

Перерва Ольга Леонидовна

доктор экономических наук,
профессор кафедры экономики
и организации производства
Калужского филиала
Московского государственного технического
университета им. Н.Э. Баумана
dom-hors@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТЬЮ И СТОИМОСТЬЮ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Аннотация:

В статье доказана необходимость разработки системы управления трудоемкостью и стоимостью наукоемкой продукции машиностроения с целью повышения эффективности использования дорогостоящих материальных и трудовых ресурсов. Разработка системы управления должна учитывать главные особенности исследований и разработок, результатом которых является создание наукоемкой продукции, которые систематизированы автором в статье.

Ключевые слова:

машиностроение, исследования и разработки, наукоемкая продукция, управление, затраты, стоимость, трудоемкость.

Pererva Olga Leonidovna

D.Phil. in Economics,
Professor of the Economics
and Production Organization Department,
Kaluga Branch of
the Bauman Moscow State Technical University
dom-hors@mail.ru

MANAGEMENT OF LABORIOUSNESS AND COST OF THE HIGH-TECH PRODUCTION IN MECHANIC ENGINEERING

Summary:

The article proves the necessity for development of the management system for the laboriousness and cost of the high-tech production in mechanic engineering to improve the efficiency of employment of the costly material and labour resources. The development of the management system should take into account the principle features of researches and developments, the result of which is creation of the high-tech products, and which are systematized by the author.

Keywords:

mechanic engineering, research and development, high-tech products, management, cost, value, laboriousness.

Наукоемкое машиностроение как ведущая сфера материального производства играет исключительно важную роль в системе развития национальной экономики, что объясняется важностью производства наукоемкой продукции машиностроения для поддержания необходимого уровня развития других отраслей национального хозяйства и обеспечения технологической независимости и экономической безопасности страны в целом.

Наукоемкой (инновационной или высокотехнологичной) следует считать продукцию, которая включает в себя объемы исследований и разработок, превышающие среднее значение этого показателя для продукции в определенной отрасли экономики.

В условиях острой конкуренции и роста стоимости исследований и разработок весьма актуальной является создание системы управления затратами, связанными с разработкой наукоемкой продукции [1, с. 197].

Разработка наукоемкой продукции машиностроения имеет ряд специфических черт:

- сочетание комплекса работ различной направленности: научные исследования, опытно-конструкторские и технологические работы, испытания и др.;
- высокий научно-технический уровень работ и, как следствие, – высокая трудоемкость и капиталоемкость производства, необходимость участия высококвалифицированных кадров и применения высокопроизводительного специального оборудования;
- длительность наукоемких проектов, что обуславливает необходимость долгосрочного прогнозирования деятельности в условиях неопределенности и риска;
- высокая стоимость и цена научно-технической продукции.

Для оценки затрат (С) на создание наукоемких изделий рекомендуется использовать следующую формулу [2]:

$$C = \sum_n \frac{C_n}{(1+r)^n} = \sum_n \frac{M_n + W_n + O_n}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

где n – номер текущего периода,

C_n – затраты n -ого периода, включающие:

M_n – материальные затраты n -ого периода,

W_n – трудовые затраты (заработная плата научно-технического и производственного персонала) в n -ый период,

O_n – накладные расходы (в том числе амортизация специального оборудования и оснастки) n -ого периода,

r – ставка дисконтирования.

Согласно приведенной формуле следует, что для оценки затрат на создание наукоемкого изделия необходимо спрогнозировать материальные затраты, трудовые затраты и учесть риски возможного неполучения планируемой научно-технической продукции.

Материальные затраты прогнозируются на основе информации о составе и характеристиках наукоемкого изделия и уточняются по мере уточнения исходной информации. Аналогично прогнозируются амортизационные отчисления.

Риски возможного неполучения планируемой научно-технической продукции учитываются путем обоснования ставки дисконтирования.

Более сложной задачей является прогнозирование трудовых затрат. Основой прогнозирования трудовых затрат является прогноз трудоемкости научно-технической продукции.

В структуре персонала для разработки наукоемкой продукции преобладает научный персонал и высококвалифицированные специалисты различных областей.

Трудоемкость – это необходимые затраты рабочего времени на разработку продукции с учетом планируемых организационно-технических условий, обеспечивающих наиболее рациональное и эффективное использование ресурсов.

К особенностям регламентации и прогнозирования трудовых затрат наукоемкого производства можно отнести:

1. Концентрация научной компетенции у ведущих специалистов, непосредственных руководителей НИОКР и ответственных исполнителей отдельных законченных составляющих научно-исследовательской темы, требует их обязательного определения к процессу установления трудоемкости, а также создания специальных диалоговых систем, таких как коллектив экспертов – лицо, принимающее решение.

