

общего количества наиболее часто встречаются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) стальной арматуре. Для дальнейшего анализа были выделены 15 наиболее часто встречающихся (в процентном соотношении) повреждений. Результаты анализа сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ поврежденности различных видов ЖБЭ

Повреждения	Полурамы	Колонны	Стеновые панели	Балки покрытия крайних пролетов	Балки покрытия средних пролетов	Плиты покрытия
Количество видов повреждений	50	59	81	60	48	112
Повреждения от коррозии бетона и (или) стальной арматуры, %	89	79	65	77	89	77
Трещины различного характера, %	2	20	32	15	6	11
Сколы бетона, %	1	4	5	5	3	1
Размораживание бетона защитного слоя, %	1	9	8	7	–	7
Доля 15 наиболее часто встречающихся в процентном отношении повреждений, %	78	47	54	70	76	60
Доля из них коррозионных повреждений в бетоне и (или) стальной арматуре, %	87	93	73	80	87	67

Анализ поврежденности ЖБЭ, эксплуатировавшихся в условиях агрессивности воздушных сред сельскохозяйственных помещений, показал, что повреждениям подвержены все типы ЖБЭ в большей либо меньшей степени. Наиболее распространенными оказались повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и стальной арматуре, а именно, оголение и коррозия различной степени интенсивности арматурных стержней, трещины в зоне расположения арматурных стержней, отслаивание и разрушение бетона защитного слоя, высолы бетона, коррозия различной степени интенсивности закладных деталей. Их доля составила от 67 до 93 % для различных типов элементов.

УДК 69.003.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПОТРЕБИТЕЛЕМ И ПОСТАВЩИКАМИ В ПРОЦЕССЕ ЗАКУПКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

А. В. ЗАХАРЕНКО, Т. В. ЯШИНА, З. Н. ЗАХАРЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Важным вопросом строительного производства является организация материально-технического снабжения. Процесс снабжения включает следующие этапы: определение потребности в материальных ресурсах, выбор предприятий-изготовителей, составление заявки, изготовление продукции и доставку на строительную площадку.

Рассмотрим механизм распределения заказов на производство сборных железобетонных конструкций между тремя заводами-изготовителями с целью минимизации расходов методом ветвей и границ и методом динамического программирования.

Предположим, что имеются три производителя сборных железобетонных конструкций. Известны объем заказа и ограничения для заводов-изготовителей, а также зависимость цен на железобетонные изделия от объема закупок. Необходимо распределить заказ на производство сборных железобетонных конструкций между тремя заводами-изготовителями с целью минимизации расходов методом ветвей и границ и методом динамического программирования.

Объем заказа составляет 20 единиц, при этом мощность каждого завода-изготовителя составляет 12 единиц. Зависимость цен на железобетонные изделия от объема закупок приведена в таблице 1.

### 1 Метод ветвей и границ.

Для оценочной задачи на первом шаге имеем:  $s_1(x_1) = 3x_1$ ;  $s_2(x_2) = 2x_2$ ;  $s_3(x_3) = 1x_3$ .

Тогда, решением данной задачи является:  $x_3 = 12$ ;  $x_2 = 8$ ;  $x_1 = 0$ ;  $\rightarrow \dot{s} = 28$ .

Так как  $\dot{s}_2(8) = 16$ , а  $\dot{s}_2(8) = 24$ , то рассматривается два подмножества решений  $Q_1$  и  $Q_2$ . В первом подмножестве  $x_2 < 8$ , а во втором  $x_2 > 8$ .

