

УДК 338.512

## **Прогнозирование себестоимости приспособлений на предприятии авиационной промышленности на основе эконометрических моделей**

**Михайлова Э.А.<sup>1\*</sup>, Камакина О.В.<sup>1\*\*</sup>, Ефимова П.Е.<sup>2\*\*\*</sup>**

*<sup>1</sup>Рыбинский государственный авиационный*

*технический университет имени П.А. Соловьёва,*

*РГАТУ им. П.А. Соловьёва, ул. Пушкина, 53, Рыбинск 152934, Россия*

*<sup>2</sup>Научно производственное объединение «Сатурн»,*

*пр. Ленина, 163, Рыбинск, 152903, Россия*

*\*e-mail: economy@rsatu.ru*

*\*\*e-mail: kamakina@mail.ru*

*\*\*\*e-mail: poline\_e@piset.net*

### **Аннотация**

На предприятиях с длительным производственным циклом на стадии принятия заказа часто невозможно определить себестоимость продукции, а значит, и оценить рентабельность. В статье рассматривается методика прогнозирования себестоимости приспособлений для контроля деталей типа «тела вращения» для авиационной промышленности. Для формирования оценок материальных и трудовых затрат проанализирована выборка контрольных приспособлений; путём построения матрицы коэффициентов парной корреляции доказано существование стохастической зависимости между параметрами, предписываемыми заказчиком и определяемыми конструктором при проектировании. Предложен метод, позволяющий прогнозировать стоимость оснастки на основе требований, предъявляемых к ней. Сформулированы уравнения линейной регрессии, дающие

выражение материальных и трудовых затрат на изготовление приспособления через параметры, указанные при размещении заказа. Результаты, полученные при разработке моделей, значимы для оценки и сравнения рентабельности работ.

**Ключевые слова:** оценка затрат, эконометрические уравнения, инструментальное производство, контрольные приспособления.

### **Постановка задачи**

Для авиационной промышленности и сложного наукоёмкого машиностроения характерен длительный жизненный цикл изделия, включающий целый ряд этапов. Встречаются различные [1,2] классификации стадий жизненного цикла изделия, выделяют, в частности:

- исследование и проектирование продукции, включающее исследование и отработку замысла, техническое задание, эскизный и рабочий проект, разработку рабочей конструкторской документации опытного образца и серийного производства, изучение опыта потребления или эксплуатации [3,4,5];
- технологическую подготовку производства [6], рамках которой определяются технические и организационные решения по производству изделия;
- изготовление продукции, к которому относят изготовление установочной и головной контрольной серии, установившееся производство, подготовка продукции к транспортированию и хранению;
- обращение продукции, в том числе хранение, транспортировку и сбыт;
- использование и потребление, обслуживание, ремонт, утилизацию [1,4].

Сложность и разнообразие процессов, входящих в жизненный цикл изделия, обуславливают высокую неопределённость оценок себестоимости продукции на

этапе исследования рынка и заключения контрактов. Однако известно, что себестоимость на 60-80% определяется именно на начальных стадиях, несмотря на то, что сами затраты на процесс проектирования составляют весьма незначительную часть общих затрат. Важным этапом анализа потенциального заказа с точки зрения эффективности его выполнения является сопоставление прогнозируемой себестоимости будущего изделия с рыночными ценами для определения конкурентоспособности продукции предприятия. С одной стороны, этот анализ необходимо провести максимально точно, так как от него в дальнейшем будет зависеть успех реализации. С другой стороны, на стадии заключения контрактов невозможно провести детальный расчёт себестоимости деталей, сборочных единиц и изделий вследствие неполноты информации о затратах. Следовательно, для предприятий авиационной промышленности актуальна проблема прогнозирования себестоимости продукции на ранних этапах её создания, исходя из параметров размещённого или потенциального заказа.

Указанные закономерности отмечаются не только для самого изделия, деталей и сборочных единиц, но и для используемого в производстве нестандартного оборудования, а также оснащения технологических процессов. Отмечается [1,4], что на стадиях изготовления и обращения продукции уровень затрат зависит от прогрессивности и сложности разрабатываемых технологических процессов, а также от масштабов, стабильности и серийности выпуска спроектированной продукции. С точки зрения влияния на затраты этап технологического освоения производства занимает одно из ведущих мест. Технологическая подготовка производства, наиболее трудоёмкими этапами которой являются разработка

технологий и производство технологического оснащения, для крупносерийного производства является самой затратной стадией жизненного цикла.

