

УДК 658.5

М.В. Иванов

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

## ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОРАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Ставится и решается актуальная задача территориального анализа для размещения производственных и складских объектов в узлах распределенной производственной системы. Рассмотренная иерархическая структура геораспределенного производства (ГРП). Для анализа территории размещения производства используется ряд лингвистических переменных. Для оценки территории введено множество входных характеристик, разделенных на группы. Определена шкала уровней результатов просчета для оценок размещения производства. Сформированы целевые функции и ограничения для определения значений оценки размещения ГРП. Предложенный подход целесообразно использовать в задачах территориального анализа при построении ГРП.

**Ключевые слова:** территориальный анализ, размещения производственных объектов, геораспределенное производство, лингвистические переменные, нечеткая логика, оценка размещения производства.

### Введение

В условиях стремительного развития технологических областей возникает необходимость создания нового конкурентоспособного продукта. Данный процесс определяется множеством задач, которые

необходимо решить на жизненном цикле сложного изделия (ЖЦСИ) [1] (рис. 1). Логистически ЖЦСИ можно представить с помощью последовательных этапов: научно исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР); подготовка производства; производство; эксплуатация; утилизация.

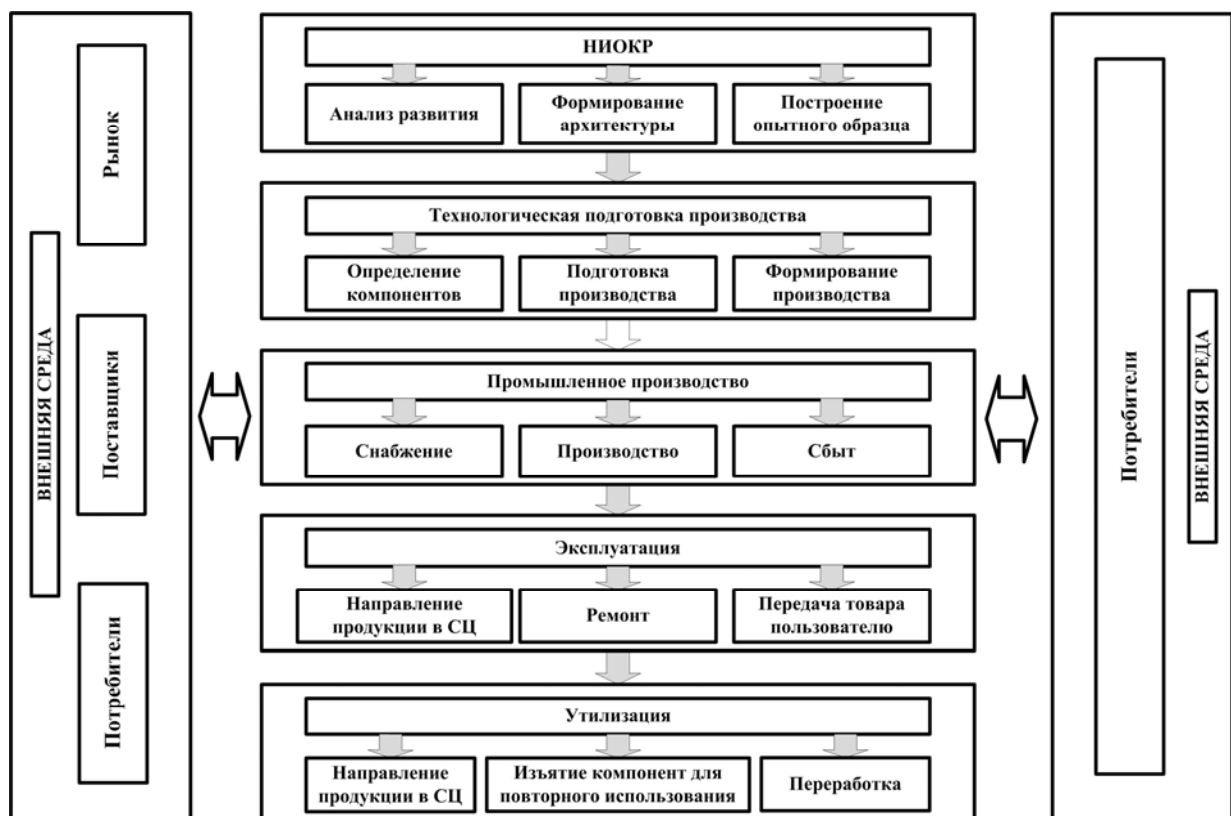


Рис. 1. Системное представление ЖЦСИ

Создание нового инновационного продукта возможно при выполнении одного из двух условий: модернизация существующего производства или построение нового. Данные два процесса являются основополагающими на этапе подготовки производства.

Системное исследование процесса построения нового и модернизации существующего производства определяется задачами, поставленными при формировании ЖЦСИ. Одной из основных задач исследования является системный анализ и выбор

территории для размещения производственных объектов и инфраструктуры при построения геораспределенного производства (ГРП).