Таблица 1 – Зависимость цен на железобетонные изделия от объема закупок

Завод-изготовитель	Переменные	Зависимости		
		$v < 2$	$2 \leq v < 12$	$v \geq 12$
1	$v_1$	5	4	3
	$b_1$			
2	$v_2$	$v < 3$	$3 \leq v < 10$	$v \geq 10$
	$b_2$	6	3	2
3	$v_3$	$v < 5$	$5 \leq v < 9$	$v \geq 9$
	$b_3$	4	2	1

Анализ первого подмножества. Оценочная функция  $\delta_2(x_2) = 3x_2$ . Оптимальное решение оценочной задачи остается прежним:  $x_3 = 12$ ;  $x_2 = 8$ ;  $x_1 = 0$ , а оценка стоимости  $s = 36$  совпадает с фактической стоимостью.

Анализ второго подмножества. Оценочная функция для второго производителя находится во втором подмножестве решений. Оптимальное решение оценочной задачи  $x_3 = 10$ ;  $x_2 = 10$ ;  $x_1 = 0$  при этом оценочная и фактическая стоимости равны 30 единицам:  $10 \cdot 1 + 10 \cdot 2 = 30$ .

Из двух решений выбираем решение с минимальной величиной оценочной функции, т. е. второе подмножество  $Q_2$  с решением  $x_3 = 10$ ;  $x_2 = 10$ ;  $x_1 = 0$ .

Если бы значение оценочной функции для завода-изготовителя оказалась бы меньше, чем фактическая стоимость, то появилась бы необходимость в делении второго подмножества на два подмножества –  $Q_{21}$  и  $Q_{22}$  – и анализе результатов оценочных и фактических стоимостей.

## 2 Метод динамического программирования.

Для применения метода динамического программирования упорядочим заводы-изготовители согласно их номерам. Получим зависимость  $b(v)$  при  $1 \leq v \leq 20$ . Берем данные первого завода и определяем минимальные стоимости закупок у него продукции в количестве от 1 до 12 (больше у него нет). Эти данные расположим в таблицу 2.

Таблица 2 – Минимальные стоимости закупок у первого завода-изготовителя

V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$s_1(v)$	0	5	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	36

Добавим данные по второму заводу-изготовителю и определим минимальные стоимости закупок продукции у этих двух производителей в количестве от 1 до 20. Это делается следующим образом.

Возьмем, например, заказ  $v = 4$ , его можно обеспечить пятью способами:

- 1) все заказать у первого завода  $s_1(4) = 16$ ; 2) все заказать у второго завода  $s_2(4) = 12$ ;
- 3) 1 заказать у первого завода и 3 – у второго завода  $s_1(1) + s_2(3) = 5 + 9 = 14$ ;
- 4) 3 заказать у первого завода и 1 – у второго завода  $s_1(3) + s_2(1) = 12 + 6 = 18$ ;
- 5) 2 заказать у первого завода и 2 – у второго завода  $s_1(2) + s_2(2) = 8 + 12 = 20$ .

В результате выбираем самый дешевый вариант, т. е. заказываем все у второго завода-изготовителя. Это и есть принцип оптимальности Беллмана.

Минимальные стоимости обозначим через  $s_{12}(v)$ . Их значения приведем в таблице 3.

Затем, подключаем третий завод-изготовитель и определяем искомые минимальные стоимости заказа  $s(v)$ , действуя по аналогии со случаем двух заводов. Поступая, таким образом, для всех значений  $1 < v < 20$ , получим итоговую зависимость  $s(v)$  (таблица 3).

Таблица 3 – Минимальные стоимости закупок у первого и второго заводов-изготовителей

v	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$s_{12}(v)$	5	8	9	12	15	18	21	24	27	20	22	24	29	32	36	40	44	48	52	56

Таким образом, изучение взаимоотношений между потребителем и поставщиками в процессе закупки готовой продукции позволяет минимизировать затраты строительной организации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Баркалов, С. А. Управление проектами в строительстве: лаб. практикум / С. А. Баркалов, В. Ф. Бабкин. – М.: Изд-во АСВ, 2003.
- 2 Яшина, Т. В. Оптимизационные задачи в строительстве. учеб.-метод. пособие / Т. В. Яшина, З. Н. Захаренко. – Гомель: БелГУТ, 2006.