На крупных машиностроительных предприятиях за длительное время их функционирования накоплена развитая методическая база по оценке затрат, основанная на стоимости нормо-часа продукции [3]. Указанная методика калькуляции широко применяется не только в России, но и в ряде стран постсоветского пространства. Она отличается простотой, достаточно удобна в использовании, однако разработанные в рамках её нормативы преимущественно применимы к несложным, содержащим небольшое количество деталей средствам оснащения, тогда как дорогостоящая крупногабаритная оснастка достаточно слабо описана средствами данной методики.

Целью данного исследования является разработка методики прогнозирования себестоимости технологического оснащения, применяемого на предприятии авиационной промышленности, с использованием методов эконометрики.

Настоящее исследование проводилось по материалам совместного предприятия авиационной промышленности – ЗАО «ВолгАэро». Как и многие другие предприятия сложного машиностроения, оно заказывает на инструментальном предприятии (преимущественно на ЗАО «СатИЗ») разнообразное технологическое оснащение. Среди предприятий, производящих аналогичную машиностроительную продукцию, ЗАО «ВолгАэро» выделяется большими затратами на контрольно-измерительную оснастку вследствие специфических методов контроля, редко используемых на аналогичных предприятиях. Их применение связано с тем, что предприятие, являясь совместным с французской

компанией Snesta, внедряет технологии западных партнёров. В связи с этим основными группами, представленными в заказах ЗАО «ВолгАэро», размещаемых на ЗАО «СатИЗ», являются мерительный инструмент, а также контрольные приспособления, меньшую долю занимает режущий.

На ЗАО «СатИЗ» существует практика назначения цен на заказы, поступающие от ЗАО «ВолгАэро», по установленной нормативной трудоёмкости. В каждом случае она определяется по альбомам назначения трудоёмкости, описывающим целый ряд типов оснастки. Проведенный анализ этих нормативных и методических материалов показал, что для несложного мерительного и режущего инструмента они проработаны значительно лучше, нежели для сложных приспособлений. Это видно по количеству листов, посвящённых каждой из групп: для режущего инструмента – 20-50 листов (по типам), для мерительного – 10-15, для приспособлений – 2-4. Помимо этого, для инструмента используются многострочные таблицы, а для приспособлений – таблицы, содержащие 2-4 графы. Оценка трудоёмкости режущего инструмента проводится по 3-4 конструктивно-технологическим параметрам (к примеру, это может быть диаметр, длина общая, длина режущей части, количество режущих кромок). Для оценки мерительного инструмента и приспособлений, как правило, используется единственный параметр (для приборов – длина линейки, для оправок – диаметр закрепляемой детали и т.д.).

Таблицы для режущего инструмента являются широко востребованными и дают высокую корреляцию с рыночными ценами предприятий, реализующих аналогичную продукцию. Для проанализированных прайс-листов коэффициент корреляции между трудоёмкостью, которая была бы назначена исходя из

конструктивных параметров на данном предприятии, и ценами предприятий-конкурентов находится в пределах от 0,68 до 0,96. Иными словами, задача прогнозирования себестоимости для режущего инструмента решена на достаточно хорошем уровне, что нельзя сказать о прогнозировании себестоимости сложных средств контроля.

Таким образом, задачу оценки себестоимости для приспособлений можно считать слабо проработанной. Для разработки моделей прогнозирования их себестоимости необходимо выделить объекты, которые занимают высокую долю в издержках предприятия, достаточно однотипны, а также представлены достаточным количеством экземпляров.

Анализ структуры заказов на контрольно-измерительную оснастку ЗАО «ВолгАэро» по данным заявок на лоты оснастки показал, что 78 % контрольно-измерительной оснастки составляют индикаторные скобы и калибры. Они предназначены для замера диаметров деталей типа тела вращения. В авиационной промышленности это валы, диски, барабаны и т. д. Очень высокая доля данной группы обусловлена тем, что для контроля диаметров используются узкоспециальные средства контроля диаметров, рассчитанные на размеры, которые отличаются не более чем на 5-7 мм (универсальные приспособления для замера диаметров используются на диапазоне в пределах 200-500 мм по диаметру и 30-100 мм по высоте).

