

концентрация политики на поддержке активности инновационной деятельности. Увеличение финансирования инновационной сферы сможет повысить не только конкурентоспособность экономики, но и положительно повлиять на реальный сектор экономики путем применения новшеств.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Итоги Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. — Минск: ГУ «БелИСА», 2021. — 336 с.
2. Домнич, Егор Леонидович. Инновации как фактор изменения производительности предприятий: проблемы измерения и интерпретации / Е. Л. Домнич // *Пространственная экономика*. – 2022. – Т. 18, № 4. – С. 93–127.
3. The Global Innovation Index 2022 What is the future of innovation-driven growth? [Electronic resource]: Access mode: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2022-report> Date: 20.11.2022.
4. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь: Закон Республики Беларусь, 10.07.2012 г. № 425-3: в ред. Закона Республики Беларусь от 11 мая 2016 г. / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. - 2016. - 2/1977.
5. Володина О. А. Проблематика, основные понятия и определение менеджмента инноваций // Володина О. А. *Инновационный менеджмент* : учеб. пособие / О. А. Володина, Е. Ю. Фаддеева, А. А. Неретин. – М., 2019. – С. 6–11 ;

УДК 69.003.12

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ПОДРЯДНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ

*канд. экон. наук, доцент О.С.Голубова, магистрант И.Н.Мисуно, БНТУ, г.Минск*

**Резюме.** В современных экономических условиях, характеризующихся многовариантностью возможных сценариев развития событий, прогнозы не только не потеряли своей актуальности, но и отличаются растущей востребованностью, в том числе при планировании развития рынка строительных услуг ЕАЭС. В статье представлен процесс прогнозирования объема подрядных работ на примере применения методов экстраполяции.

**Ключевые слова:** прогнозирование, прогноз, метод, экстраполяция, ошибка прогнозирования, темп роста подрядных работ.

**Введение.** На современном этапе социально-экономического развития строительная отрасль Республики Беларусь испытывает определенные трудности под влиянием меняющихся внешних и внутренних факторов. Одним из условий, способствующих принятию верных управленческих решений по адаптации строительной отрасли к перманентно-трансформирующимся условиям хозяйствования, в том числе для планирования развития рынка строительных услуг ЕАЭС, является своевременный, качественный и научно-обоснованный прогноз показателей её деятельности. В строительной деятельности прогнозирование имеет особую важность и значимость, так как строительство является проектным видом деятельности, и для него характерен длительный процесс проектирования, оценки затрат, проведения конкурсных процедур, и только потом собственно строительство. И на каждом этапе требуется оценка затрат, которая осуществляется в отчетном (базисном) периоде времени, но относится к будущим затратам, величину которых нужно прогнозировать. Длительный инвестиционный цикл, выполнение работ «под заказ», на основании процедур закупок, на которых заключаются договоры с твердой неизменной ценой, требуют прогнозирования стоимости строительства как для заказчика в строительной деятельности, так и для подрядчика.

**Основная часть.** Прогнозирование представляет собой сложный многоступенчатый итеративный процесс, результатом которого является прогноз. В свою очередь, прогноз – научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем [1]. Для простейшей оценки качества построенных прогнозов используется показатель «средняя абсолютная процентная ошибка прогнозирования» (МАРЕ) [3], чем меньше значение величины, полученной по формуле (1), тем выше точность прогноза (таблица 1).

$$MAPE = 100 * \frac{1}{h} \sum_{i=1}^h \left| \frac{f_{T,i} - y_{T+i}}{y_{T+i}} \right|, \quad (1)$$

где  $h$  – длина интервала прогнозирования;

$f_{T,i}$  – прогнозное значение временного ряда, рассчитанное в момент времени  $T$  на  $i$  шагов вперед;

$y_{T+i}$  – истинное значение временного ряда в момент времени  $T+i$ ;

Таблица 1 — Оценка точности прогноза

МАРЕ	Точность прогноза
Меньше 10 %	Высокая
10 %-20 %	Хорошая
20 %-40 %	Удовлетворительная
40 %-50 %	Плохая
Больше 50 %	Неудовлетворительная

Примечание – Источник: [2]

Считается, что любая закономерность установлена, если вероятность ее существования составляет более 95% [4]. Спрогнозируем объем подрядных работ на примере применения методов экстраполяции и сравним с фактическими значениями, рассчитав среднюю абсолютную процентную ошибку:

1. Используем следующий алгоритм расчета при применении *метода наименьших квадратов* для разработки прогноза. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Определим условное обозначение времени как последовательную нумерацию периодов базы прогноза (графа 3).

