

УДК 331.1

Е.В. Погорелова, Е.Е. Жуланов

E.V. Pogorelova, E.E. Zhulanov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

**ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО И НЕФТЕГАЗОВОГО
КОМПЛЕКСА ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**INNOVATIVE MODEL FOR ASSESSING LABOR
PRODUCTIVITY AT THE ENTERPRISES
OF THE MACHINE-BUILDING AND OIL AND GAS
INDUSTRY COMPLEX**

Предложен авторский методический подход к построению модели измерения производительности труда. Его научная новизна состоит в том, что в качестве результатов труда рассматриваются не только трудозатраты, но и экономия издержек от более эффективного управления производственными ресурсами, которые входят в сферу ответственности работника. Также обосновывается приоритетная необходимость применения авторского подхода на предприятиях машиностроительного и нефтегазового комплекса промышленности на примере Пермского края.

Ключевые слова: производительность труда, модель, управление затратами, нефтегазовая промышленность, машиностроение.

The article offers the author's methodical approach to building a model for measuring labor productivity. Its scientific novelty lies in the fact that not only labor costs are considered as the labor results, but also cost savings from more effective production resources management, which are the employee responsibility. It also substantiates the priority necessity of the author's approach at the machine-building and oil and gas complex industry enterprises on the example of the Perm Territory.

Keywords: labor productivity, model, cost management, oil and gas industry, mechanical engineering.

Существующие подходы к измерению производительности труда, предусматривают, как правило, расчет двух традиционных показателей выработки и трудоемкости [1, 2]. В отличие от них авторская концепция предусмат-

ривает учет не только результативности труда, но и эффективности затрат сопутствующих ресурсов, подконтрольных самому работнику. Речь идет о затратах материалов, энергии и использовании объектов основных средств (зданий, сооружений, оборудования), без которых он не сможет выполнить производственное задание в виде изготовления каких-либо деталей или технологических операций. Такой подход обоснован. Во-первых, в рыночной экономике важны не показатели выработки и трудоемкости сами по себе, а минимизация затрат и максимизация прибыли. Во-вторых, анализировать исключительно одни лишь трудозатраты, исключая расход других ресурсов, представляется достаточно ограниченным научным взглядом. Результативность их использования может оказаться гораздо ниже, чем производительность труда, что понизит прибыльность хозяйственной деятельности предприятия. Такой подход соответствует современной теории «бережливого» производства, требующей от работника экономии времени и материальных затрат, связанных с выполнением им своих профессиональных обязанностей [3]. В связи с этим здесь предлагается авторский инновационный системный подход к моделированию результативности труда, охватывающий не только трудозатраты, но и другие сопутствующие им расходы.

Для разработки комплексной авторской модели измерения производительности труда, формируемой по каждому работнику, было выдвинуто несколько основополагающих принципов:

- 1) модель должна учитывать весь комплекс результатов труда, выполняемого конкретным работником;
- 2) в соответствии с принципами бережливого производства модель должна учитывать затраты материальных ресурсов, энергии и износ объектов основных средств, за которые непосредственно отвечает работник при выполнении производственного задания;
- 3) модель должна быть динамической – двухпериодной, чтобы можно было учесть изменение факторов, влияющих на комплексный показатель производительности;
- 4) модель должна определять влияние на прибыль предприятия общего результата труда работника.

Для построения модели была сформирована ее табличная форма, которая заполняется индивидуально по каждому работнику (таблица).

По горизонтали таблица делится на две части: результаты труда и затраты. Результаты труда оцениваются по нормативной себестоимости, то есть по затратам, рассчитанным исходя из норм денежных издержек на производство изделия или выполнение технологической операции, установленных на предприятии.

