

УДК 69.003.12

**А. В. БЕЛУХА, Е. В. ШЕЛИХОВА**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ**

**Аннотация.** Рассмотрена организация системы прогнозирования эксплуатационных расходов на стадии проектирования объектов недвижимости, которая является необходимым условием эффективного расходования финансовых ресурсов на капитальные и текущие ремонты. На примере проектирования монолитных угольных бункеров рассмотрены показатели влияния выбранной технологии возведения на последующий уровень эксплуатационных затрат в течение всего периода эксплуатации. На основании анализа и обобщения данных по возведению монолитных железобетонных бункеров были определены группы факторов, изменяющие количественные и качественные показатели процесса возведения и первоначальную стоимость объекта. Анализ показал, что факторы, влияющие на трудоемкость и стоимость возведения бункера, по степени важности можно расположить в такой последовательности: высота бункера; ширина поперечного сечения бункера; толщина стенки бункера; вид бетона, применяемого для возведения бункера.

**Ключевые слова:** эксплуатационные расходы, техническое обслуживание, технология возведения, трудоемкость работ, стоимость возведения.

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Управление объектом недвижимости включает в себя, в том числе, и оптимизацию эксплуатационных затрат с целью обеспечения надлежащего технического состояния зданий, сооружений и инженерных сетей.

Правильно организованная система прогнозирования эксплуатационных расходов на стадии проектирования является необходимым условием эффективного расходования финансовых ресурсов на капитальные и текущие ремонты.

В нормативном документе советской плановой экономики [1] регламентировался порядок определения эксплуатационных расходов промышленных зданий и сооружений на стадии проектирования, исходя из их конструктивных и объемно-планировочных решений, а также производственных, климатических и местных условий. Документ утратил свою силу с переходом к иному экономическому укладу, однако постановка задачи и номенклатура расчетных показателей, отчасти, сохраняется и в настоящее время.

Проблема оптимизации эксплуатационных расходов, как минимум, имеет два аспекта: обеспечение запланированных эксплуатационных характеристик объекта в течение всего срока службы (проблемы надежности и безопасности конструкций зданий и сооружений), а также снижение первоначальной (балансовой) стоимости объекта путем процедур вариантного проектирования. Последний аспект влияет на стоимость восстановительных работ в течение всего срока службы, поскольку широко практикуется определение затрат на полное восстановление работоспособного состояния и техническое обслуживание в межремонтный период в процентах от первоначальной стоимости объекта.

Огромное количество работ [2, 3, 4, 5, 6] посвящено изучению влияния правильного назначения расчетных схем и моделей, выбору рациональных конструктивных решений на уровень эксплуатационной надежности конструкций зданий и сооружений. Однако, за последние десятилетия в связи

с бурным развитием строительного материаловедения, технологической науки в целом, влияние технологии и качества строительно-монтажных работ, оказывает не менее значимое влияние на оптимизацию эксплуатационных затрат.

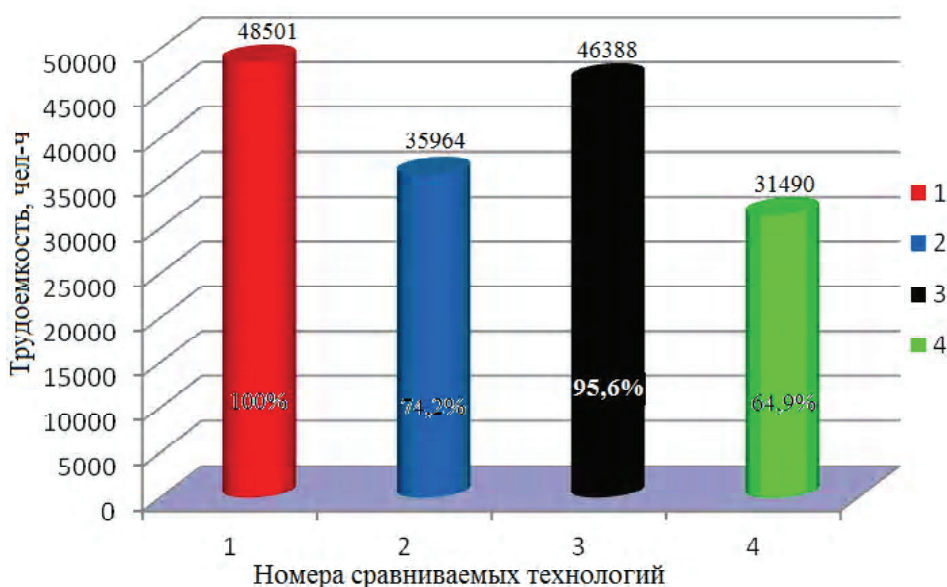
Монолитные железобетонные сооружения получили в угольной промышленности широкое распространение в основном в связи с высокой технологичностью монолитного строительства.