Указанный тип приспособления состоит из трубы (изготовлена из проката) и нескольких деталей из листовой стали 20 ГОСТ 1050-88, в которые вставляется, с одной стороны, неподвижный упор, с другой – индикатор с подвижной ножкой.

Вставки изготавливаются из легированной стали типа ХВГ, У10А, У8А с высокой твердостью, однако расход материала на них очень мал и не оказывает существенного влияния на себестоимость.

Для построения эконометрической модели использовалась выборка из 50 скоб, спроектированных и изготовленных в 2013-14 гг. на размеры в пределах от 200 до 600 мм. Данный диапазон наиболее часто используется для дисков и барабанов. Помимо них, анализировалась небольшая группа скоб на замер диаметров свыше 1000 мм – они используются реже, для замера деталей типа корпус вентилятора.

### **Анализ взаимосвязи параметров**

Для анализа себестоимости были выделены несколько групп параметров. В первую очередь, это параметры, устанавливаемые в технических требованиях заказа и отмеченные на прилагаемом к нему эскизе:

- измеряемый диаметр детали  $d_{дет}$ , мм;
- высота замера  $h_{дет}$ , мм;
- условия замера: на станке в рабочем приспособлении или в контрольно-поверочном пункте (КПП);
- метод замера, или «оси» (взаимное расположение осей индикатора и детали).

Кодирование показателей, не являющихся количественными, приведено в таблице 1.

Таблица 1

#### **Кодирование состояний для разработки модели**

Наименование параметра	Возможные состояния	Кодирование для разработки модели
------------------------	---------------------	-----------------------------------

Условия замера <i>и</i>	Замер на станке, о чём свидетельствует наличие одного из следующих признаков: указано рабочее приспособление; указана операция, не являющаяся контрольной; указано оборудование (за исключением контрольного стола или иного подобного для КПП);	0
	Замер в КПП	1
Метод замера <i>p</i> (взаимное расположение осей индикатора и детали)	индикатор с торцевым креплением: отечественные типа ИРБ, зарубежные Mitutoyo и т.п.	0
	индикатор с креплением по посадочному диаметру: отечественные типа МИГ, ИЧ по ГОСТ 577-68, головки измерительные; зарубежные типа КМ и т.п.	1

Перед началом работы необходимо убедиться в непротиворечивости требований каждого заказа и выяснить спорные вопросы:

- уточнить условия замера (см. таблицу 1);
- проверить применимость индикаторов с торцевым креплением ( $h_{дет} < 30$ );

На основании анализа заказа и данных предварительного согласования зафиксировать значения параметров  $d_{дет}$ ,  $h_{дет}$ , «условия», «оси».

В качестве параметров, определяющих себестоимость продукции, выделены:

- параметры, характеризующие расход материалов:
  - 1) расход листовой стали  $Q_c$  в готовой детали, кг;
  - 2) доля расхода листовой стали  $\alpha_c$  в готовой детали, % к общему расходу материалов;
  - 3) расход листовой стали в заготовке  $Q_c^3$ , кг;
  - 4) доля расхода листовой стали в заготовке  $\alpha$ , %, к общему расходу материалов;

- 5) коэффициент использования материала КИМ листовой стали;
- 6) диаметр трубы  $d_{тр}$ , мм;
- 7) длина трубы  $l_{тр}$ , мм;
- 8) расход проката  $Q_{пр}$ , кг;

- параметры, характеризующие трудоёмкость:

- 1) трудоёмкость общая  $T_{итог}$ , н-час;
- 2) трудоёмкость по отдельным видам операций, н-час. Выделены четыре

группы операций: резка (с трудоёмкостью  $T_{разр}$ ), механообработка ( $T_{мехобр}$ ), обработка мелких и стандартных деталей ( $T_{обрм}$ ), операции, выполняемые в сторонних цехах (термообработка, сварка, нанесение покрытий –  $T_{стор}$ ).

