

Математическая постановка оптимизационной задачи моделирования процессов обновления жилищного фонда с учетом динамики экономических показателей

С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, Черкесск

Аннотация: проанализирована структура и содержание комплексной модернизации жилищного фонда. Разработана математическая модель оптимизации процессов комплексной модернизации жилищного фонда. Приведен подход к распределению денежных средств между подразделениями таким образом, чтобы в целом минимизировалась величина комплексного физического износа зданий.

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

Исследование и решение проблемы обновления жилищного фонда является важной задачей современности, которую необходимо решить в рамках общих аспектов экономии финансовых средств, производственных, трудовых и материальных ресурсов.

Первостепенным классом задач, которые требуют оптимального и эффективного решения, является построение математических моделей и разработка программных комплексов, преследующих цель оптимизации динамических систем развития жилищной сферы.

Методологические вопросы динамической оптимизации многошаговых процессов, которые включают возможность системного управления различными процессами и основополагающий принцип оптимальности, были предложены и в дальнейшем исследованы Р. Беллманом, Р. Калаба [1,2].

Отечественными учеными С.В. Чукановым, О.А. Щербиной и другими была проанализирована возможность применения методов динамического программирования для решения экономических задач и моделированию экономических систем [2].

В связи с тем, что задача развития жилищной сферы не является стационарной задачей, то нам представляется целесообразным формализация и описание ее процессов как динамической модели. Это, прежде всего, связано с тем, что техническое состояние жилья находится в прямой зависимости с экономическими показателями, которые в свою очередь невозможно осмыслить в рамках статических представлений.

Использование методов динамического планирования в исследуемом многошаговом процессе заключается в применении комплекса методик по оптимизации для нахождения экстремумов отображения, аргументы которого определенным образом ограничены. На рисунке 1 представлена система составных процессов комплексной модернизации жилищного фонда.

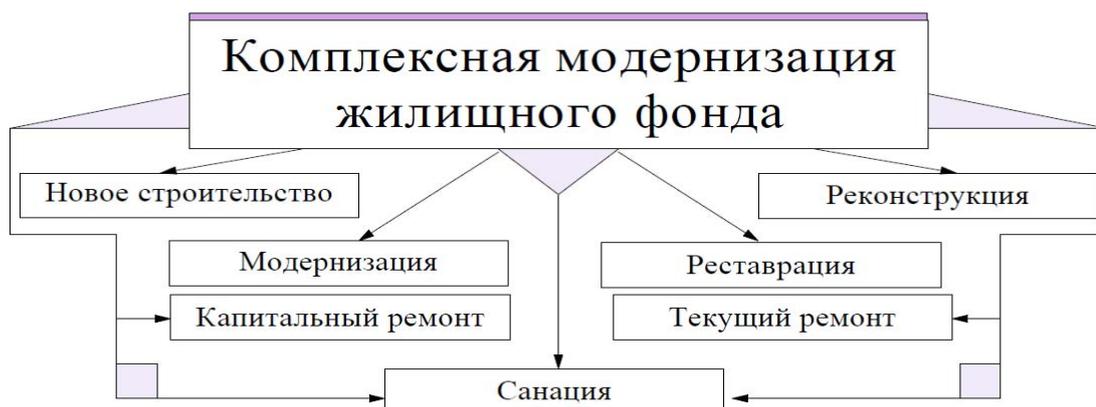


Рис.1. – Схема процессов комплексной модернизации жилищного фонда

Экономическое положение в стране обычно характеризуется локальной нестабильностью. Исследовав темпы роста и развития в целом жилищного фонда, мы пришли к выводу, что необходимо развивать методы стратегического планирования деятельности всей сферы с целью наиболее эффективного управления. Происходят резкие перепады темпов роста, в то же время отсутствуют ясные долгосрочные перспективы развития. Если ввести предположение, что более отдаленное будущее будет стабильным, то есть стационарным или квазистационарным, то можно условно разбить

модель на текущий период и период «стационарного» будущего. Для модели «стационарного» будущего зададим функцию Беллмана, которую сложим в нестационарную модель текущего этапа. Это позволит реагировать на вновь появляющиеся изменения жилищной сферы. Метод будет заключаться в решении функционального динамического уравнения Беллмана. [1-5]

Рассмотрим более узкую задачу реализации наиболее эффективного распределения денежных средств на ремонтно-строительные работы, где целевой функцией будет минимизация показателя комплексного физического износа зданий после проведения перечня ремонтно-строительных работ. Для этого выделим основные виды ремонтно-строительных работ, проводимых в многоэтажных жилых домах (см. рис. 2.). [6-9]