Применение рациональной технологии устройства бункеров выполняется путем оценки влияния организационных, технологических и конструктивных факторов.

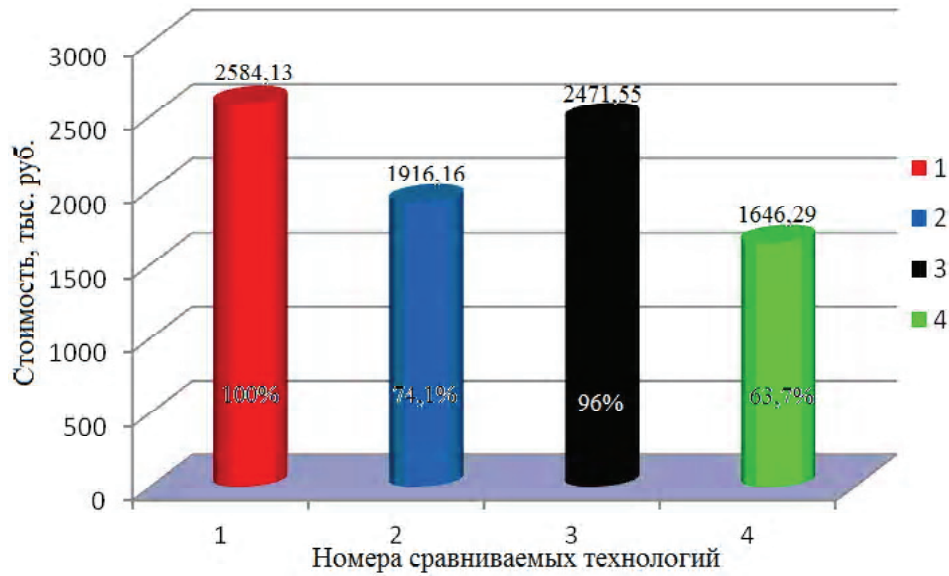
На основании расчета калькуляций и графиков производства работ методов устройства монолитных бункеров, выполнена таблица сравнения показателей (таблица). Построены гистограммы трудозатрат, стоимости работ, продолжительности выполнения работ и стоимости применяемого бетона (рис. 1; 2; 3; 4).