Рассчитаем графы 4 и 5 (формулы представлены в таблице 2).

Расчетные значения ряда  $Y_p$  определим по формуле (2):

$$Y_p = \alpha \times X + b, \quad (2)$$

где  $Y_p$  – прогнозируемый показатель;

$X$  – условное обозначение времени.

Коэффициенты  $a$  определим по формуле (3) и  $b$  по (4):

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{\phi} \times x) - (\sum_{i=1}^n x \times \sum_{i=1}^n y_{\phi}) / n}{\sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2 / n} \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_{\phi}}{n} - \frac{\alpha \times \sum_{i=1}^n x}{n} \quad (4)$$

$$a = (18617,1 - (213 \times 1734,5) / 20) / (2875 - 213^2 / 20) = 0,2385$$

$$b = 1734,5 / 20 - 0,2385 \times 213 / 20 = 84,18$$

Рассчитываем среднюю абсолютную процентную ошибку прогнозирования по формуле (1):

$$MAPE = 31,96 / 20 = 1,60\% (< 10\% - \text{точность прогноза высокая}).$$

Таблица 2 – Расчет прогнозных значений темпов роста подрядных работ методом наименьших квадратов

Период	Темп роста объема подрядных работ ( $Y_{\phi}$ ), %	Условное обозначение времени, X	$Y_{\phi} \times X$	$X^2$	Расчетное (прогнозное) значение темпа роста подрядных работ ( $Y_p$ ), %	Расчет ошибки прогнозирования, MAPE	
1	2	3	4	5	6	7	
2021	январь	80,1	1	80,1	1	0,2385*1+84,18=84,4	(84,4-80,1)/80,1*100=5,40
	январь - февраль	75,5	2	151	4	84,7	12,13
	январь - март	77,2	3	231,6	9	84,9	9,97
	январь - апрель	81,4	4	325,6	16	85,1	4,59
	январь - май	82,4	5	412	25	85,4	3,61
	январь - июнь	84	6	504	36	85,6	1,92
	январь - июль	84,7	7	592,9	49	85,9	1,36
	январь - август	85	8	680	64	86,1	1,29
	январь - сентябрь	85,3	9	767,7	81	86,3	1,21
	январь - октябрь	93,7	10	937	100	86,6	7,61
	январь - ноябрь	93,2	11	1025,2	121	86,8	6,86
	январь-декабрь	86,7	12	1040,4	144	87,0	0,40
2022	январь	96,4	13	1253,2	169	87,3	9,45
	январь - февраль	97,3	14	1362,2	196	87,5	10,05
	январь - март	92,9	15	1393,5	225	87,8	5,53
	январь - апрель	89	16	1424	256	88,0	1,12
	январь - май	87,1	17	1480,7	289	88,2	1,31
	январь - июнь	86,7	18	1560,6	324	88,5	2,05
	январь - июль	86,6	19	1645,4	361	88,7	2,44
	январь - август	87,3	20	1746	400	89,0	1,90
<b>Сумма</b>	<b>1734,5</b>	<b>213</b>	<b>18617,1</b>	<b>2875</b>		<b>31,96</b>	

Примечание – Источник: собственная разработка автора.

