрицательных влияниях на прилегающую территорию. К территориально-распределенным относятся объекты, для которых существенным фактором является их расположение (протяженность, занимаемая площадь и т.д.) на определенной территории. К таким объектам относятся сети передачи энергии (электрические сети, трубопроводы) средства телекоммуникаций, дорожные системы, системы инфраструктуры, а также природные комплексы. Проектирование расположения всей совокупности территориально распределенных объектов на исследуемой территории дает возможность оптимизировать инфраструктуру этой территории в целом.

Системный подход к изучению территории предопределяет применение геоинформационной системы (ГИС), как инструмента пространственного анализа и ставит задачу создания экспертных географических систем, дающих целенаправленную информацию об определенных свойствах, признаках, взаимосвязях и других содержательных аспектах характеристики различных явлений и объектов. Под пространственным моделированием будем понимать создание, анализ и преобразование пространственных моделей, как заменителей реальных объектов, с целью их использования для получения ин-

формации и знаний об этих объектах. Необходимо решение проблемы получения знаний на базе пространственных моделей, через объединение монорельефов в полирельеф (геоинформационной интерпретации совокупности всех или нескольких свойств влияния объектов на территорию), и визуального определения вклада каждого из них в общую оценку. В результате выявляются взаимосвязи между различными факторами. Для осуществления пространственного моделирования с целью решения задачи размещения территориально-распределенных объектов необходима разработка технологий построения моделей различных уровней начиная от моделей отдельных пространственных объектов, моделей тематических слоев (монорельефов) и в конечном итоге многофакторной модели свойств территории (полирельефа).

Методика построения модели свойств отдельных объектов строится на стыке двух методов: метода территориально-сеточной оценки (ТСО); метода топологии объектных свойств территории (ТОСТ). Суть первого метода заключается в разбиении оцениваемой территории на элементарные участки, которые имеют однородные свойства, например, экологические условия, средние показатели инфраструктур (средняя плотность дорог, инженерных коммуникаций, жилых и промышленных застроек и т. п.). Результирующая оценка осуществляется интегрированием всех показателей с учетом коэффициентов веса этих показателей (факторов) формируются ценовые зоны. В силу своей простоты и наглядности методика нашла широкое распространение в экологических кадастрах, сельскохозяйственных, лесных и других природопользовательских и природоохранных системах. При исследовании урбанизированных территорий применение методики ТСО наталкивается на существенные трудности, преодоление которых делает метод громоздким и трудоемким [1]. Данная методика базируется на позиционном представлении пространственно локализованной информации.

В противовес рассмотренной методики ТОСТ метод основывается на структурном представлении обрабатываемой информации. Суть метода заключается в определении (оценке) свойств каждой точки территории через

влияние (физически, экономически, социально) объектов, находящихся на данной территории [2]. Пространственное влияние объектов представляется в виде поверхности (виртуального рельефа), графически отображающей это влияние. Элементами поверхности (рельефа) являются «горы» или «впадины» от точечных объектов, «хребты» или «каньоны» от линейных объектов, «поднятые плато» или «провалы» от полигональных (площадных) объектов.

ТОСТ метод более эффективен при анализе урбанизированных территорий, но является довольно громоздким и требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому возникает задача разработки методики построения модели свойств территории на стыке двух методов ТСО и ТОСТ.

Для объединения положительных возможностей структурного и позиционного представления пространственной информации наиболее продуктивной является концепция определения свойства произвольной точки территории через функцию влияния на эту точку объектов, находящихся на данной территории [2]. При этом пространственное описание объектов дается в структурном (векторном) формате, а получаемые оценочные свойства территории – в позиционном (растровом) формате. Такое объединение достигается через модели (функции) влияния объектов на элементарные участки (ЭУ) множества W , покрывающих рассматриваемую территорию [3,4]. Функция влияния может быть представлена аналитически или в виде массива чисел, задающего эту функцию в табличном виде. Для точечных и линейных объектов функция влияния определяется четырьмя переменными:

$$S_{i,j} = f(S_i, R_i, r_{i,j}, \alpha_{i,j}) \quad (1)$$

где S_{ij} – свойство элемента множества W от влияния j -го объекта; S_i – физически измеряемая или оценочная величина (весовой фактор) свойства объекта в точке или точках его пространственного положения; R_i – диапазон влияния j -го объекта, то есть расстояние, за пределами которого влиянием объекта можно пренебречь; r_{ij} и α_{ij} – расстояние и направление между i -й точкой и j -м объектом.