Комплексная модель измерения производительности труда работника

Показатель	Период 1			Период 2			Взвешенные коэффициенты изменений				Взвешенные индексы				Экономия от изменения				
	R ₁		R ₁ P ₁	R ₂		R ₂ P ₂	R ₂ P ₁ / R ₁ P ₁	R ₂ P ₂ / R ₂ P ₁	R ₂ P ₂ / R ₁ P ₁	производительности	возмещения затрат	производительности	возмещения затрат	экономии	возмещения затрат	производительности	возмещения затрат	экономии	возмещения затрат
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
1																			
Результаты труда работника																			
	Q₁	C₁	Q₁C₁	Q₂	C₁	Q₂C₂													
Изделие А	Q _{1,1}	C _{1,1}	Q _{2,1} C _{2,1}	Q _{2,1}	C _{2,1}	Q _{2,1} C _{2,1}	t _{Q,1}	t _{C,1}	t _{QC,1}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изделие В	Q _{1,2}	C _{1,2}	Q _{2,2} C _{2,2}	Q _{2,2}	C _{2,2}	Q _{2,2} C _{2,2}	t _{Q,2}	t _{C,2}	t _{QC,2}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Всего</i>	-	-	QC1	-	-	QC2	t _Q	t _C	t _{QC}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Затраты:																			
Труда	Ч₁	Т₁	Ч₁Т₁	Ч₁	Т₁	Ч₁Т₁													
подготовит.-закл. операции	Ч _{1,1}	Т _{1,1}	Ч _{2,1} Т _{2,1}	Ч _{2,1}	Т _{2,1}	Ч _{2,1} Т _{2,1}	t _{Ч,1}	t _{Т,1}	t _{ТЧ,1}	И _{Ч,1}	И _{Т,1}	И _{ТЧ,1}	Э _{Ч,1}	Э _{Т,1}	Э _{ТЧ,1}	Э _{Ч,1}	Э _{Т,1}	Э _{ТЧ,1}	И _{Э,1}
операции 1	Ч _{1,2}	Т _{1,2}	Ч _{2,2} Т _{2,2}	Ч _{2,2}	Т _{2,2}	Ч _{2,2} Т _{2,2}	t _{Ч,2}	t _{Т,2}	t _{ТЧ,2}	И _{Ч,2}	И _{Т,2}	И _{ТЧ,2}	Э _{Ч,2}	Э _{Т,2}	Э _{ТЧ,2}	Э _{Ч,2}	Э _{Т,2}	Э _{ТЧ,2}	И _{Э,2}
операции 2	Ч _{1,3}	Т _{1,3}	Ч _{2,3} Т _{2,3}	Ч _{2,3}	Т _{2,3}	Ч _{2,3} Т _{2,3}	t _{Ч,3}	t _{Т,3}	t _{ТЧ,3}	И _{Ч,3}	И _{Т,3}	И _{ТЧ,3}	Э _{Ч,3}	Э _{Т,3}	Э _{ТЧ,3}	Э _{Ч,3}	Э _{Т,3}	Э _{ТЧ,3}	И _{Э,3}
...
<i>Итого</i>	-	-	М₁З₁	М₂	З₂	М₂З₂	t _Ч	t _Т	t _{ТЧ}	И _Ч	И _Т	И _{ТЧ}	Э _Ч	Э _Т	Э _{ТЧ}	Э _Ч	Э _Т	Э _{ТЧ}	И _Э
Материалов	М₁	З₁	М₁З₁	М₂	З₂	М₂З₂													
Материал 1	М _{1,1}	З _{1,1}	М _{2,1} З _{2,1}	М _{2,1}	З _{2,1}	М _{2,1} З _{2,1}	t _{М,1}	t _{З,1}	t _{МЗ,1}	И _{М,1}	И _{З,1}	И _{МЗ,1}	Э _{М,1}	Э _{З,1}	Э _{МЗ,1}	Э _{М,1}	Э _{З,1}	Э _{МЗ,1}	И _{Э,1}
Материал 2	М _{1,2}	З _{1,2}	М _{2,2} З _{2,2}	М _{2,2}	З _{2,2}	М _{2,2} З _{2,2}	t _{М,2}	t _{З,2}	t _{МЗ,2}	И _{М,2}	И _{З,2}	И _{МЗ,2}	Э _{М,2}	Э _{З,2}	Э _{МЗ,2}	Э _{М,2}	Э _{З,2}	Э _{МЗ,2}	И _{Э,2}
...
<i>Итого</i>	-	-	М₁З₁	М₂	З₂	М₂З₂	t _М	t _З	t _{МЗ}	И _М	И _З	И _{МЗ}	Э _М	Э _З	Э _{МЗ}	Э _М	Э _З	Э _{МЗ}	И _Э

