

Из массива накопленных значений  $\theta$  для разных значений  $\beta$  выбираем тот индекс, для которого  $\theta$  является максимальным.

На рис. 2. выходы подпрограммы «Radiation pattern.vi» подключены к соответствующим терминалам вывода найденных значений  $\theta$  и  $\beta$ . Весь код сосредоточен в цикле «While Loop», где условием останова цикла является нажатие кнопки «stop».

**Вывод.** Исследования, проведенные на модели показали, что определение пеленга методом формирования диаграммы направленности [1] обладает более высокой помехозащищенностью, чем, например, находящийся в эксплуатации радиопеленгатор АРП-75 (обеспечивает работоспособность при уровне шума ниже 30 % от уровня основного сигнала, а рассматриваемый метод - при уровне ниже 90%).

Разработанная модель использовалась при выполнении опытно-конструкторских работ «Перспектива» в ОАО НПК «Русская радиоэлектроника».

### **Библиографический список:**

1. Асланов Г.К., Магомедов К.Г., Дзюба А.П. Формирование диаграммы направленности АРП с помощью корреляционной обработки // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – Махачкала: ДГТУ, 1997. – Вып. №1; С 99-101.
2. Асланов Г. К., Саидов А. С., Тагилаев А. Р. Проектирование фазовых автоматических радиопеленгаторов, М.: Радио и Связь, 1997.
3. Асланов Г.К., Гасанов О. И. Анализ причин возникновения аномальных ошибок в квазидоплеровских автоматических радиопеленгаторах // Научно-технические ведомости СПбГПУ №2 (76) 2009. Информатика. Телекоммуникации. Управление, С 87-93.

**УДК 69.059.72**

*Байрамуков С.Х., Долаева З.Н., Омаров А.О.*

## **О МЕТОДАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА**

*Bayramukov S.H., Dolaeva Z.N., Omarov A.O.*

## **ABOUT THE METHOD OF DYNAMIC PROGRAMMING PROCESS OF INTEGRATED HOUSING MODERNIZATION**

*В данной статье проанализирована проблема обновления жилищного фонда. Введено более абстрактное и обширное понимание категории модернизации как комплексного развития жилой недвижимости. Построена ма-*

*тематическая модель оптимизации процесса проведения ремонтных работ с применением методов динамического программирования.*

**Ключевые слова:** комплексная модернизация, жилищный фонд, оптимизация, динамическое программирование.

*This article analyzes the problem of housing renewal. Permission more abstract and extensive understanding of the concept of modernization as the integrated development of residential real estate. The mathematical model of optimization of the repair work using methods of dynamic programming.*

**Key words:** comprehensive modernization, housing fund, optimization, dynamic programming.

**Введение.** Данное исследование имеет практическую направленность и посвящено исследованию динамической системы – жилищного фонда (ЖФ), процессу его обновления и задачам оптимального управления.

В настоящее время проблема жилищной сферы является довольно острой, так как находится в прямом соответствии с социальной сферой жизни.

Для выявления наиболее рациональных путей разработки эффективного стратегического плана вывода из предкризисной ситуации такой сложной системы, как жилищный комплекс, необходимо использовать компьютерные технологии во взаимосвязи с математическим аппаратом.

Как известно, целями математического моделирования реального объекта, процесса являются:

- понимание (исследование модели реального объекта для более глубокого раскрытия важных свойств и характеристик, понимания его структуры и содержания, организации);
- прогнозирование (исследование модели объекта для получения информации о его поведении в будущем);
- управление (исследование возможности воздействия на протекающий процесс для получения ожидаемых результатов) [1].

**Постановка задачи.** В исследовании данного вопроса мы посредством модели стремимся рассмотреть процесс управления жилищной сферой, что в свою очередь подразумевает: во-первых, раскрытие структуры и содержания жилищного фонда; во-вторых, динамики ее изменения. Поэтому проблему комплексной модернизации жилищного фонда можно рассматривать как задачу динамической оптимизации, инструментом анализа которой является динамическое программирование (ДП) [1,2].