**Таблица** – Сравнение показателей возведения монолитного бункера

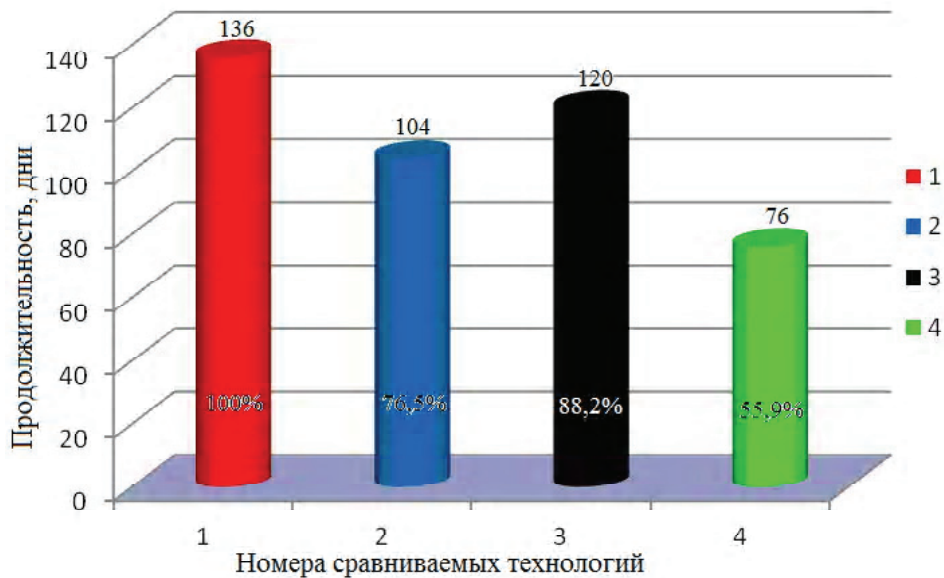
№ п/п	Наименование варианта	Трудоемкость работ		Стоимость работ		Продолжительность возведения		Стоимость монолитного бетона	
		чел-ч	%	тыс. руб.	%	дни	%	тыс. руб.	%
1	Возведение бункера в подъемно-переставной опалубке	48 501	100	2 584,133	100	136	100	8 478,064	100
2	Возведение бункера в скользящей опалубке	35 964	74,2	1 916,161	74,1	104	76,5	8 478,064	100
3	Возведение бункера в самоподъемной опалубке	46 388	95,6	2 471,552	96	120	88,2	8 478,064	100
4	Возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона (СУБ), бетонирование методом зачекки	31 490	64,9	1 646,297	63,7	76	55,9	40 773,740	480,9



**Рисунок 1** – Гистограмма трудоемкости работ при возведении монолитного бункера: 1 – возведение бункера в подъемно-переставной опалубке; 2 – возведение бункера в скользящей опалубке; 3 – возведение бункера в самоподъемной опалубке; 4 – возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона с бетонирование методом зачекки.



**Рисунок 2** – Гистограмма стоимости работ при возведении монолитного бункера: 1 – возведение бункера в подъемно-переставной опалубке; 2 – возведение бункера в скользящей опалубке; 3 – возведение бункера в самоподъемной опалубке; 4 – возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона с бетонирование методом зачекки.



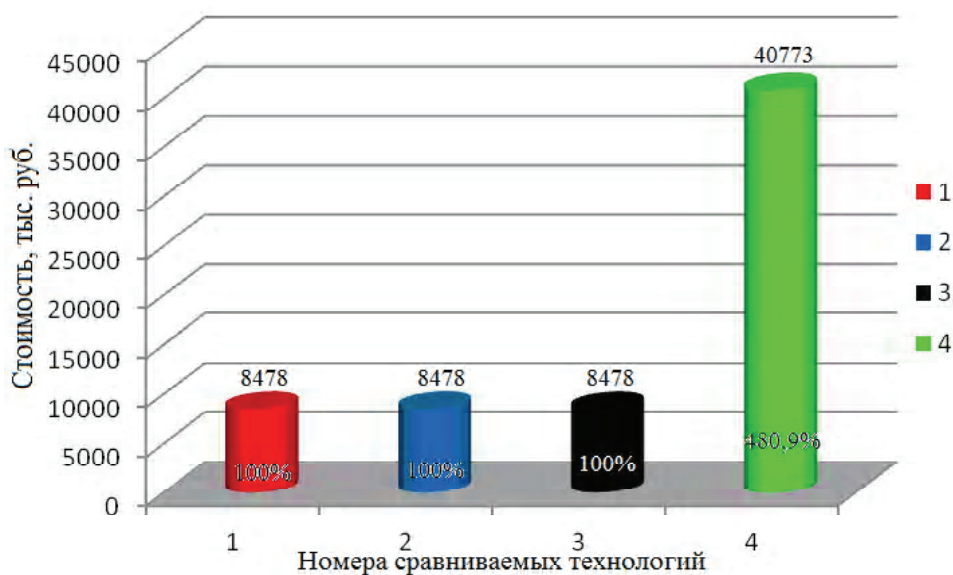
**Рисунок 3** – Гистограмма продолжительности работ при возведении монолитного бункера: 1 – возведение бункера в подъемно-переставной опалубке; 2 – возведение бункера в скользящей опалубке; 3 – возведение бункера в самоподъемной опалубке; 4 – возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона с бетонирование методом зачекки.