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Энергии	Э₁	L₁	Э₁L₁	Э₂	L₂	Э₂L₂									
Электроэнергия	Э _{1,1}	L _{1,1}	M _{2,1} L _{2,1}	Э _{2,1}	L _{2,1}	Э _{2,1} L _{2,1}	t _{3,1}	tp _{1,1}	tp _{3,1,1}	tp _{3,1}	lv _{3,1}	lv _{3,1}	ЭП _{3,1}	ЭВ _{3,1}	Э _{3,1}
Топливо	Э _{1,2}	L _{1,2}	M _{2,2} L _{2,2}	Э _{2,2}	L _{2,2}	Э _{2,2} L _{2,2}	t _{3,2}	tp _{1,2}	tp _{3,1,2}	tp _{3,2}	lv _{3,2}	lv _{3,2}	ЭП _{3,2}	ЭВ _{3,2}	Э _{3,2}
<i>Итого</i>	–	–	–	–	–	–	t ₃	tp ₁	tp _{3,1}	tp ₃	lv ₃	lv ₃	ЭП ₃	ЭВ ₃	Э ₃
Амортизация	O₁	H₁	O₁H₁	O₂	H₂	O₂H₂									
зданий	O _{1,1}	H _{1,1}	O _{2,1} H _{2,1}	O _{2,1}	H _{2,1}	O _{2,1} H _{2,1}	t _{0,1}	tp _{H,1}	tp _{OH,1}	tp _{OH,1}	lv _{0,1}	lv _{0,1}	ЭП _{0,1}	ЭВ _{0,1}	Э _{0,1}
сооружений	O _{1,2}	H _{1,2}	O _{2,2} H _{2,2}	O _{2,2}	H _{2,2}	O _{2,2} H _{2,2}	t _{0,2}	tp _{H,2}	tp _{OH,2}	tp _{OH,2}	lv _{0,2}	lv _{0,2}	ЭП _{0,2}	ЭВ _{0,2}	Э _{0,2}
оборудования	O _{1,3}	H _{1,3}	O _{2,3} H _{2,3}	O _{2,3}	H _{2,3}	O _{2,3} H _{2,3}	t _{0,3}	tp _{H,3}	tp _{OH,3}	tp _{OH,3}	lv _{0,3}	lv _{0,3}	ЭП _{0,3}	ЭВ _{0,3}	Э _{0,3}
<i>Итого</i>	–	–	–	–	–	–	tr ₀	tp _H	tp _{OH}	tp _{OH}	lv ₀	lv ₀	ЭП ₀	ЭВ ₀	Э ₀
Всего затраты	–	–	–	–	–	–	tr	tp	tp	tp	lv	lv	Эп	Эв	Э

По вертикали таблица разделена на 5 столбцов.

Боковик таблицы отражает конкретный результат труда работника в виде производимых изделий или технологических операций, а также затраты для обеспечения их выполнения.

Под общей шапкой первого и второго столбца объединены данные о производственной деятельности работника за первый (базовый) и второй (текущий) анализируемые периоды:

1. Графы 2 и 5 характеризуют количество результатов труда и расход ресурсов в натуральном выражении в t -м периоде – R_t .

2. Графы 3 и 6 характеризуют нормативную себестоимость единицы результата труда и цены на используемые ресурсы в t -м периоде – P_t .

3. Графы 4 и 7 содержат общую нормативную себестоимость результатов труда и суммарные затраты на использование ресурсов за t -й период – $R_t P_t$.