Для разработки модели прогнозирования себестоимости необходимо определить зависимость параметров, характеризующих материальные расходы и трудоёмкость, от параметров, заданных в заказе [7]. Была составлена матрица коэффициентов парной корреляции, приведённая в таблице 2.

Таблица 2

Корреляционная матрица

	$Q_c$	$\alpha_c$	$Q_c^3$	$\alpha$	КИМ	$d_{тр}$	$l_{тр}$	$Q_{пр}$	$d_{дет}$	$h_{дет}$	$u$	$p$	$T_{итог}$
$Q_c$	1,00	0,59	0,73	0,41	0,04	0,43	0,07	0,18	-0,13	0,32	0,80	-0,37	0,75
$\alpha_c$		1,00	0,63	0,89	-0,26	-0,25	-0,70	-0,64	-0,74	0,21	0,60	0,20	0,18
$Q_c^3$			1,00	0,69	-0,55	0,11	-0,22	-0,13	-0,26	0,20	0,74	0,03	0,42
$\alpha$				1,00	-0,64	-0,40	-0,77	-0,73	-0,72	0,12	0,50	0,42	0,02
КИМ					1,00	0,43	0,43	0,46	0,30	0,09	-0,18	-0,54	0,20
$d_{тр}$						1,00	0,56	0,75	0,34	0,44	0,18	-0,86	0,71
$l_{тр}$							1,00	0,96	0,92	-0,03	-0,18	-0,44	0,30
$Q_{пр}$								1,00	0,83	0,10	-0,08	-0,62	0,46
$d_{дет}$									1,00	-0,15	-0,36	-0,14	0,02

$h_{дет}$											1,00	0,03	-0,45	0,52
$u$												1,00	-0,21	0,46
$p$													1,00	-0,74
$T_{итог}$														1,00

Дополнительно по группам операций был проанализирован тип скобы, определяемый конструктором. Взаимосвязь трудоёмкости различных групп операций с типом приведена в таблице 3. Наименьшей трудоёмкостью характеризуются скобы с совмещёнными опорами. Для разнесённых опор происходит увеличение трудоёмкости по операциям разрезки, а также сторонним операциям, а при замере на большой высоте – и по механообработке.

Помимо этого, в скобах для больших диаметров используются подборки, значительно увеличивающие трудоёмкость.

Таблица 3

Корреляция типов скоб и групп операций

Тип	$T_{разр}$	$T_{мехобр}$	$T_{обрм}$	$T_{стор}$
Совмещённые опоры	-0,76	-0,42	-0,60	-0,91
Разнесённые опоры	0,55	-0,19	0,48	0,65
Разнесённые опоры на большой высоте	0,36	0,94	0,33	0,39

На основании матрицы была разработана схема зависимостей, приведённая на рисунке 1.