На основании анализа и обобщения данных по возведению монолитных железобетонных бункеров были определены следующие группы факторов, изменяющие количественные и качественные показатели процесса возведения.

В первую группу были выделены следующие факторы:  $x_1$  – высота бункера  $H$  (м);  $x_2$  – ширина поперечного сечения  $S$  (м).

Во вторую группу исследуемых факторов выделена:  $x_3$  – толщина стенки бункера  $t$  (мм).

К третьей группе факторов отнесен:  $x_4$  – вид бетона применяемого для возведения бункера  $B$  (СУБ или уплотняемый).



**Рисунок 4** – Гистограмма стоимости бетона при возведении монолитного бункера: 1 – возведение бункера в подъемно-переставной опалубке; 2 – возведение бункера в скользящей опалубке; 3 – возведение бункера в самоподъемной опалубке; 4- возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона с бетонирование методом зачекки.

Исключая неинформативные, несущественно влияющие сочетания факторов, получаем уравнения множественной регрессии трудоемкости  $T$  для бункеров высотой 14...80 м следующего вида:

$$y = 232,8 + 28,8 \cdot x_1 + 22,3 \cdot x_2 + 12 \cdot x_3 + 69,4 \cdot x_4 + 3,2 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,8 \cdot x_1 \cdot x_3 + 6,8 \cdot x_1 \cdot x_4 + 0,5 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

Для построения зависимостей использовался монолитный железобетонный загрузочно-аккумулирующий бункер на углесортировке высотой 42 м на горно-обогажительной фабрике в городе Макеевка, со следующими характеристиками: высота бункера  $H = 42$  м; ширина поперечного сечения  $S = 54 \times 54$  м; толщина стенки бункера  $t = 200$  мм; вид бетона, применяемого для возведения бункера В – самоуплотняемый (СУБ).

На рис. 4 представлена зависимость трудоемкости возведения от высоты бункера  $H$ , характер изменения трудоемкости в среднем составляет 565 чел-ч на один метр высоты.

Из позиции 2 рис. 4 видно, что для многобашенных монолитных бункеров изменение трудоемкости составит 250,3 чел-ч на 1 п. м. возводимого сооружения.

На позиции 3 показана зависимость трудоемкости возведения от толщины стенки бункера, характер изменения трудоемкости линейный на всех участках и составляет 112,9 чел-ч на 1 мм толщины стенки бункера.

Тип применяемого бетона влияет на трудоемкость в пределах 518 чел-ч на 1 м<sup>2</sup>.

Анализ полученных зависимостей и расчет коэффициентов показали, что факторы, влияющие на трудоемкость возведения бункера, по степени важности можно расположить в такой последовательности: 1) высота бункера; 2) ширина поперечного сечения бункера; 3) толщина стенки бункера; 4) вид бетона применяемого для возведения бункера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по определению стоимости эксплуатации промышленных зданий и сооружений на стадии их проектирования [Текст] / ЦНИИПРОМЗДАНИЙ ГОССТРОЯ СССР // М. : Стройиздат, 1977. – 29 с.
2. Махрова, О. В. Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность конструкций из монолитного железобетона [Электронный ресурс] / О. В. Махрова, Ю. М Гераськин. // Технические науки. – 2018. – № 3(48). – С. 96–101. – Режим доступа : <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5681>.
3. Ключев, К. А Влияние дефектов конструкций и ошибок проектирования на этапах возведения монолитного каркасного здания [Электронный ресурс] / К. А Ключев, А. А. Кузнецов // СтройМного. – 2017. – № 1. – С. 6–16. – Режим доступа : <http://stroymnogo.com/science/tech/vliyanie-defektov-konstruktsiy-i-osh/>.
4. Сервейинг: организация, экспертиза, управление. Часть третья. Управленческий модуль системы сервейинга [Текст] : учебник / под общ. ред. проф. П. Г. Грабового. – М. : Издательство «АСВ», ИИА «Просветитель», 2015. – 552 с.

