

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**Аль-Агбар А.М.**

**Научный руководитель — профессор Саенко И.Б.**

*Военная академия связи, г. Санкт-Петербург*

Повышение эффективности управления современным промышленным предприятием невозможно без решения задач обработки информации в промышленных геоинформационных системах (ПГИС). Использование ПГИС повышает качество принятия управленческих решений за счет учета в расчетах характеристик картографических объектов.

Одной из наиболее важных задач, решаемых в ПГИС, является выбор местоположения элементов инфраструктуры (ЭИ) промышленного предприятия – транспортной, энергетической, водоснабженческой, телекоммуникационной и т.п. Постановка данной задачи состоит в следующем. Пусть имеется некоторая территория, на которой необходимо построить несколько ЭИ. Для каждого ЭИ на цифровой карте ПГИС директивно назначается район. Район разбивается на элементарные участки местности (ЭУМ). Центр каждого ЭУМ задается парой прямоугольных координат. Каждый ЭУМ характеризуется набором параметров. Требуется для каждого ЭИ найти такие значения координат, которые с максимальной эффективностью позволяли бы выполнить все требования, предъявляемые к размещению ЭИ на местности.

Все факторы задачи разделяются на четыре группы: требуемые, запретные, мешающие и полезные. Рассмотрим их на примере телекоммуникационной инфраструктуры предприятия.

Под "требуемыми" факторами понимаются такие условия, которые директивно предъявляются к ЭУМ при выборе местоположения ЭИ. К их числу относятся: транспортная доступность; угол закрытия, определяемый рельефом; электромагнитная совместимость ЭИ; зона биологической защиты для людей и животных.

Под "запретными" понимаются такие факторы, которые запрещают выбор ЭУМ в данной точке, либо ограничивают возможность использования ЭИ по назначению. К ним относятся: объекты гидрографии; гидротехнические сооружения; отдельные классы грунтов; промышленные объекты; объекты специального назначения; населенные пункты.

Под "мешающими" понимаются такие факторы, которые снижают достоверность приема сигналов связи за счет воздействия помех от различных источников. Основными из них являются: электрифицированные железные дороги; элементы сетей местной связи, организованной на данной территории; возможность изменения метеорологических условий; объекты аэронавигации.

Показатели, описывающие "полезные" факторы, определяют такие свойства ЭУМ, которые указывают на его предпочтительность в соответствии с предъявляемыми требованиями. К ним относятся защитные и маскирующие свойства местности, а также близость пресной воды.

Перечисленные показатели можно разделить на два вида. Первый вид составляют показатели, значения которых зависят только от местоположения самого ЭИ и свойств картографических объектов. Ко второму виду относятся показатели, значения которых зависят, помимо местоположения ЭИ и свойств картографических объектов, от местоположения других ЭИ, образующих инфраструктуру. К их числу, например, относятся угол закрытия и электромагнитная совместимость.

Решение задачи выбора местоположения ЭИ определяется ее исходом. Количественно исход операции выражается обобщенным показателем исхода операции (ОПИО). "Требуемые" и "запретные" показатели выводятся в ограничения.

Все ЭУМ, которые не соответствуют ограничениям, исключаются из дальнейшего процесса их оценки. Оставшиеся элементы формируют множество допустимых ЭУМ. В состав ОПИО включаются "мешающие" и "полезные". Варьированием их значениями осуществляется выбор предпочтительных ЭУМ при выборе местоположения ЭИ.

Для количественной оценки степени влияния составляющих ОПИО на выбор ЭУМ определяются весовые коэффициенты для каждой составляющей. Для этого используются практические рекомендации Фишборна. Учитывая, что составляющие ОПИО независимы, применяется аддитивная свертка, позволяющая сформировать функции пригодности для каждого ЭУМ.

Решать поставленную задачу предлагается на основе технологии эволюционного моделирования с использованием генетических алгоритмов оптимизации.

Сущность генетического алгоритма заключается в следующем. На этапе инициализации случайным образом формируется некоторое начальное множество решений поставленной задачи или начальная популяция. Каждое решение, или особь, характеризуется строкой, или хромосомой, изоморфно связанной с переменными, определяющими это решение. На каждом последующем этапе выполняются следующие действия. Из популяции случайным образом выбираются пары особей – родители. Над ними выполняется операция скрещивания, в результате которой появляется пара новых особей-потомков. Хромосома каждого из потомков формируется из двух частей: одна часть берется от хромосомы "отца", а вторая – от хромосомы "матери". Потомки добавляются в общую популяцию. Популяция имеет количественные ограничения, поэтому особи, имеющие наименьшее значение функции эффективности (в нашем случае эту роль играет функционал ОПИО), удаляются из популяции ("умирают"). Тем самым реализуется свойственный природе принцип естественного отбора. Кроме того, на каждом этапе часть особей подвергается мутации, в ходе которой случайным образом изменяются отдельные символы в хромосоме.

Существенной особенностью применения данной технологии в ПГИС для решения задачи выбора местоположения ЭИ является полихромосомный характер генетического алгоритма. Это обусловлено тем фактом, что значения показателей группы "требуемых" показателей для каждого ЭИ в общем случае зависят от координат всех ЭИ, составляющих инфраструктуру. В результате, каждая особь в популяции имеет не одну хромосому, как принято в традиционных генетических алгоритмах, а несколько. При этом количество хромосом равно количеству ЭИ, подлежащих размещению на местности.

Завершение работы генетического алгоритма осуществляется тогда, когда популяция становится стационарной. В этом случае особь с максимальным значением функции эффективности принимается за окончательное решение задачи.

Применение в ПГИС технологии эволюционного моделирования, реализуемой в виде полихромосомного генетического алгоритма оптимизации, позволяет, с одной стороны, провести достаточно полный анализ множества допустимых ЭУМ в заданных районах и выполнить все необходимые расчеты, чтобы выбрать оптимальный вариант местоположения ЭИ. Следовательно, это существенно способствует развертыванию инфраструктуры промышленного предприятия на заданной территории с учетом всей гаммы воздействующих факторов. С другой стороны, применение генетического алгоритма не предполагает обязательного нахождения абсолютного максимума целевой функции. Данный алгоритм обеспечивает поиск рационального решения за приемлемое время, что позволяет его успешно применять не только на этапе заблаговременного планирования инфраструктуры предприятия, но и в ходе оперативного управления ею.