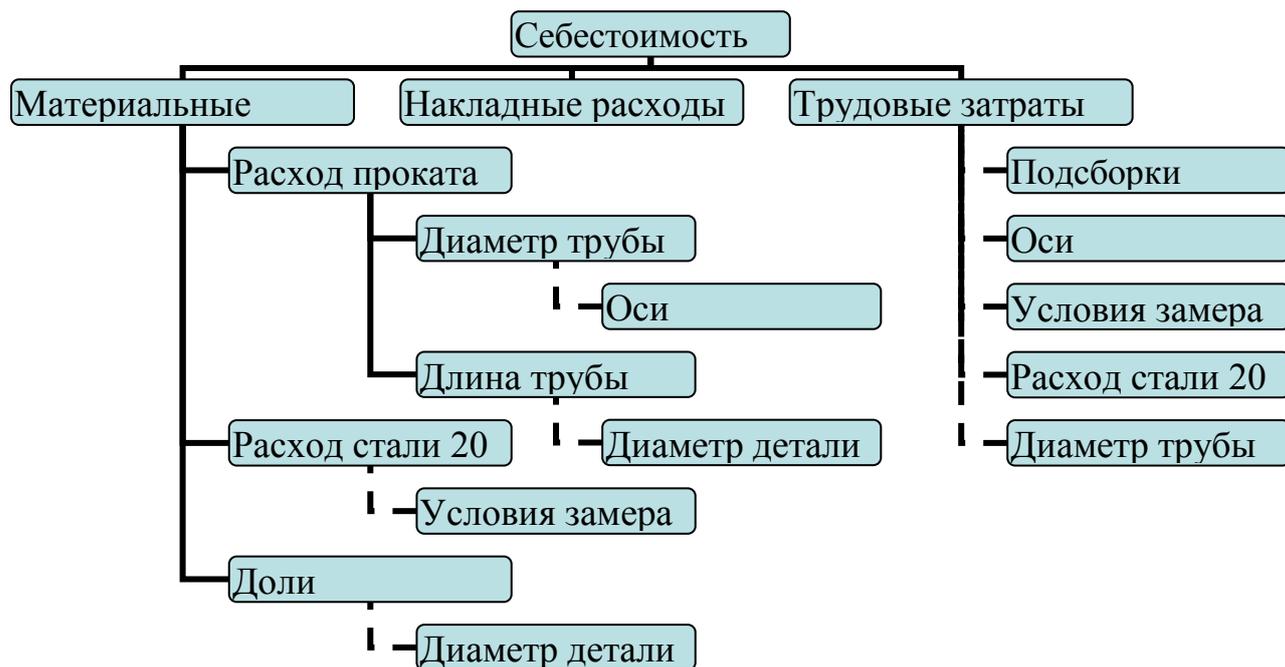


Рисунок 1 – Зависимости параметров

Сплошными линиями на рисунке 1 представлены функциональные зависимости, пунктирными – эконометрические. Выявленные зависимости позволили разработать порядок предварительного расчёта для прогнозирования себестоимости непереналаживаемых скоб и калибров для замера наружных и внутренних диаметров.

### Определение материальных затрат

Оценка себестоимости начинается с расчёта материальных затрат.

Материальные затраты определяются по формуле 1:

$$MЗ = ((1 - \alpha)P_{np} + \alpha P_c)(Q_{np} + Q_c^3), \quad (1)$$

где  $P_c$  – цена стали, р./кг;

$P_{\text{пр}}$  – цена проката, р./кг;

$\alpha$  – доля расхода стали в общем расходе материала, %;

$Q^3_c$  – расход стали, кг, рассчитанный по заготовке;

$Q_{\text{пр}}$  – расход материала трубы (проката), кг.

Наиболее вероятная доля расхода заготовок листовой стали в общем расходе материала рассчитывается в зависимости от измеряемого диаметра. Корреляционное поле для данной зависимости приведено на рисунке 2.

По виду корреляционного поля в наибольшей степени для данной взаимосвязи подходит степенная зависимость. Рассчитано, что для данной зависимости она даёт лучшее приближение, чем линейная.