5. Чушкова, И. Л. Автоматизированное проектирование составов бетонных смесей [Текст] / И. Л. Чушкова, Т. А. Санькова. – Омск : СибАДИ, 2009. – 120 с.
6. Зацепилова, А. В. Особенности монолитных безбалочных перекрытий [Текст] / А. В. Зацепилова // Молодой ученый. – 2019. – № 50 (288). – С. 108–111.

Получена 20.04.2020

А. В. БЕЛУХА, О. В. ШЕЛИХОВА  
ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ  
ОБ'ЄКТІВ НЕРУХОМОСТІ  
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Розглянуто організацію системи прогнозування експлуатаційних витрат на стадії проектування об'єктів нерухомості, яка є необхідною умовою ефективного витрачання фінансових ресурсів на капітальні та поточні ремонти. На прикладі проектування монолітних вугільних бункерів розглянуті показники впливу обраної технології зведення на наступний рівень експлуатаційних витрат протягом усього періоду експлуатації. На підставі аналізу та узагальнення даних по зведенню монолітних залізобетонних бункерів були визначені групи факторів, що змінюють кількісні та якісні показники процесу зведення і первісну вартість об'єкта. Аналіз показав, що фактори, які впливають на трудомісткість і вартість зведення бункера, за ступенем важливості можна розташувати в такій послідовності: висота бункера; ширина поперечного перерізу бункера; товщина стінки бункера; вид бетону, що застосовується для зведення бункера.

**Ключові слова:** експлуатаційні витрати, технічне обслуговування, технологія зведення, трудомісткість робіт, вартість зведення.

ANDREY BELUKHA, ELENA SHELIKHOVA  
OPTIMIZATION OF OPERATING COSTS AT THE STAGE OF DESIGNING REAL  
ESTATE OBJECTS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article considers the organization of a system for predicting operating costs at the design stage of real estate objects, which is a necessary condition for effective spending of financial resources on capital and current repairs. On the example of designing monolithic coal bunkers, the indicators of the influence of the chosen construction technology on the subsequent level of operating costs during the entire period of operation are considered. Based on the analysis and generalization of data on the construction of monolithic reinforced concrete bunkers, groups of factors that change the quantitative and qualitative indicators of the construction process and the initial cost of the object were determined. The analysis showed that the factors influencing the complexity and the cost of construction of the hopper, in order of importance can be arranged in the following sequence: the height of the hopper; the width of the cross section of the hopper; the wall thickness of the hopper; the concrete used for the construction of the bunker.

**Key words:** operating costs, maintenance, construction technology, labor intensity of work, cost of construction

**Белуха Андрей Владимирович** – магистрант кафедри економіки, експертизи і управління нерухомістю ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность объектов недвижимости, технология монолитного строительства.

**Шелихова Елена Викторовна** – кандидат технических наук, доцент кафедри економіки, експертизи і управління нерухомістю ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экономическая эффективность капитальных вложений в строительство, оценка инвестиций при вариантно проектировании объектов.

**Белуха Андрій Володимирович** – магистрант кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДОН ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність об'єктів нерухомості, технологія монолітного будівництва.

**Шелихова Олена Вікторівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДОН ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: економічна ефективність капітальних вкладень в будівництво, оцінка інвестицій при варіантному проектуванні об'єктів.

**Belukha Andrey** – master's student, Economics, Expertise and Property Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability of real estate objects, technology of monolithic construction.

**Shelikhova Elena** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Economics, Expertise and Property Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economic efficiency of capital investment in construction, investment evaluation in the design of alternative facilities.