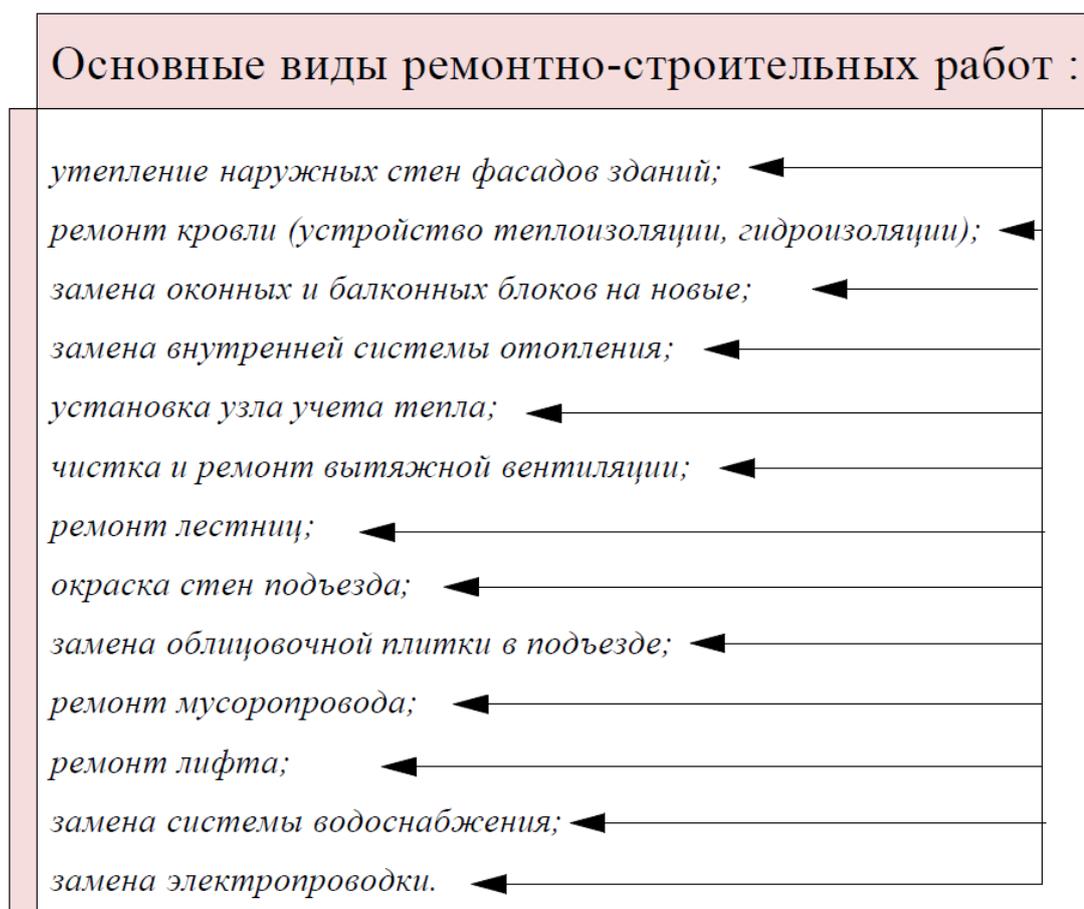


Рис. 2. – Основные виды ремонтно-строительных работ

Пусть для проведения комплексной модернизации жилищного фонда выделяется объем денежных средств C . Зависимость проведения ремонтных работ от капитальных вложений зададим не в функциональном или графическом виде, а в табличном. Требуется провести ремонтно-строительные работы так, чтобы острая потребность в них была удовлетворена.

Ставится задача распределить указанный объем денежных средств между n подразделениями таким образом, чтобы в целом минимизировалась величина комплексного физического износа зданий.

Решение данной задачи рекомендуется выполнить, разбив ее на ряд этапов (стадий). На начальном этапе рассматриваются все варианты распределения выделенных денежных средств подразделению №1. [4]

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} – функция эффективности вложений финансов – эффект минимизации показателя физического износа от применения j -ых ремонтных работ для i -го подразделения.

На втором этапе производится распределение денежных средств между первыми двумя подразделениями. Ячейки таблицы 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 [1-3].

Таблица №2

Этап № 2

№2 \ №1	(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 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 минимальное b_i.

Таблица №3

Этап № 3

№3 \ №1+2	(a ₁ ; b ₁)	(a ₂ ; b ₂)	(a ₃ ; b ₃)	...	(a _n ;b _n)
(y ₁ ; x ₃₁)	(a ₁ +y ₁ ; b ₁ +x ₃₁)	(a ₂ +y ₁ ; b ₂ +x ₃₁)	(a ₃ +y ₁ ; b ₃ +x ₃₁)	...	(a _n +y ₁ ; b _n +x ₃₁)
(y ₂ ; x ₃₂)	(a ₁ +y ₂ ; b ₁ +x ₃₂)	(a ₂ +y ₂ ; b ₂ +x ₃₂)	(a ₃ +y ₂ ; b ₃ +x ₃₂)	...	(a _n +y ₂ ; b _n +x ₃₂)

...
$(y_k; x_{3,k})$	$(a_1+y_k;$ $b_1+x_{3k})$	$(a_2+y_k;$ $b_2+x_{3k})$	$(a_3+y_k;$ $b_3+x_{3k})$	...	$(a_n+y_k;$ $b_n+x_{3k})$