Указанные переменные применительно к конкретным видам используемых ресурсов приобретают свою специфику:

- $ч_{1,i}$ и $ч_{2,i}$ – количество часов трудозатрат i -го вида в периодах 1 и 2;
- $т_{1,i}$ и $т_{2,i}$ – тарифная ставка работника за производство изделия или выполнение технологической операции i -го вида в периодах 1 и 2, в руб/ч;
- $м_{1,i}$ и $м_{2,i}$ – фактический расход материалов i -го вида на выполнение работ в первом и втором периоде, в натуральных единицах;
- $з_{1,i}$ и $з_{2,i}$ – цена единицы используемого материала i -го вида в первом и втором периодах, в руб.;
- $э_{1,i}$ и $э_{2,i}$ – расход энергии i -го вида на выполнение работ в первом и втором периодах, в натуральных единицах;
- $l_{1,i}$ и $l_{2,i}$ – тариф за единицу энергии i -го вида используемой в первом и втором периодах, в руб./кВт (литр топлива);
- $о_{1,i}$ и $о_{2,i}$ – первоначальная стоимость объектов основных средств i -го вида в первом и втором периодах, в тыс. руб.;
- $н_{1,i}$ и $н_{2,i}$ – средняя норма амортизации основных средств i -го вида в первом и втором периодах, в коэф.

Под общей шапкой четвертого столбца объединен расчет взвешенных коэффициентов изменения затрат, предназначенный для пофакторного анализа изменения нормативной и фактической себестоимости получаемого результата. Данный столбец включает в себя:

1) графу 8 с расчетом коэффициента оценки влияния изменения фактора «количество произведенных изделий (операций)» на рост их общей стоимости, а также фактора «количество потребленных ресурсов в натуральном выражении» на денежную сумму их затрат. Этот расчет по каждому виду изделия (операции) или ресурсу выполняется по формуле [4, с. 179]

$$Tr_{i,j} = \frac{R_2 \cdot P_1}{R_1 \cdot P_1}. \quad (1)$$

2) графу 9 с расчетом коэффициента влияния фактора «удельная нормативная себестоимость» произведенных изделий (операций) на их общую стоимость, а также – фактора «цены» каждого потребляемого ресурса на общую сумму связанных с ним затрат. Этот расчет по каждому i -му виду изделия (операции) или ресурсу выполняется по формуле [4, с. 179]

$$Tp_{i,j} = \frac{R_2 \cdot P_2}{R_2 \cdot P_1}; \quad (2)$$

3) графу 10 с расчетом коэффициента изменения стоимости произведенных изделий (операций) и каждого потребляемого ресурса под влиянием двух предыдущих факторов, действующих одновременно. Вычисление данного коэффициента выполняется по формуле [4, с. 179]

$$Trp_{i,j} = \frac{R_2 \cdot P_2}{R_1 \cdot P_1}. \quad (3)$$

Пятый столбец охватывает расчет взвешенных индексов, характеризующих соотношение темпов роста полученных результатов и затрат труда в динамике за 2 года. Определяется три вида индексов для проведения пофакторного анализа причин несоответствия данных темпов друг другу:

1) в графе 11 рассчитывается взвешенный индекс производительности, в котором оценивается изменение соотношения темпов роста результатов и затраченных ресурсов по количественному фактору:

$$In_{i,j} = \frac{t_Q}{tr_{i,j}}, \quad (4)$$

где t_Q – темп роста стоимости результата по фактору объема производства изделий (технологических операций), коэф.; $tr_{i,j}$ – темп роста суммы затрат j -й разновидности i -го типа ресурса под влиянием изменения натурального объема потребления ресурса, коэф.

Если значение данного индекса превышает единицу, то это свидетельствует о росте эффективности использования ресурсов работником, включая его собственные трудозатраты. Если же меньше, то эффективность снижается;

2) в графе 12 определяется взвешенный индекс возмещения затрат, в котором оцениваются разница в указанных темпах по ценообразующим факторам: нормативной себестоимости результатов и ценам затраченных ресурсов:

$$I\mathcal{B}_{i,j} = \frac{t_C}{tp_{i,j}}, \quad (5)$$

где t_c – темп роста стоимости производства изделий (технологических операций) по фактору изменения нормативной себестоимости, коэф.; $tr_{i,j}$ – темп роста суммы затрат j -й разновидности i -го ресурса под влиянием роста цен на ресурс, коэф.

