

UDC 332.87

MODERN MODELING TOOLS REPRODUCTION OF HOUSING*

¹ Sergey N. Larin
² Larisa U. Lazareva

¹ Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences
 Maria Ulyanova st., 3-1-109, 119313, Russia, Moscow
 PhD (technical), senior research worker
 E-mail: sergey77707@rambler.ru

² ООО «VikaStroy»
 Balashikha, Karl Marx st., 3-131, 143904, Russia, Moscow region
 PhD (economic)

The article shows the possibility of using mathematical tools of evolutionary computation methodology for the creation of programs of reproduction of the housing stock.

Keywords: housing repair, mathematical tools, the methodology of evolutionary computation, genetic algorithm.

В условиях централизованной экономики традиционным инструментарием формирования программ воспроизводства жилищного фонда были сетевые модели. Сегодня их применение осложняется завышенными требованиями к точности расчетов и необходимостью обработки значительных объемов избыточной информации. Для устранения указанных недостатков можно использовать новый инструментарий – математический аппарат методологии эволюционных вычислений.

Детерминированность генетических алгоритмов (ГА) заключается в применении определённых правил при моделировании природных процессов отбора, размножения и наследования. В процессе работы ГА многократно применяются операторы отбора, скрещивания и мутации. По своей сути они направлены на улучшение каждой отдельной особи (работы), что позволяет улучшить и популяцию (план работ) в целом [1]. Это обстоятельство является одним из важнейших преимуществ, определивших выбор ГА в качестве нового инструментария для решения рассматриваемой задачи.

Приняв, что формирование программы воспроизводства жилищного фонда ведётся на временном периоде длительностью T , обозначим за y_{kijt} вид работ по капитальному ремонту j -го конструктивного элемента k -го здания, относящегося к категории i , в момент времени t ; $k = 1, \dots, K$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n_i$, $t = 0, \dots, T-1$. Задача решается в дискретном времени. Номер отрезка времени обозначим индексом $t = 0, \dots, T$, где T – длительность планового периода.

Исходными данными для решения задачи служат ряды последовательных оценок для всех видов ремонтных работ по всем конструктивным элементам $y_{kij}(t)$, полученные в результате обследования жилищного фонда: ожидаемая

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект №10-02-00244а «Разработка организационно-экономических механизмов воспроизводства жилищного фонда в условиях кризиса».

продолжительность ремонтных работ $\tau_{ij}(y)$, объём финансовых затрат $c_{ij}(y)$, расчетный экономический эффект $e_{ij}(y)$.

Для обеспечения объектной и временной привязок ремонтных работ представим перспективный план в виде множества временных диаграмм. Одна временная диаграмма соответствует одному конструктивному элементу (виду работ). Диаграммы разбиты на T отрезков, соответствующих моментам времени $t = 0, \dots, T$, в качестве которых могут выступать неделя, декада, месяц, квартал. Каждой ячейке временной диаграммы соответствует булева величина x_{kijt} , принимающая значение 1, если запланирован ремонт j -го конструктивного элемента k -го здания i -й категории, в момент времени t и 0 в остальных случаях. Совокупность переменных x_{kijt} определяет план работ. Таким образом, экономический эффект и затраты при выполнении ремонтной работы j -го элемента k -го здания i -й категории в момент времени t определяются произведениями $x_{kijt} \times e_{kijt}$ и $x_{kijt} \times c_{kijt}$ соответственно.

Экономический эффект S используется в качестве целевой функции:

$$S = \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} x_{kijt} (e_{kijt} - c_{kijt}) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Ограничение на объём финансовых ресурсов запишем в виде:

$$\sum_{t=0}^{T-1} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} x_{kijt} c_{kijt} \leq C, \quad (2)$$

где C — максимальный (установленный) объём финансирования.

Ограничение на количество одновременно проводимых работ представим в виде:

$$\max_{\forall t} \left(\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} w_{kjt} \right) \leq W, \quad (3)$$

$$\text{где } w_{kjt} = \begin{cases} 1, & \text{если } t \in [t_l; t_l + \tau_{kijt_l}] \forall l, j, k; \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

t_l — время начала l -го вида ремонтных работ по j -му конструктивному элементу k -го здания (многоквартирного жилого дома).

Ограничение на начало ремонтных работ, исключающее их выход за границы периода планирования T :

$$x_{kijt} = 0, \quad \text{если } t \geq T - \tau_{ij}(y_{kijt}), k = 1, \dots, K, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n_i \quad (4)$$

Общая схема формирования программы воспроизводства жилищного фонда включает 2 этапа. Целью первого этапа является поиск допустимого варианта решения задачи близкого к оптимальному при условии выполнения ограничений. Полученное на первом этапе решение используется в качестве начального при оптимизации допустимого варианта программы на втором этапе. Для решения задачи оптимизации с применением ГА в качестве исходных данных используются расчетные значения сметной стоимости c_{kijt} , соответствующие каждому блоку ремонтных работ. Тогда искомым решением нашей задачи в формализованном виде для варианта m будет ограничение на объём финансовых ресурсов (2), которое можно записать следующим образом:

$$C^m = \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} x_{kijt} c_{kijt} P_j^m \leq C \quad (5),$$

где P_j^m — вероятность воспроизведения видов работ с учетом установленных исходных значений сметной стоимости, которая определяется по формуле:

$$p^m = C^m : \sum_{m=1}^Q C^m \quad (6)$$

На основе отбора видов работ, имеющих наибольшие значения расчетного показателя вероятности воспроизведения, и работы операторов скрещивания и мутации происходит формирование допустимого варианта программы.

В ходе проведенных исследований установлено, что использование ГА для формирования программ воспроизводства жилищного фонда позволяет не только находить решение оптимизационных задач большой размерности, но и учитывать различные модификации целевых значений расчетных показателей при изменении существующих ограничений.

Примечания:

1. Еремеев А.В. Генетические алгоритмы и оптимизация. Учебное пособие. Омск: ОмГУ, 2008. С. 23.

УДК 332.87

СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА

¹ Сергей Николаевич Ларин

² Лариса Юрьевна Лазарева

¹ Учреждение Российской академии наук Центральный экономико-математический институт РАН

119313, г. Москва, ул. Марии Ульяновой, 3-1-109

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

E-mail: larinsn@cemi.rssi.ru, sergey77707@rambler.ru

² ООО «ВикаСтрой»

143904, Московская область, г. Балашиха, ул. Карла Маркса, 3-131

кандидат экономических наук, главный специалист

В статье показаны возможности использования математического инструментария методологии эволюционных вычислений для формирования программ воспроизводства жилищного фонда.

Ключевые слова: жилищный фонд, капитальный ремонт, математический аппарат, методология эволюционных вычислений, генетический алгоритм.