2. Специфические черты творческих процессов НИОКР и вероятностный характер работ по их реализации требуют отражения этих особенностей путем установления предварительного значения трудоемкости и диапазона ее возможного изменения (доверительного интервала), зависящего от степени неопределенности содержания НИОКР и вероятности попадания фактического значения трудоемкости в рассчитанный доверительный интервал.

3. Неопределенность содержания НИОКР требует корректировки (уточнения) предварительного значения трудоемкости и доверительного интервала в ходе выполнения исследований и разработок по мере снятия неопределенности.

Основными методами регламентации трудовых затрат в сфере НИОКР являются экспертные методы. Экспертные методы применяются для определения трудоемкости работ, принципиально отличающихся от других новизной, и, как следует из названия, сущность данных методов основана на оценках, данных экспертами. К таким методам прибегают в случаях осуществления практически всех фундаментальных и поисковых НИР, большей части прикладных научных исследований.

Применение экспертного метода подразумевает выполнение следующих этапов: во-первых, необходимо сформировать группу экспертов-специалистов; во-вторых, разработать анкету с четкой однозначной формулировкой вопросов, предполагающих количественную форму ответа; в-третьих, провести, непосредственно, опрос. На четвертом этапе анализируются полученные ответы. Последний этап предполагает обобщение заключений экспертов и получение требуемых данных.

Опрос экспертов можно провести тремя методами: индивидуальным, групповым и многоэтапным (дельфийским).

Рассмотрим применение данного метода на примере.

Предположим, что была подобрана группа из 6 экспертов, которым было предложено оценить влияние 6 факторов на продолжительность выполнения научно-исследовательских работ (степень новизны, наличие фундаментального задела, наличие научно-технического персонала необходимой квалификации, наличие экспериментальной и производственной базы, компетентность руководителя работ, ожидаемый коммерческий успех от использования).

После получения экспертных оценок, определяется средний ранг, в соответствии с которым определяются значения результирующего ранга. Следует отметить, что наиболее существенному фактору присваивается ранг равный 1, далее, по степени убывания важности величина ранга возрастает.

Таблица 1 – Результаты опроса экспертов

фактор	эксперт				Сумма рангов	Средний ранг	Результирующий ранг
	1	2	3	4			
1	4	3	2	3	12	3	4
2	3	2	4	1	10	2,5	2
3	2	4	1	4	11	2,75	3
4	1	1	3	2	7	1,75	1
5	5	6	6	6	23	5,75	6
6	6	5	5	5	21	5,25	5

Статистическая обработка информации, полученной от экспертов, должна включать в себя оценку степени согласованности мнений экспертов, по которой можно определить правильность подбора группы. Наиболее часто для такой оценки применяется так называемый коэффициент конкордации (W), определяемый по формуле:

$$W = \frac{D}{D_{max}}, \quad (2)$$

где D – значение дисперсии,

D_{max} – максимальная величина дисперсии.

Коэффициент конкордации может принимать значения в диапазоне от 0 до 1. Если достигнута полная согласованность во мнениях экспертов, то $W=1$. При полном их разногласии $W=0$. При $W=0,7$ необходимо определить того эксперта, мнение которого резко отличается от других, и либо добиться сближения его позиции с позициями других экспертов, либо убедить остальных в изменении своих мнений.

Рассмотрим значения рангов (r_{ij}), данных j -тым экспертом i -ому фактору. Определив суммы значений факторов по строкам, получим величину $r_i = \sum_{j=1}^4 r_{ij}$, ($i = \overline{1,6}$). Величины r_i рассматриваются как случайные, по которым необходимо найти значение дисперсии (D):

$$D = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_i - \bar{r}), \quad (3)$$

где m – количество факторов ($m=6$),

\bar{r} – оценка математического ожидания, определяемая следующим образом:

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i. \quad (4)$$

Максимальное значение величины дисперсии зависит от количества экспертов (d) и исследуемых факторов:

$$D_{max} = \frac{d^2(m^3-m)}{12(m-1)}. \quad (5)$$

Введем новое обозначение

$$S = \sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^d r_{ij} - \bar{r})^2. \quad (6)$$

Преобразуем с помощью (6) формулу (3) и получим:

$$D = \frac{1}{m-1} \cdot S. \quad (7)$$

Путем подстановок и сокращения на множитель $(m-1)$ получим окончательную формулу для расчета коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot S}{d^2 \cdot (m^3 - m)}. \quad (8)$$

Применяя указанные формулы, рассчитаем коэффициент конкордации для нашего примера.