В случае если объект точечный, тогда функция (1) графически представляется в виде возвышенности или впадины. Эти функции, как уже отмечалось выше, могут отражать физические процессы и явления или, например, социальные и экономические значения, экспертные предпочтения.

Графическое представление объектов различной топологической сущности, представлены на рис.1.

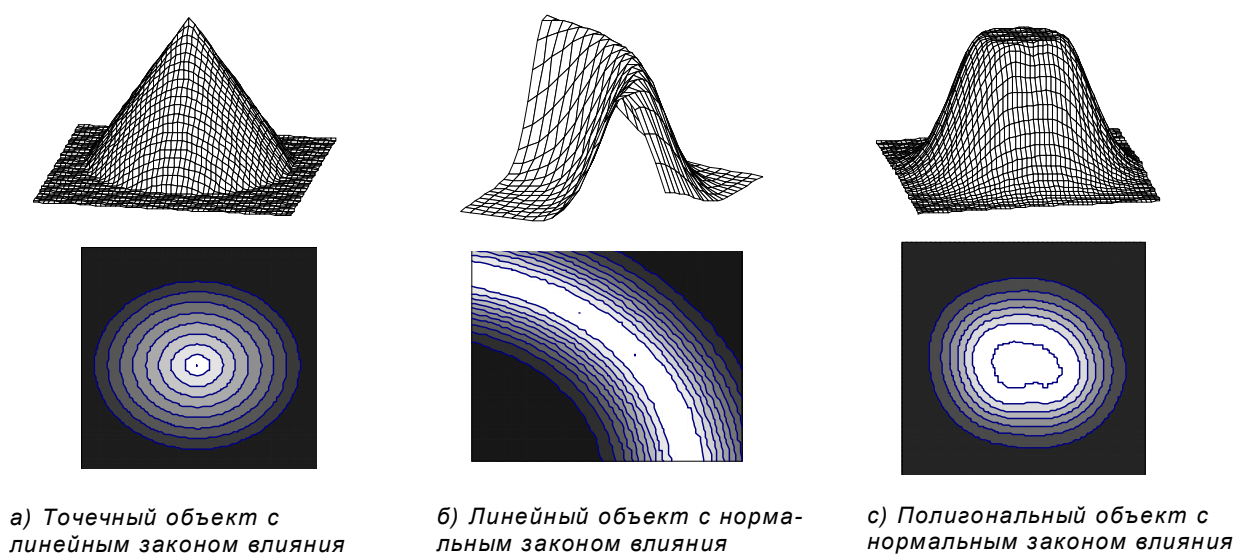


Рис.1. Графическое представление функций пространственного влияния

Модель свойств объекта может быть представлена в нескольких видах:

1) Аналитический вид – форма, в которой информация отображается в виде аналитической зависимости типа $Z = f(x,y)$. Подобная форма наиболее удобна, если планируется проводить дальнейшую математическую обработку информации.

2) Численно-матричный вид – форма представления, в которой информация описывается в виде числовой таблицы (матрицы). Численные значения определяют величину функции влияния в узлах элементарных участков территории. Данное представление удобно при обработке информации получаемой путем прямых замеров или различными численными методами.

3) Графический вид как набор линий равного уровня – форма представления, в которой пространственная информация описывается на плоскости в виде границ сечений, соответствующих определенным значениям функции влияния. Обычно сечения производятся с равным шагом.

4) Графический вид как пространственный рельеф – форма, трехмерного представления функции пространственного влияния.

Каждая из рассмотренных форм представления моделей удобна для различных форм анализа свойств территории. Очевидно, что для дальнейшей обработки полученных результатов программным способом наиболее удобно численно-матричное представление.