Если значение данного индекса больше единицы, то это свидетельствует о превышающем росте нормативной себестоимости изделий (операций), производимых работником, над темпом роста цен потребляемых ресурсов. Если его величина окажется меньше единицы, то это означает превышение темпа роста затрат по ресурсу над темпом роста нормативной себестоимости, а следовательно – неполную компенсацию издержек на потребление ресурса;

3) в графе 13 определяется взвешенный индекс экономии, который оценивает разницу в темпах роста результативности и затрат труда, обусловленную изменением производительности использования ресурсов и полной возмещения затрат одновременно:

$$I_{\mathcal{E}_{i,j}} = \frac{t_{oc}}{tr_{i,j}}, \quad (6)$$

где t_c – темп роста стоимости производства изделий (технологических операций) за счет одновременного изменения удельной нормативной себестоимости и объема производства работ, коэф.; $tr_{i,j}$ – темп роста суммы затрат j -й разновидности i -го ресурса под влиянием изменения объема потребления и цены ресурса, коэф.

Если значения данного индекса превышает единицу, то это свидетельствует о превышении нормативного уровня себестоимости изделий над его фактической величиной, т.е. образуется экономия затрат, процент которой характеризует дробная часть индекса. Если же его значение окажется меньше единицы, то нормативная себестоимость занижена по сравнению с ее фактическим уровнем, и она должна быть откорректирована.

Шестой столбец позволяет интерпретировать результаты использования ресурсов работником с точки зрения оказываемого воздействия на изменения прибыли предприятия или экономии затрат. Он включает в себя:

1) графу 14 с расчетом величины экономии от роста производительности использования j -х подвидов i -го ресурса как по отдельности, так и в их совокупности. При этом предлагается использовать формулу

$$\mathcal{E}P_{i,j} = (t_Q - tr_{i,j}) \cdot R_1 \cdot P_1. \quad (7)$$

2) графу 15, с оценкой размера экономии или перерасхода затрат по каждому ресурсу отдельно и в целом, что обусловлено полной возмещения издержек. Расчет ведется по формуле

$$\mathcal{E}B_{i,j} = \mathcal{E}_{i,j} - \mathcal{E}P_{i,j}, \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_{i,j}$ – полный размер экономии затрат от повышения работником результативности использования ресурсов и полноты учета издержек, связанных с ними, в нормативной себестоимости изделий (технологических операций);

3) графу 16, в которой определяется размер полной экономии затрат по формуле

$$\mathcal{E}_{i,j} = (t_{QC} - trp_{i,j}) \cdot R_1 \cdot P_1. \quad (9)$$

Таким образом, разработанная модель позволяет не только соизмерять изменение производительности труда по показателям выработки, но также предоставляет возможность оценивать изменение производительности использования работником ресурсов и порождаемую этим экономию, что существенно развивает понятие оценки производительности труда.

Применительно к управлению производительностью труда следует заметить одну важную особенность, присущую рыночной экономике, которая существенным образом способна повлиять на размер экономии. Это изменчивость цен на производственные ресурсы. Исходя из этого, для работников было бы целесообразным создать такой механизм, который бы учитывал возможность взаимного технологически допустимого замещения производственных ресурсов в пользу наиболее дешевых. Это позволило бы, с одной стороны, сориентировать работника на изменение структуры и объемов потребления ресурсов, а с другой – обеспечить максимально возможную экономию затрат в сложившейся комбинации ресурсных рыночных цен. Исходя из этого, авторами был предложен оптимизационный механизм, дополняющий модель оценки производительности труда. В его основу положена степенная функция, аналогичная модели Кобба-Дугласа, в которой определяется объем выполнения работником своей производственной программы как результат умножения всех используемых им ресурсов, возведенных в степень, характеризующую производительность их применения:

$$X_j = A_j \prod_{i=1}^n x_{i,j}^{c_{i,j}}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где A_j – параметр отдачи от масштаба производства изделий (выполнения операций) работником j ; c_{ij} – эластичность объема производства работником изделий (операций) типа j по объему потребления ресурса i ; x_{ij} – количество ресурса i , используемого для изготовления изделий (выполнения операций) j в натуральном выражении; X_j – совокупный объем изделий (операций) типа j , который должен выполнить работник в рамках своего производственного задания; n – количество видов ресурсов, используемых работником для выполнения производственного задания.