2. Используем следующий алгоритм расчета при применении *метода экспоненциального сглаживания* для разработки прогноза. Результаты расчетов запишем в таблицу (3):

Определяем значение параметра сглаживания по формуле (5):

$$\alpha = \frac{2}{n+1'} = \frac{2}{20+1} = 0,0952 \quad (5)$$

Определяем начальное значение  $Y_p$  за январь двумя способами: по первому способу – средняя арифметическая, по второму – принимаем первое значение базы прогноза (таблица 3).

Таблица 3 – Расчет прогнозных значений темпов роста подрядных работ методом экспоненциального сглаживания

Период	Темп роста объема подрядных работ ( $Y_\phi$ ), %	Экспоненциально взвешенная средняя ( $Y_p$ )		Расчет ошибки прогнозирования, MAPE		
		1 способ	2 способ	1 способ	2 способ	
1	2	1 способ	2 способ	1 способ	2 способ	
2021	январь	80,1	1734,5/20 = 86,7	80,1 (из графы 2)	8,27	0,00
	январь-февраль	75,5	80,1 * 0,0952 + (1-0,0952)*86,7 = 86,1	80,1 * 0,0952 + (1-0,0952)*80,1 = 80,1	14,03	6,09
	январь - март	77,2	75,5 * 0,0952 + (1-0,0952)*86,1 = 85,1	75,5 * 0,0952 + (1-0,0952)*80,1 = 79,7	10,21	3,19
	январь - апрель	81,4	84,3	79,4	3,60	2,42
	январь - май	82,4	84,1	79,6	2,01	3,38
	январь - июнь	84,0	83,9	79,9	0,12	4,90
	январь - июль	84,7	83,9	80,3	0,94	5,23
	январь - август	85,0	84,0	80,7	1,20	5,07
	январь-сентябрь	85,3	84,1	81,1	1,43	4,92
	январь-октябрь	93,7	84,2	81,5	10,14	13,02
	январь - ноябрь	93,2	85,1	82,7	8,69	11,30
январь-декабрь	86,7	85,9	83,7	0,95	3,50	
2022	январь	96,4	86,0	84,0	10,84	12,91
	январь-февраль	97,3	86,9	85,1	10,64	12,49
	январь - март	92,9	87,9	86,3	5,35	7,10
	январь - апрель	89	88,4	86,9	0,67	2,33
	январь - май	87,1	88,5	87,1	1,56	0,03
	январь - июнь	86,7	88,3	87,1	1,88	0,49
	январь - июль	86,6	88,2	87,1	1,82	0,56
	январь - август	87,3	88,0	87,0	0,83	0,30
	<b>Сумма</b>	<b>1734,5</b>			<b>95,20</b>	<b>99,23</b>

Примечание – Источник: собственная разработка автора.

Рассчитываем экспоненциально взвешенную среднюю для каждого последующего периода, используя формулу (6) (примеры расчетов представлены в таблице 3):

$$Y_{p+1} = a \times Y_\phi + (1 - a) \times Y_p \quad (6)$$

Рассчитываем MAPE:

1 способ:  $95,20/20 = 4,8\%$  ( $< 10\%$  - точность прогноза высокая);

2 способ:  $99,23/20 = 5,0\%$  ( $< 10\%$  - точность прогноза высокая).

2. Используем следующий алгоритм расчета при применении *метода скользящих средних* для разработки прогноза. Результаты расчетов представлены в таблице (4):

➤ Определим величину интервала сглаживания, например равную 3 ( $n = 3$ ).

➤ Рассчитаем скользящую среднюю для первых трех периодов:

$$m(\text{январь-февраль}) = (Y(\text{январь}) + Y(\text{январь-февраль}) + Y(\text{январь-март}))/3 = (80,1+75,5+77,2)/3 = 77,6$$

Полученное значение заносим в таблицу в середину взятого периода (январь-февраль). Далее по аналогии рассчитываем  $m$  для каждых трех рядом стоящих периодов и результаты заносим в таблицу 4.