Модель тематического слоя отражает совокупное влияние объектов, включенных в один тематический слой. В этом случае, общее влияние будет определяться следующим образом:

$$S_{x,y}^o = \Phi \sum_{j=1}^N S_{x,y,j} \quad (2)$$

где $S_{x,y}^o$ – общее влияние объектов на точку с координатами x,y ; N – число объектов, оказывающих влияние на точку с координатами x,y ; Φ – функционал, определяющий взаимодействие между объектами.

После проведения подобной операции над всеми точками пространства, получается интегральная оценка влияния объектов, включенных в тематический слой. Возможные виды функционалов рационально определить на основе рассмотрения типовых задач.

Одной из основных задач, как указывалось выше, является определение энергообеспеченности территории. Рассмотрим задачу определения потенциальной энергообеспеченности в точке пересечения областей влияния двух трансформаторных подстанций. Принимается условие, что к подстанции не подключено ни одного потребителя. Требуется определить функцию влияния трансформаторной подстанции (ТП). Очевидно, что главной характеристикой рассматриваемого объекта является возможность доставить мощность $P_{ном}$ в какую-либо точку территории. Так как в ТП может быть несколько транс-

форматоров, то ее мощность определяется как сумма мощностей каждого из трансформаторов. Величина $S_{x,y,j}$ будет отражать экономическую целесообразность доставки мощности в эту точку. Радиус действия подстанции можно определить через длину провода для соответствующего напряжения. Закон изменения по ряду условий возьмем нормальный. Он будет отражать влияние экономического фактора. Тогда функция влияния будет иметь вид $S_{x,y,j} = S_j e^{-k_j^2 r_{x,y,j}^2}$. Графическое представление модели влияния трансформаторных подстанций, как точечных объектов, дано на рис. 1а.

Часто встречается случай, когда радиусы действия двух аналогичных подстанций пересекаются. Проектируемый объект-потребитель может быть расположен в одной из трех зон: в зоне влияния первой ТП; в зоне влияния второй ТП; в зоне влияния обеих ТП (см. рис.2).

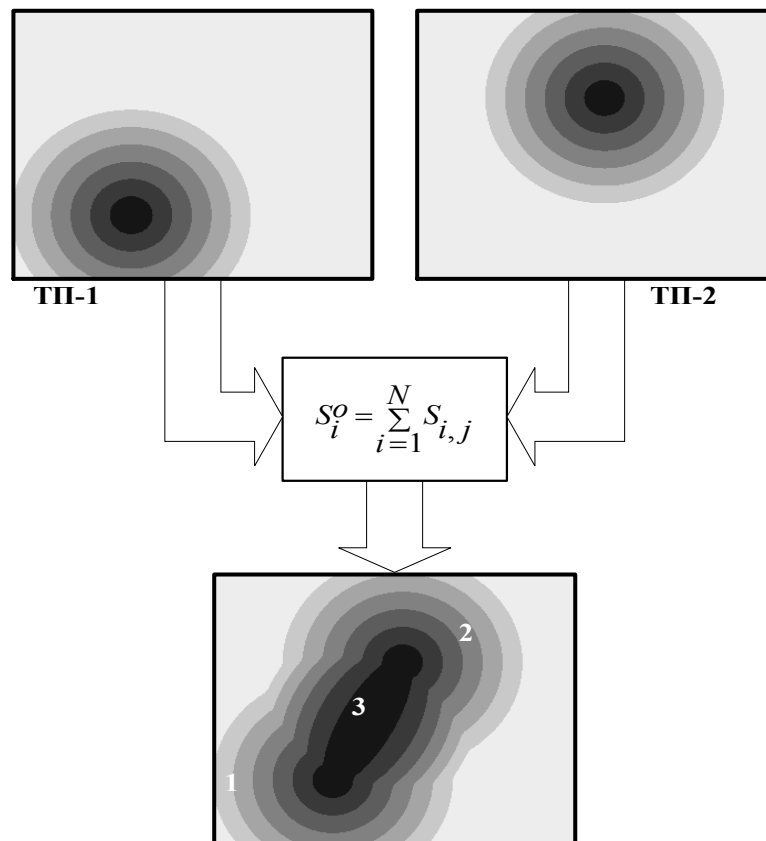


Рис. 2. Построение рельефа тематического слоя энергообеспеченности «ТП напряжением 35кВ»