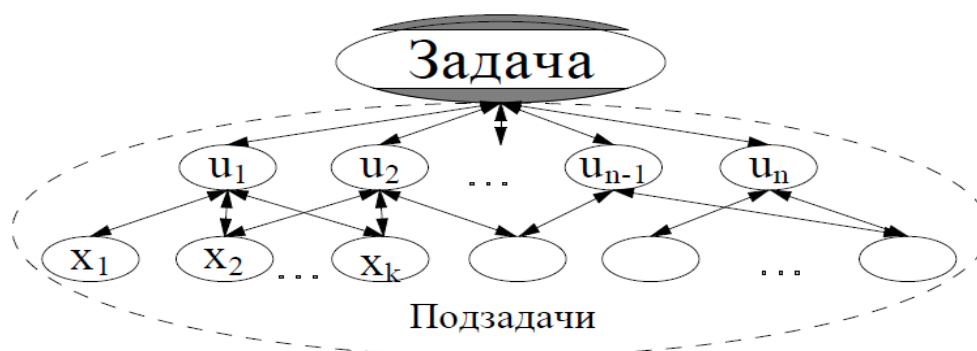
Динамическое программирование представляет собой довольно мощное средство оптимизации процессов управления, применительно к нашей задаче – это управление процессом комплексной модернизации жилищного фонда, имеющим в свою очередь декомпозиционную природу.

**Методы исследования.** Методологическая схема задачи динамического программирования состоит во введении или ее разбиении на параметризован-

ную совокупность подзадач и последующее их решение с использованием принципа оптимальности Беллмана [1, 3].

В качестве неотъемлемого свойства ДП можно представить множественность этапов процесса оптимизации, причем происходит выделение оптимальных решений на каждом этапе, нахождение и фиксирование оптимальных решений подзадач.

Для визуализации процесса динамического программирования возможно представить их в виде ориентированных графов. На рисунке 1 изображен орграф подзадач основной задачи динамического программирования. Представление задачи комплексной модернизации жилищного фонда в виде блочной диаграммы является одним из средств анализа таких дискретных динамических систем, что используется для визуализации структурных элементов задачи [4, 5].



**Рисунок 1** – Ориентированный граф задачи динамического программирования

Структурно комплексную модернизацию жилищного фонда можно представить, как совокупность методов обновления жилищного фонда, связанных друг с другом финансовыми ресурсами и комплексом других важных показателей. На рисунке 2 изображено представление комплексной модернизации жилищного фонда как объекта компьютерного математического моделирования.

При планировании работ по проведению комплексной модернизации жилищного фонда необходимо исследовать рынок недвижимости, технические, технологические, конструктивные, экономические и экологические параметры отдельных элементов системы жилищного фонда, а также особенности строительного комплекса, характер и возможности отдельных подрядных организаций.

Под комплексной модернизацией жилищного фонда понимается функционал, областью определения которого служит множество функций (реконструкция, модернизация, капитальный ремонт, текущий ремонт, реставрация, санация), при этом происходит возмещение физического и морального износа жилья, то есть улучшение качественных и количественных показателей. Здесь отличительной особенностью служит учет выделяемых финансовых средств [2, 6]. В связи с динамично меняющейся экономической ситуацией в стране,

необходимым является проведение сугубо важных и безотлагательных мероприятий по обновлению жилищного фонда.



**Рисунок 2** – Комплексная модернизация жилищного фонда как объект моделирования

При определении целесообразности проведения капитального ремонта объектов жилой недвижимости важно дифференцировать и упорядочить состав и структуру работ, учитывая при этом экономические показатели. Вместе с тем, постоянно повышается оплата за жилищно-коммунальные услуги, что определяет актуальность применения при капитальном ремонте энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Выделим основные виды ремонтно-строительных работ с применением энергосберегающих технологий:

- утепление наружных стен фасадов зданий;
- ремонт кровли (устройство теплоизоляции, гидроизоляции);
- замена оконных и балконных блоков на новые;
- замена внутренней системы отопления;
- установка узла учета тепла;
- чистка и ремонт вытяжной вентиляции [7, 8].

Допустим, что для проведения комплексной модернизации жилищного фонда выделяется объем денежных средств  $C$ . Зависимость проведения ре-

монтажных работ от капитальных вложений зададим не в функциональном, а в табличном виде. Ставится задача провести ремонтные работы так, что острая потребность в них была удовлетворена, и возрос показатель экономии средств с учетом внедрения энергосберегающих технологий. Ставится задача распределить указанный объем денежных средств между  $n$  подразделениями таким образом, чтобы в целом получился максимальный эффект экономии денежных средств.