➤ Рассчитываем среднюю абсолютную ошибку прогнозирования (MAPE):

$$MAPE = 27,42/18 = 1,52 (< 10\% - \text{точность прогноза высокая}).$$

Построить прогноз на последующие периоды можно по формуле 7:

$$y_p = m_{t-1} + \frac{1}{n} \times (Y_{\phi t} - Y_{\phi(t-1)}), \text{ если } n = 3, \quad (7)$$

где  $t+1$  – прогнозный период;

$t$  – период, предшествующий прогнозному периоду;

$y_p$  – прогнозируемый показатель;

$m_{t-1}$  – скользящая средняя за два периода до прогнозного;

$n$  – число уровней, входящих в интервал сглаживания;

$U_{\phi t}$  – фактическое значение исследуемого явления за предшествующий период;

$U_{\phi(t-1)}$  – фактическое значение исследуемого явления за два периода, предшествующих прогнозируемому.

Например, для  $U$ (январь- сентябрь) подставив значения в формулу (7), получим  $86,87 + 1/3 (87,3-86,6) = 87,1$ .

Таблица 4 - Расчет прогнозных значений темпов роста подрядных работ методом скользящих средних

Период		Темп роста объема подрядных работ ( $U_{\phi}$ ), %	Скользящая средняя, $m$ , %.	Расчет ошибки прогнозирования, MAPE
1		2	2	3
2021	Январь	80,1	-	-
	январь – февраль	75,5	77,60	2,78
	январь – март	77,2	78,03	1,08
	январь – апрель	81,4	80,33	1,31
	январь – май	82,4	82,60	0,24
	январь – июнь	84	83,70	0,36
	январь – июль	84,7	84,57	0,16
	январь – август	85	85,00	0,00
	январь – сентябрь	85,3	88,00	3,17
	январь – октябрь	93,7	90,73	3,17
	январь – ноябрь	93,2	91,20	2,15
январь – декабрь	86,7	92,10	6,23	
2022	Январь	96,4	93,47	3,04
	январь – февраль	97,3	95,53	1,82
	январь – март	92,9	93,07	0,18
	январь – апрель	89	89,67	0,75
	январь – май	87,1	87,60	0,57
	январь – июнь	86,7	86,80	0,12
	январь – июль	86,6	86,87	0,31
	январь – август	87,3		
<b>Сумма</b>		<b>1734,5</b>		<b>27,42</b>

Примечание – Источник: собственная разработка автора.

**Заключение.** Таким образом, точность прогноза, сделанного с использованием метода наименьших квадратов при прогнозировании подрядных работ, в нашем примере составила 98,4 %, у метода экспоненциального сглаживания – 95,2 % по первому способу и 95,0 % по второму способу. Самым точным, с достоверностью равной 98,48 %, оказался прогноз, сделанный с использованием метода скользящих средних.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 12 июля 2019 г. № 50 «Об утверждении формы государственной статистической отчетности 12-ис (строительство) "Отчет о выполнении подрядных работ" и указаний по ее заполнению» (в ред. постановлений Белстата от 18.12.2020 N 121, от 09.07.2021 N 41, от 08.07.2022 N 58). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ilex-private.ilex.by>
2. Дедилович Т.В. Прогнозирование социально-экономических процессов: курс лекций. – Харьков, 2014. – 30с.
3. Турунцева М., Киблицкая Т. Качественные свойства различных подходов к прогнозированию социально-экономических показателей РФ. – М.: ИЭПП, 2010. – 148 с.
4. Константиновская Л.В. Прогнозирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astronom2000.info/прогнозирование/hop/>
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации «Индекс физического объема подрядных работ классифицируемых по видам экономической деятельности в секции F "Строительство" в соответствии с ОКРБ 005-2011 в % к соответствующему периоду предыдущего года в сопоставимых ценах». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=178124#>

УДК 338.1

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

канд. экон. наук, доцент Т.Ю. Горалева, БГУ, г. Минск

**Резюме.** В современных условиях повышения глобальной неопределенности, нарастания вызовов и угроз, в экономической науке актуализируется задача исследования сущности и основных аспектов обеспечения экономической безопасности социально-экономических систем. В статье раскрыта сущность данного понятия,