## 1. Постановка задачи исследования

При создании ГРП необходимо учесть большое количество факторов и характеристик, влияющих на территориальное размещение производственных объектов. Сложную производственную систему можно представить в виде иерархической структуры (рис. 2), где каждый ее элемент должен иметь территориальную привязку с учетом вышестоящих и нижних уровней.

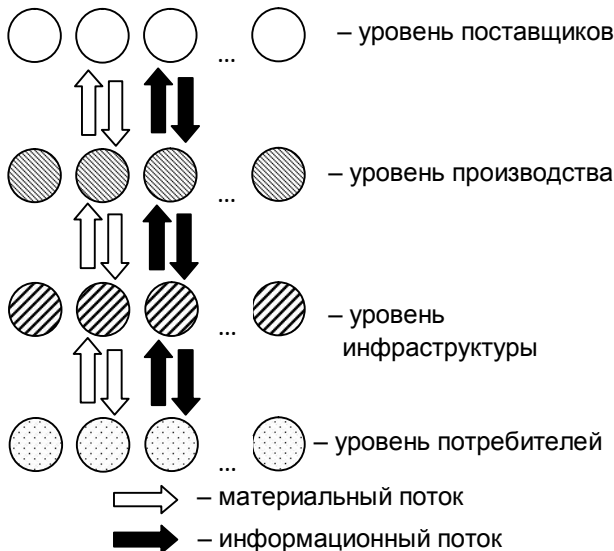


Рис. 2. Иерархическая структура ГРП

Следовательно, можно дать следующее определение: построение ГРП – процесс обоснования рационального территориального расположения производственных объектов и инфраструктуры ГРП, в условиях временно-стоимостной оптимизации.

Проведя анализ публикаций [2 – 4], можно определить, что наиболее подходящим решением поставленной задачи будет метод, основанный на использовании нечеткой логики. Такой подход позволяет учесть различные ограничения и погрешности в оценивании, а также получить оптимальный результат для оценки и выбора места привязки ГРП к земельной поверхности.

## 2. Решение задачи исследования

В общем виде решение задачи территориального анализа можно представить в виде алгоритма на рис. 3.

Для обоснования выбора территории размещения производственных объектов воспользуемся нечеткой логикой. Для решения такого рода задачи воспользуемся лингвистической переменной  $e = \langle \text{оценка размещения производственного объекта} \rangle$ , значение которой можно задать с помощью шкалы из пяти уровней  $M = \{ \langle \text{очень низкий} \rangle, \langle \text{низкий} \rangle, \langle \text{средний} \rangle, \langle \text{высокий} \rangle, \langle \text{очень высокий} \rangle \}$ .



Рис. 3. Этапы территориального анализа

На первом этапе происходит выбор возможных вариантов территорий для последующего анализа, далее для каждой из альтернатив происходит привязка объектов производства и инфраструктуры с последующим анализом и сравнением оценок.

Исходя из этого получим множество альтернатив  $E$ , которое примет следующий вид:

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\},$$

где  $e_i$  – альтернативная оценка размещения ГРПС, при  $i = 1..n$ .

Следующим этапом является определение входных параметров (характеристик) для расчета оценки размещения. Такие характеристики можно разделить на несколько групп:

- 1) транспортные:  $c_1 = \langle \text{расстояние до потребителей} \rangle$ ;  $c_2 = \langle \text{расстояние до поставщиков} \rangle$ ;  $c_3 = \langle \text{уровень пропускной способности магистралей} \rangle$ ;  $c_4 = \langle \text{уровень загруженности магистралей} \rangle$ ;
- 2) территориальные:  $c_5 = \langle \text{готовность территории для размещения производства} \rangle$ ;  $c_6 = \langle \text{возможность выкупа территории} \rangle$ ;  $c_7 = \langle \text{возможность расширения производственных площадей} \rangle$ ;
- 3) ресурсные:  $c_8 = \langle \text{объем квалифицированных людских ресурсов} \rangle$ ;
- 4) экономические:  $c_9 = \langle \text{стоимость выкупа территории} \rangle$ ;  $c_{10} = \langle \text{стоимость аренды территории} \rangle$ ;  $c_{11} = \langle \text{уровень стоимости энергоресурсов} \rangle$ .

Каждая из представленных характеристик оценивается степенью ее наличия на  $i$ -м участке территории и устанавливается экспертным путем:

$$C_i = \{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{ik}\},$$

где  $c_j$  – значение характеристики  $i$ -й альтернативы ГРПС, при  $j = 1..k$ .

В свою очередь, каждая из характеристик «взвешивается» с помощью экспертов:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_k\},$$

где  $w_j$  – весовой коэффициент  $j$ -й характеристики,  $\sum w_i = 1$ .