Решение данной задачи рекомендуется выполнить, разбив ее на ряд этапов (стадий). На начальном этапе рассматриваются все варианты распределения выделенных денежных средств подразделению №1.

**Таблица 1 – Этап № 1**

Выделяемые объемы	$y_1$	$y_2$	$y_3$	...	$y_{k-1}$	$y_k$
Подразд. (по ФИ)						
№1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	...	$x_{1, k-1}$	$x_{1, k}$

$y_i$ , при  $i=1,2,\dots,k$  – выделяемые объемы денежных средств на проведение  $k$ -ремонтных работ с применением энергосберегающих технологий;

$x_{ij}$  - денежные средства – эффект от применения  $j$ -ой энергосберегающей технологии для  $i$ -го подразделения.

На втором этапе производится распределение денежных средств между первыми двумя подразделениями. Ячейки таблицы 1 заполняются лишь в том случае, когда общая сумма выделенных денежных средств не выходит за рамки значения  $C$ . После заполнения таблицы всё множество клеток разбивается на подмножества с одинаковыми объемами выделенных средств (табл.2).

**Таблица 2 – Этап № 2**

№1 №2	$(y_1 ; x_{11})$	$(y_2 ; x_{12})$	$(y_3 ; x_{13})$	...	$(y_{k-1};x_{1,k-1})$	$(y_k ;x_{1,k})$
$(y_1; x_{21})$	$(y_1+y_1 ; x_{11}+x_{21})$	$(y_2+y_1 ; x_{12}+x_{21})$	$(y_3+y_1 ; x_{13}+x_{21})$	...	$(y_{k-1}+y_1 ; x_{1,k-1}+x_{21})$	$(y_k+y_1 ; x_{1,k}+x_{21})$
$(y_2 ; x_{22})$	$(y_1+y_2 ; x_{11}+x_{22})$	$(y_2+y_2 ; x_{12}+x_{22})$	$(y_3+y_2 ; x_{13}+x_{22})$	...	$(y_{k-1}+y_2 ; x_{1,k-1}+x_{22})$	$(y_k+y_2 ; x_{1,k}+x_{22})$
$(y_3 ; x_{23})$	$(y_1+y_3 ; x_{11}+x_{23})$	$(y_2+y_3 ; x_{12}+x_{23})$	$(y_3+y_3 ; x_{13}+x_{23})$	...	$(y_{k-1}+y_3 ; x_{1,k-1}+x_{23})$	$(y_k+y_3 ; x_{1,k}+x_{23})$
...	...	...	...	...	...	...
$(y_{k-1}; x_{2,k-1})$	$(y_1+y_{k-1} ; x_{11}+x_{2,k-1})$	$(y_2+y_{k-1} ; x_{12}+x_{2,k-1})$	$(y_3+y_{k-1} ; x_{13}+x_{2,k-1})$	...	$(y_{k-1}+y_{k-1} ; x_{1,k-1}+x_{2,k-1})$	$(y_k+y_{k-1} ; x_{1,k}+x_{2,k-1})$
$(y_k ; x_{2,k})$	$(y_1+y_k ; x_{11}+x_{2k})$	$(y_2+y_k ; x_{12}+x_{2k})$	$(y_3+y_k ; x_{13}+x_{2k})$	...	$(y_{k-1}+y_k ; x_{1,k-1}+x_{2k})$	$(y_k+y_k ; x_{1,k}+x_{2k})$

Таким образом, мы получили таблицу 3 значений распределения средств между двумя первыми подразделениями. Теперь среди значений ячеек, представляющих собой пары чисел  $(a_i ; b_i)$ , выберем такие, что для любых пар  $(a_i ; b_i)$  с первым значением  $a_i$  соответствует максимальное  $b_i$ .