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

Таблица № 4

Этап k

№ k	№ $1+2+ \dots+k-1$	$(a_1; b_1)$	$(a_2; b_2)$	$(a_3; b_3)$	...	$(a_n; b_n)$
	$(y_1; x_{k1})$	$(a_1+y_1;$ $b_1+x_{k1})$	$(a_2+y_1;$ $b_2+x_{k1})$	$(a_3+y_1;$ $b_3+x_{k1})$	...	$(a_n+y_1;$ $b_n+x_{k1})$
	$(y_2; x_{k2})$	$(a_1+y_2;$ $b_1+x_{k2})$	$(a_2+y_2;$ $b_2+x_{k2})$	$(a_3+y_2;$ $b_3+x_{k2})$	...	$(a_n+y_2;$ $b_n+x_{k2})$

	$(y_k; x_{kk})$	$(a_1+y_k;$ $b_1+x_{kk})$	$(a_2+y_k;$ $b_2+x_{kk})$	$(a_3+y_k;$ $b_3+x_{kk})$	...	$(a_n+y_k;$ $b_n+x_{kk})$

Таким образом, на этапе k распределяются денежные средства между первыми $k-1$ подразделениями и k - ым подразделением. Строится таблица 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 C . Заполняются только те клетки, суммарный объем выделенных средств которых, равен C . Выбирается клетка с наибольшим эффектом минимизации показателя физического износа от применения ремонтных работ. Это значение и будет оптимальным значением критерия задачи. Из последней таблицы определяется оптимальный объем выделения денежных средств подразделению k . Последовательно переходя к предыдущим таблицам,

определяют оптимальные значения переменных, то есть объемы денежных средств, выделенных каждому подразделению [1, 6, 10].

Таким образом, исследуя методы анализа состояния и возможностей обновления жилищного фонда и инженерной инфраструктуры, а также учитывая нормативные комфортные условия проживания, нами предложена математическая модель оптимизации процессов комплексной модернизации с ограничениями по финансированию и - как результат - максимальным эффектом от реализации этих процессов.

Литература

1. Bellman R., Kalaba R. Dynamic Programming and Statistical Communication Theory, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, vol. 43, 1957, pp. 749-751.
2. С. В. Чуканов. Экономическое поведение и метод динамического программирования на бесконечном временном интервале, Матем. моделирование, 2003, том 15, номер 3, с. 109–121.
3. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. – URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2048/.
4. Калихман, И.А. Динамическое программирование в примерах и задачах / И.А. Калихман. – М.: Высшая школа, 1979. – 125 с.
5. Байрамуков С.Х., Долаева З.Н. Оптимизация процесса комплексной модернизации жилищного фонда // Инженерный вестник Дона, 2014, №4. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2758.
6. Попова О.Н. Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.23.08 – СПб., 2014. – 206 с.
7. Мешечек В.В., Ройтман А.Г. Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1987. – 241 с.

8. Шеина С.Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: Монография. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2008. – 196 с.

9. Мищенко В. Я. Теоретические основы организации эксплуатации и воспроизводства объектов недвижимости / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.23.08 - Воронеж, 2006. - 442 с.

10. Payne G., Majale M. The urban housing manual. – London: Earthscan, 2004. – 134 p.

References

1. Bellman R., Kalaba R. Dynamic Programming and Statistical Communication Theory, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, vol. 43, 1957, pp. 749-751.

2. S. V. Chukanov. Matem. modelirovanie, 2003, tom 15, nomer 3, pp. 109–121.

3. Bajramukov S.H., Dolaeva Z.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. – URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2048/.

4. Kalihman, I.A. Dinamicheskoe programmirovaniye v primerah i zadachah [Dynamic programming examples and tasks]. I.A. Kalihman. M. : Vysshaja shkola, 1979, 125 p.

5. Bajramukov S.H., Dolaeva Z.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №4. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2758.

6. Popova O.N. Metod kalendarnogo planirovaniya remonta zhilyh zdaniy na osnove ih strukturnogo analiza [A method of scheduling repair of residential buildings based on their structural analysis]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk: 05.23.08. SPb., 2014. 206 p.

7. Meshechek V.V., Rojtman A.G. Kapital'nyj remont, modernizacija i rekonstrukcija zhilyh zdaniy [Overhaul, modernization and reconstruction of residential buildings]. M.: Strojizdat, 1987. 241 p.



8. Sheina S.G. Strategicheskoe upravlenie tehničeskim sostojaniem zhilishhnogo fonda municipal'nogo obrazovanija [Strategic management of technical condition of the housing Fund of the municipality]: Monografija. Rostov-na-Donu: RGSU, 2008. 196 p.

9. Mishhenko V. Ja. Teoreticheskie osnovy organizacii jekspluatacii i vosproizvodstva ob#ektov nedvizhimosti [The theoretical basis for the organization of exploitation and reproduction of real estate]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehničeskih nauk: 05.23.08. Voronezh, 2006. 442 p.

10. Payne G., Majale M. The urban housing manual. London: Earthscan, 2004. 134 p.