Оценка  $i$ -й альтернативной территории для размещения производственных объектов и инфраструктуры примет следующий вид:

$$e_i = \sum_{j=1}^k w_j c_{ij}$$

Для определения значения лингвистической переменной воспользуемся тремя видами функций принадлежности [3], где за крайние значения («очень низкая» и «очень высокая») будут отвечать Z-образная (1) и S-образная (2) функции принадлежности соответственно, а степень принадлежности к промежуточным значениям будет определяться колоколообразной функцией, представленной в общем виде (3, рис. 4):

$$f_{vl}(e_i) = \begin{cases} 1, x < vle \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{e_i - vle}{vl - vle} \pi\right), vle \leq x \leq vl \\ 0, x > vl \end{cases}, \quad (1)$$

где  $vle$  – пороговое значение, до которого функция принадлежности равна «1»;  $vl$  – пороговое значение, после которого функция принадлежности равна «0»;

$$f_{vh}(e_i) = \begin{cases} 1, e_i > vhs \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{e_i - vhs}{vhs - vh} \pi\right), vh \leq e_i \leq vhs \\ 0, e_i < vh \end{cases}, \quad (2)$$

где  $vhs$  – пороговое значение, после которого функция принадлежности равна «1»;  $vh$  – пороговое значение, до которого функция принадлежности равна «0»;

$$f_{gb}(e_i) = \frac{1}{1 + \left| \frac{e_i - c}{a} \right|^{2b}}, \quad (3)$$

где  $c$  – середина функции принадлежности;  $a$  – значение, при котором  $f_{gb}(c+a) = 1$  и  $f_{gb}(c-a) = 1$ ;  $b$  – значение, регулирующее плавность функции.

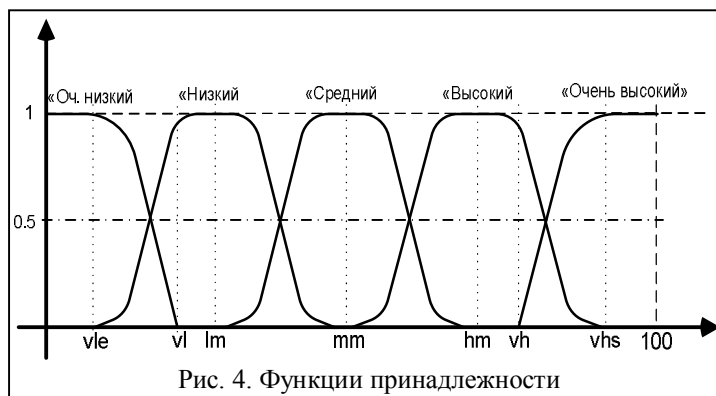


Рис. 4. Функции принадлежности

## Заключение

Предложенный подход целесообразно использовать в задачах анализа территории при размещении ГРП, когда необходимо оценить возможность размещения производственного объекта на том или ином участке земной поверхности.

## Список литературы

1. Геопространственные производственные системы. Часть 1. Анализ, моделирование, проектирование [Текст]: моногр. / В.М. Илюшко, О.Е. Федорович, О.Н. Замирец, Л.Д. Греков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – 250 с.
2. Дубов Ю.А. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов системы [Текст] / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. – М.: Наука, 1986. – 500 с.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.
4. Павлов А.Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации [Текст] / А.Н. Павлов, Б.В. Соколов. – СПб.: ГУАП, 2006. – 72 с.

Поступила в редколлегию 27.10.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.В. Шостак, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

## ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕОРАСПРЕДЕЛЕННОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПОТОКІВ

М.В. Іванов

Ставиться і вирішується актуальне завдання територіального аналізу для розміщення виробничих і складських об'єктів у вузлах розподіленої виробничої системи. Розглянута ієрархічна структура георозподіленого виробництва (ГРВ). Для аналізу території розміщення виробництва використовується ряд лингвістичних змінних. Для оцінки території введено безліч вхідних характеристик розділених на групи. Визначена шкала рівнів результатів прорахунку оцінки розміщення виробництва. Сформовані цільові функції та обмеження для визначення значень для оцінок розміщення ГРВ. Запропонований підхід доцільно використовувати в задачах територіального аналізу при побудові ГРВ.

**Ключові слова:** територіальний аналіз, розміщення виробничих об'єктів, георозподілене виробництво, лингвістичні змінні, нечітка логіка, оцінка розміщення виробництва.

## TERRITORIAL ANALYSIS OF GEODISTRIBUTED PRODUCTION IN TERMS OF LOGISTIC FLOWS

M.V. Ivanov

Pose and solve the actual problem of territorial analysis to accommodate the production and storage facilities at the nodes of a distributed production system. Considered hierarchical structure geodistributed production (GDP). For the analysis of the territory of the location of production used a number of linguistic variables. To assess the defined territory is given a set of input characteristics divided into groups. Determined level scale assessment results render the location of production. Formed by the objective function and constraints defined placement values. The proposed approach should be used in problems of territorial analysis in the GDP construction.

**Keywords:** territorial analysis, placement of production facilities, geodistributed production, linguistic variables, fuzzy logic, evaluation of the location of production.