Степенная производственная функция (10) должна быть смоделирована для каждого работника индивидуально. Чтобы рассчитать ее числовые параметры (A_j и c_{ij}), необходимо собрать фактические репрезентативные данные об объемах производства изделий (операций) и потребления ресурсов за 20–30 периодов. Затем необходимо преобразовать эти данные в логарифмический вид так, чтобы производственная функция (10) приняла вид

$$\text{Ln}(X_j) = \text{Ln}(A_j) + \sum_{i=1}^n c_{i,j} \cdot \text{Ln}(x_{i,j}), \quad j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

На следующем этапе $\text{Ln}(A)$ переносится в левую часть равенства (11), а в его правой части определяется сумма логарифмов и параметры c_{ij} как отношение логарифма i -го ресурса к этой сумме:

$$c_{i,j} = \text{Ln}(x_{i,j}) / \sum_{l=1}^n \text{Ln}(x_{l,j}). \quad (12)$$

После подстановки рассчитанных значений коэффициентов эластичности c_{ij} , фактического объема производства деталей (операций) j и используемых ресурсов в формулу (12) возможно определить последний неизвестный параметр A :

$$\text{Ln}(A_j) = \text{Ln}(X_j) - \sum_{i=1}^n c_{i,j} \cdot \text{Ln}(x_{i,j}), \quad A_j = e^{\text{Ln}(A_j)}, \quad (13)$$

где e – экспонента.

Исходя из принципа минимизации затрат, на основе метода Лагранжа [5; 6 с. 174] для каждой j -й детали (операции), выполняемой работником, предлагается задать целевую функцию, минимизирующую сумму денежных расходов на ресурсы, используемые работником:

$$Z_j = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_{i,j} \rightarrow \min, \quad (14)$$

а также ограничение по объему производства деталей (выполнения операций):

$$X_j = A_j \prod_{i=1}^n x_{i,j}^{c_{i,j}}. \quad (15)$$

Для решения этой задачи формируется функция Лагранжа, имеющая вид

$$Z_j = \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_{i,j} + \lambda \left(A_j \prod_{i=1}^n x_{i,j}^{c_{i,j}} \right), \quad (16)$$

где λ – множитель Лагранжа.

На основе функции (16) строится система уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial Z_j}{\partial x_{i,j}} = p_j + \lambda \cdot A_j \cdot c_{i,j} \cdot x_{i,j}^{c_{i,j}-1} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n x_{l,j}^{c_{l,j}}, j = \overline{1, n}; \\ \frac{\partial Z_j}{\partial \lambda} = A_j \prod_{i=1}^n x_{i,j}^{c_{i,j}} - X_j = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Далее, в соответствии с методом Лагранжа необходимо выразить λ из первых n уравнений системы (17) и приравнять полученные уравнения друг к другу. Из полученных выражений надлежит последовательно выразить зависимость каждой переменной x_{ij} через другие переменные и поочередно подставить полученные значения в последнее уравнение системы (17). Таким образом, будет сформирован искомый механизм оптимизации расхода ресурсов i -го вида с учетом сложившихся эластичностей объема производства изделий (операций) по используемым ресурсам – c_{ij} и их меняющейся рыночной стоимости:

$$x_{i,j} = \left(\frac{X_j}{A_j} \right)^{1/\sum_{i=1}^n c_{i,j}} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \left(\frac{c_{l,j} \cdot p_l}{p_l \cdot c_{i,j}} \right)^{\left(-c_{i,j} / \sum_{i=1}^n c_{i,j} \right)}, j = \overline{1, n}; i = \overline{1, n}. \quad (18)$$

Эта формула должна быть преобразована так, чтобы в ней стало возможным учесть взаимное замещение ресурсов:

$$\begin{aligned} x_{i,j} = & \left(\frac{X_j}{A_j} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n c_{i,j}}} \prod_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^n \left(\frac{c_{l,j} \cdot p_l}{p_l \cdot c_{i,j}} \right)^{\left(\frac{-c_{i,j}}{\sum_{i=1}^n c_{i,j}} \right)} \times \\ & \times \prod_{k=1}^m x_{k,j}^{\left(\frac{-c_{k,j}}{\sum_{i=1}^g c_{i,j}} \right)}, j = i = \overline{1, n}; n = g + m, \end{aligned} \quad (19)$$

где m – количество незаменимых факторов производства; k – порядковый номер производственного ресурса в составе m ; g – количество взаимозаменяемых ресурсов, через которые можно обеспечить экономию затрат.