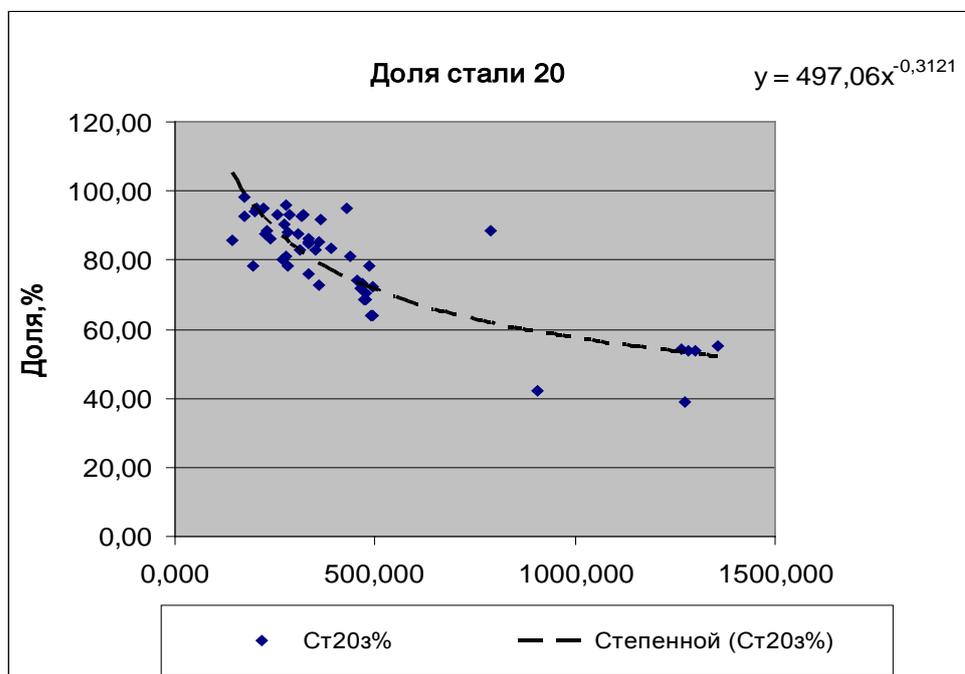


Рисунок 2 – Корреляционное поле взаимосвязи доли заготовок стали от измеряемого размера

Таким образом, была получена эконометрическая модель, которая позволяет определить долю стали в расходе материала на изготовление приспособления в зависимости от замеряемого диаметра детали. Она выражена формулой 2:

$$\alpha = 497,06d_{дет}^{-0,3121}, \quad (2)$$

где  $d_{дет}$  – замеряемый диаметр, мм.

В дальнейшем будут использоваться линейные зависимости как наиболее простые и достаточно хорошо описывающие характер связи между параметрами.

Расход материала труб (проката) определяется исходя из параметров трубы по формуле 3:

$$Q_{np} = \pi\rho(d_{mp} - t)l_{mp}, \quad (3)$$

где  $\rho$  - плотность, для данного материала  $\rho \approx 7,8 \cdot 10^{-6}$  кг/мм<sup>3</sup>;

$d_{mp}$  – диаметр трубы, мм;

$t$  – толщина стенки трубы, для скоб данного типа  $t = 1$  мм;

$l_{mp}$  – длина трубы, мм.

Для данной формулы были разработаны эконометрические зависимости для прогнозирования основных параметров трубы: диаметр и длина.

Эконометрическая зависимость для определения диаметра трубы имеет вид 4:

$$d_{mp} = -6,8522p + 31,652, \quad (4)$$

где  $p$  – значение параметра «оси» (см. таблицу 1).

Найденное значение округляется до ближайшего целого из стандартного ряда диаметров труб.

Эконометрическая зависимость для определения длины трубы использует в качестве факторной переменной значение диаметра детали  $d_{дет}$  и имеет вид формулы 5:

$$l_{mp} = 1,0152d_{дет} + 11,049, \quad (5)$$

Найденное значение округляется до целого числа миллиметров.

Значение расхода листовой стали по готовой детали и заготовкам определяется исходя из условий замера по формулам 6, 7 соответственно:

$$Q_c = 0,7392u + 0,5246, \quad (6)$$

$$Q_c^3 = 2,1233u + 1,2855 \quad (7)$$

где  $Q_c$ ,  $Q_c^3$  – расход стали, кг, рассчитанный по готовой детали и заготовке соответственно;

$u$  – значение параметра «условия».

Первоначально уравнения линейной регрессии для определения расхода стали были построены отдельно для каждой из двух выборок скоб. Затем, при исследовании возможности объединения выборок с помощью коэффициента Чоу было доказано, что выборки скоб на большие и малые диаметры допустимо объединить и описать расход материала для них одним эконометрическим уравнением.

Рассчитывается коэффициент использования материала для стали:

$$КИМ = \frac{Q_c}{Q_c^3}. \quad (8)$$

Определяются возвратные отходы:

$$O_B = P_{стр} (1 - КИМ) Q_c^3, \quad (9)$$

где  $O_B$  – возвратные отходы, р.;

$P_{стр}$  – цена стружки стали (лома), р./кг;

Таким образом, материальные затраты определяются на основе указанных в заказе размеров детали, условий и метода замера, т.е. внешних параметров.

Параметры качества полученных моделей приведены в таблице 4.