**Таблица 3 – Этап № 3**

№3 \ №1+2	(a <sub>1</sub> ; b <sub>1</sub> )	(a <sub>2</sub> ; b <sub>2</sub> )	(a <sub>3</sub> ; b <sub>3</sub> )	...	(a <sub>n</sub> ; b <sub>n</sub> )
(y <sub>1</sub> ; x <sub>31</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>31</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>31</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>31</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>31</sub> )
(y <sub>2</sub> ; x <sub>32</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>32</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>32</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>32</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>32</sub> )
...	...	...	...	...	...
(y <sub>k</sub> ; x <sub>3k</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>3k</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>3k</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>3k</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>3k</sub> )

На этапе k аналогично распределяются денежные средства между (k-1) и k-ым подразделениями.

**Таблица 4 – Этап k**

№k \ №1+2+ ...+k-1	(a <sub>1</sub> ; b <sub>1</sub> )	(a <sub>2</sub> ; b <sub>2</sub> )	(a <sub>3</sub> ; b <sub>3</sub> )	...	(a <sub>n</sub> ; b <sub>n</sub> )
(y <sub>1</sub> ; x <sub>k1</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>k1</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>k1</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>k1</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>1</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>k1</sub> )
(y <sub>2</sub> ; x <sub>k2</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>k2</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>k2</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>k2</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>2</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>k2</sub> )
...	...	...	...	...	...
(y <sub>k</sub> ; x <sub>kk</sub> )	(a <sub>1</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>1</sub> +x <sub>kk</sub> )	(a <sub>2</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>2</sub> +x <sub>kk</sub> )	(a <sub>3</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>3</sub> +x <sub>kk</sub> )	...	(a <sub>n</sub> +y <sub>k</sub> ; b <sub>n</sub> +x <sub>kk</sub> )

Таким образом, на этапе k распределяются денежные средства между первыми k-1 подразделениями и k-ым подразделением. Строится таблица 4 из лучших вариантов (k-1)-го этапа и вариантов выделения денежных средств подразделению k. Так как данный этап последний, то достаточно распределить объем денежных средств равный С. Заполняются только те клетки, суммарный объем выделенных средств которых равен С. Выбирается клетка с наибольшим экономическим эффектом. Это значение и будет оптимальным значением критерия задачи, то есть максимумом полученной экономии средств. Из таблицы 4 определяется оптимальный объем выделения денежных средств подразделению k. Последовательно переходя к предыдущим таблицам (1-3) определяют оптимальные значения переменных, то есть объемы денежных средств, выделенных по каждому подразделению [9].

По аналогичному принципу можно реализовать относительно эффективное распределение денежных средств на ремонтные работы, не предполагающие применения энергосберегающих технологий, где целевой функцией будет минимизация расходов на организацию перечня ремонтно-строительных работ.

**Вывод.** В данной статье показано применение методов динамического программирования для решения организационных задач оптимизации ре-

монтажно-строительных работ при комплексной модернизации жилищного фонда. Вышеизложенное позволяет нам сделать вывод о том, что применение методов динамического программирования в решении оптимизационных задач процессов комплексной модернизации жилищного фонда является весьма перспективным направлением для проведения исследований.

### **Библиографический список**

1. Матряшин И.П. Математическое программирование /Матряшин И.П., Макеева В.К. – М.: Высшая школа, 1978. – 160 с.
2. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. – URL: [iCdon.ru/magazine/archiCe/n4y2013/2048/](http://iCdon.ru/magazine/archiCe/n4y2013/2048/).
3. Чуканов С. В., Экономическое поведение и метод динамического программирования на бесконечном временном интервале, Математическое моделирование, 2003, том 15, номер 3, 109–121.
4. Ларионов А.И. Экономико-математические методы в планировании /Ларионов А.И., Юрченко Т.И. – М.: Высшая школа, 1984. – 224 с.
5. Линейное и нелинейное программирование / Под. Ред. И.Н. Ляшенко. – Киев: Вища шк., 1975. – 372 с.
6. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Оптимизация процесса комплексной модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2014, №4. – URL: [iCdon.ru/magazine/archiCe/n4y2014/2758](http://iCdon.ru/magazine/archiCe/n4y2014/2758).
7. Шеина С.Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: Монография. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2008. – 196 с.
8. Прокопишин А.П. Экономическая эффективность реконструкции жилищного фонда. – М., 1990. – 224 с.
9. Bellman R., Kalaba R. Dynamic Programming and Statistical Communication Theory, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, Col. 43, 1957, pp. 749-751.