Для учета в механизме ограничений по пропорциям совместного потребления ресурсов i и j в него необходимо ввести предельную норму технологического взаимодополнения:

$$\varepsilon_{i,j} = \frac{c_i \cdot x_j}{c_j \cdot x_i} = \frac{p_i}{p_j}. \quad (20)$$

На основе этой пропорции предлагается определять ограничения по цене ресурсов – p_j^{i2} . При рыночной цене, превышающей это ограничение, объем потребления ресурса i надлежит сократить путем его частичного замещения более дешевым ресурсом j . Для этого по каждому ресурсу требуется рассчитать величину предельного продукта на один рубль рыночной цены:

$$\varphi_i = \frac{c_i}{p_i \cdot x_i}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (21)$$

Далее выбирается рыночная цена p_φ , с наименьшим значением φ и последовательно рассчитываются ценовые ограничения для каждого ресурса с учетом пропорции его технологически допустимого взаимозамещения d :

$$p_j^{i2} = p_\varphi \varepsilon_{\varphi,j} (1 - d), \quad j = \overline{1, n}. \quad (22)$$

На завершающем этапе оптимизации затрат выполняется расчет объема потребления каждого ресурса в натуральном выражении x_{ij} по формуле (19). При этом, если рыночная цена больше p_j^{i2} , то в формуле используется рыночная цена, а если нет, то – p_j^{i2} .

Применение данного механизма в комплексе с моделью оценки производительности труда позволит изыскивать резервы повышения производительности использования ресурсов персоналом и максимизировать экономию затрат. Разработанная модель носит универсальный характер и предназначена для отраслей, требующих многономенклатурного материального обеспечения. Особую значимость она приобретает для предприятий машиностроения и нефтегазового комплекса, обеспечивающих относительно самодостаточный цикл регионального хозяйственного воспроизводства. Так, в Пермском крае доля продукции машиностроения в объеме регионального промышленного производства в 2019 г. составила 10,4 %, нефти и природного газа – 20,8 %, продукции нефтепереработки и нефтехимии – 23,5 % [7, с. 681–688]. Суммарная стоимость этих благ составила 935 494,6 млн руб. Исходя из средней рентабельности деятельности добывающего производства 28 % и обрабатывающего – 15 % [7, с. 620] экономия затрат хотя бы на 1 % за счет повышения производительности труда и оптимизации потребления других ресурсов способно увеличить прибыль предприятий соответствующих отраслей на 7467,2 млн руб.

Таким образом, разработанный методический подход к оценке производительности труда и управлению ею способен существенным образом улучшить финансовый результат хозяйственной деятельности предприятий и уве-

личить валовую добавленную стоимость в регионах Российской Федерации со схожей отраслевой структурой.

Список литературы

1. Кучина Е.В., Ташев А.К. Методологические подходы к оценке производительности труда на микроуровне // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». – 2017. – Т. 11, №2. – С. 42–47.

2. Богатырева И.В. Повышение производительности труда на основе эффективного использования рабочего времени: методические основы и практика применения // Экономика труда. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 407–418.

3. Вумек Д.П., Джонс Д. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2014. – 472 с.

4. Синк Д.С. Управление производительностью: измерение и оценка, контроль и повышение: пер. с англ. / общ. ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Прогресс, 1989. – 528 с.

5. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике / под общ. ред. д.э.н., проф. А.В. Сидоровича; МГУ им. Ломоносова. – 4-е изд., стер. – М.: Дело и Сервис, 2004. – 368 с.

6. Черемных Ю.Н. Микроэкономика. Продвинутый уровень: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 844 с.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 1242 с

Получено 15.12.2021

Погорелова Екатерина Владимировна – магистрант, кафедра «Экономика и управление промышленным производством», гуманитарный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: katyamisha1301@gmail.com.

Научный руководитель **Жуланов Евгений Евгеньевич** – доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и управление промышленным производством», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: zeepstu@yandex.ru.