Таблица 2 – Расчет коэффициента конкордации

№ фактора	r_i	Число экспертов	Число факторов	$\sum_{j=1}^d r_{ij} - \bar{r}$	S	W
1	12	4	6	-2	4	0,74
2	10			-4	16	
3	11			-3	9	
4	7			-7	49	
5	23			9	81	
6	21			7	49	
					208	

Из расчетов можно сделать вывод о достаточном уровне согласованности экспертов.

Также для определения величины трудоемкости можно использовать следующую формулу:

$$T_{ож} = \frac{T_{min} + 2T_{н.вер.} + T_{max}}{4}, \quad (9)$$

где $T_{ож}$ – ожидаемое значение трудоемкости;
 T_{min} – минимальное возможное значение трудоемкости;
 $T_{н.вер.}$ – наиболее вероятная трудоемкость;
 T_{max} – максимальное значение трудоемкости.

Для расчета доверительного интервала трудоемкости рекомендуется воспользоваться формулой Лапласа.

Статистические методы регламентации трудовых затрат основаны на обработке статистической информации, то есть на данных, которые были получены ранее, и применяются, чаще всего, тогда, когда необходимо определить трудоемкость ОКР. Также эти методы находят свое применение в части прикладных научно-исследовательских разработок.

Базой для статистических методов является аналог. Аналог представляет собой систему справочных данных, которая характеризует фактические затраты труда, использованные при выполнении определенного комплекса работ в предшествующем периоде.

Обычно, справочные данные на базе аналогов содержат в себе следующую информацию:

- 1) аналоги, распределенные по тематическим направлениям и группам сложности;
- 2) характеристики всех групп сложности, а также типовые представители по данным группам;
- 3) типовые перечни и удельные веса основных работ на этапах опытно-конструкторских разработок;
- 4) удельные веса этапов ОКР по трудоемкости (в целом);
- 5) данные, демонстрирующие соотношение трудоемкости между различными категориями работающих;
- 6) укрупненные сводные данные о трудоемкости (то есть среднестатистические величины трудоемкости), представленные в форме таблиц.

Опытно-статистический метод может быть представлен в виде трех его разновидностей, а именно:

- структурной аналогии,
- переводных коэффициентов,
- типовых этапов и видов работ.

Методика структурной аналогии применяется для осуществления оценки трудоемкости разработки комплексов, представляющих собой отдельные приборы, устройства, приборов и другие элементы. При этом методе ожидаемую трудоемкость разработки всего технического комплекса определяют как сумму значений трудоемкости разработки аналогичных элементов.

Если имеются данные по ранее производившимся аналогичным исследованиям и разработкам, то становится возможным применение методики переводных коэффициентов для оценки трудоемкости. Тогда трудоемкость новой разработки можно определить по формуле:

$$T_{н} = T_{А} \cdot K_{перев}, \quad (10)$$

где $T_{н}$ – трудоемкость новой разработки;
 $T_{А}$ – трудоемкость аналога;
 $K_{перев}$ – переводной коэффициент, который учитывает степень новизны, а также изменения организационно-технических условий исследования и разработки.

Методика типовых этапов и видов работ подразумевает оценку трудоемкости исследования или разработки в соответствии с типовым технологическим процессом проведения научно – исследовательских и опытно – конструкторских разработок. То есть, трудоемкость новой разработки или исследования равна сумме трудоемкостей обязательных видов работ (tp):

$$T_{н} = \sum_{i=1}^n t_{pi}, \quad (11)$$

где t_{pi} – трудоемкость обязательных видов работ;
 n – количество видов работ, входящих в типовой технологический процесс.

Данный метод имеет довольно ограниченное применение. Это объясняется тем, что для его применения на практике требуется наличие определенных параметрических рядов разрабатываемых изделий, а также наличие информации, характеризующей трудоемкость ранее выполненных работ. Данный метод в основном применяется на машиностроительных предприятиях.

В ходе выполнения НИОКР требуется корректировка (уточнение) предварительного значения трудоемкости и доверительного интервала по мере снятия неопределенности и уточнения исходной информации.

Ссылки:

1. Генкин Б.М. Экономика и социология труда: учеб. для вузов. М., 2007.
2. Комков Н., Гаврилов С. Формирование и оценка потенциала стратегий управления научно-техническим развитием // Инновации и экономический рост. 2009. № 3.

References:

1. Genkin, BM 2007, *Economics and sociology of work*, Moscow.
2. Komkov, N & Gavrilov, S 2009, 'Formation and capacity assessment strategies for the management of scientific and technological development', *Innovation and economic growth*, no. 3.