Если проектируемая мощность объекта меньше или равна мощности ТП, то все три случая имеют одинаковые приоритеты с точки зрения наличия

свободных мощностей, и месторасположение будет определяться другими факторами: природными, социальными и т.п. В случае, когда мощность проектируемого объекта выше номинальной мощности ТП, объект следует располагать в зоне 3, что позволит подключить его к обеим подстанциям, а следовательно, увеличить поставляемую мощность в двое. В этом случае, имеет место суммирование оценочных величин, а функция в выражении (2), очевидно, примет следующий вид:

$$S_{x,y}^o = \sum_{j=1}^N s_{x,y,j}, \quad (3)$$

где $S_{x,y}^o$ – общее влияние N объектов одного тематического слоя на точку с координатами x,y; \sum – значение функционала.

Графическая интерпретация модели влияния ЛЭП, как линейных объектов, представлено на рис.1б. В случае схождения ЛЭП их общее влияние в точке будет определяться как выбор максимального, то есть:

$$S_{x,y}^o = MAX(s_{x,y,j}), \quad j = 1..N, \quad (4)$$

где $S_{x,y}^o$ – общее влияние N объектов одного тематического слоя на точку с координатами x,y; MAX (максимум) – значение функционала в (4).

В общем случае модели объектов могут представлять собой более сложные рельефы, а значение функционала может быть иным. Особенно интересны случаи, когда функционал отражает поведение нелинейности объединения функций пространственного влияния однородных объектов. Но, как показали исследования аналогичные вышеприведенным, для подавляющего большинства энергообъектов двух рассмотренных функционалов достаточно.

При определении энергообеспеченности в точке пересечения областей влияния двух линий электропередач пренебрежем падением напряжения вдоль протяженности линии. С точки зрения энергообеспеченности, интерес представляет напряжение, передаваемое линией $U_{ном}$. Радиус действия опре-

делим по среднестатистической протяженности ЛЭП напряжением на одну ступень ниже, а закон влияния возьмем нормальный.

При построении модели энергообеспеченности территории на основе существующих моделей энергоисточников необходимо учитывать наличие на рассматриваемой территории объектов энергопотребления.

В этом случае, из модели тематического слоя «Энергоисточники» – S^0 необходимо вычесть модель тематического слоя «Энергопотребители» – S^1 . Получаемая в итоге модель будет отражать уровень энергообеспеченности на исследуемой территории:

$$P^1 = S^0 - S^1,$$

где P^1 – модель энергообеспеченности территории.

Для построения модели комплексной энерго- и транспортной обеспеченности необходимо иметь следующие модели тематических слоев: «энергетическая обеспеченность» – P^1 и «транспортная обеспеченность» – S^2 . В этом случае

$$P^2 = k_1 P^1 + k_2 S^2, \text{ если } P^1 > P_{\text{п}}^1 \text{ и } S^2 > S_{\text{п}}^2,$$

где P^2 – модель допустимого месторасположения предприятия, по заданным условиям, k_1 и k_2 – коэффициенты веса (значимости), определяемые экспертно, $P_{\text{п}}^1$ – пороговое значение избыточной мощности, определяемое потребностями проектируемого предприятия; $S_{\text{п}}^2$ – пороговое значение расстояния до дороги требуемой категории.

Таким образом, рассмотренная методика позволяет, опираясь на математическое описание технологического и экономического влияния объектов на прилегающую территорию и используя геоинформационную технологию, эффективно решать задачи рационального размещения предприятий различного профиля.

Список использованной литературы

1. Пальчиков Н. С., Пахомова О. М., Мягков В. Н., Федоров В. П. Методы расчета экономической оценки городских земель. – СПб., 1992.
2. Совещание-презентация. Метод «Топология объектных свойств территории» в системе комплексной оценки земельных участков урбанизированных территорий (город, район, регион). – Ижевск: Удмурдский государственный университет, 1994. – 20 с.
4. Гнатюк А.Б., Староверов Б.А. Геоинформационные системы в управлении территориально распределенными объектами. Учебное пособие. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2007. – 117 с.
3. Гнатюк А.Б. Векторно-растровые модели оценки свойств территории. – Иваново: Вестник ИГЭУ, 2011. Вып. 3, – с. 49-52.