Таблица 4

Параметры качества построенных моделей

Показатели	$\alpha = f(d_{дет})$	$d_{тр} = f(p)$	$l_{тр} = f(d_{дет})$	$Q_{20} = f(u)$	$Q^3_{20} = f(u)$
R <sup>2</sup>	0,6379	0,7401	0,8411	0,6468	0,5409
R	0,7987	0,8603	0,9171	0,8042	0,7355
F-критерий	84,5540	116,7316	216,9698	75,0813	48,3135
Fтабл	4,00	4,08	4,08	4,08	4,08

Все построенные модели статистически значимы на уровне 0,05.

Полученные модели позволяют достаточно точно выполнить прогноз материальных затрат на изготовление данного вида оснастки при размещении заказа.

### Определение трудоёмкости и заработной платы основных рабочих

Исходя из таблицы 2, наиболее сильно трудоёмкость связана с расходом листовой стали, условиями замера и диаметром трубы. В модели также необходимо учесть ряд фиктивных переменных, учитывающих метод и условия замера, а также использование подборок (такими подборками являются удлинители).

На основе статистических данных была получена регрессионная модель для оценки трудоемкости, представленная формулой 10:

$$T = 9,9116 + 0,3020d_{mp} + 3,0818Q_c + 4,6312z_1 + 4,2727z_2 + 11,0249z_3, \quad (10)$$

где  $T$  – трудоёмкость, н-час;

$z_1$  – параметр, равный значению параметра «оси» (0 для параллельных осей при использовании Mitutoyo или типа ИРБ, 1 для перпендикулярных, в случае предполагаемого применения МИГ, ИЧ по ГОСТ 577-76, головок измерительных, индикаторов типа КМ и т. п.).

$z_2$  – параметр, равный 0 при  $h_{дет} < 30$  или  $h_{дет} < 50$  при замере без рабочего приспособления (значение параметра «условия» = 0), 1 при  $h_{дет} \geq 30$  и замере в приспособлении (значение параметра «условия» = 1) или  $h_{дет} \geq 50$ .мосьть

$z_3$  – параметр использования подборок, равный 1 при разнице опорного диаметра и контролируемого размера  $d_{дет}$  более 100 мм, и 0 в прочих случаях.

Все указанные параметры, в том числе опорный диаметр, могут быть определены на основе данных размещённого заказа и прилагаемого к нему эскиза замеряемой детали.

Коэффициент детерминации для данной модели равен 0,8936, коэффициент множественной корреляции 0,9453, F-критерий – 344,2622. Так как табличное значение F-критерия равно 2,61, модель статистически значима на уровне 0,05.

На основе определённой трудоёмкости по формуле 11 рассчитывается заработная плата основных производственных рабочих:

$$З_{зн} = P_{зн} T, \quad (11)$$

где  $Z_{зн}$  – заработная плата, р.;

$P_{зн}$  – стоимость зарплатного нормо-часа, р., с учётом начислений на заработную плату.

### Расчёт себестоимости

Два предыдущих этапа позволяют нам получить две главные статьи прямых затрат для предварительной оценки себестоимости исходя из требований размещённого заказа. Расчёт себестоимости завершается определением косвенных затрат на основе действующего на предприятии норматива накладных расходов в процентах к заработной плате по формуле 12.

$$Z_n = \beta Z_{зн}, \quad (12)$$

где  $Z_n$  – сумма накладных расходов, р.

$\beta$  – процент расходов к заработной плате.

Определяется ориентировочная сумма затрат на скобу:

$$Z = MZ - O_B + Z_{зн} + Z_n \quad (13)$$

Общая схема прогнозирования себестоимости приведена в таблице 5.

Таблица 5

Схема расчёта

Себестоимость	$Z = MZ - O_B + Z_{зн} + Z_n$	
Материальные	$MZ = ((1 - \alpha)P_{np} + \alpha P_c)(Q_{np} + Q_c^3)$	
	Доля	$\alpha = 497,06d_{oem}^{-0,3121}$
	Расход стали 20	$Q_c = 0,7392u + 0,5246$ , $KИМ = \frac{Q_c}{Q_c^3}$ , $O_B = P_{cnp}(1 - KИМ)Q_c^3$ $Q_c^3 = 2,1233u + 1,2855$
	Расход проката	$Q_{np} = \pi\rho(d_{mp} - t)l_{mp}$ Длина трубы $l_{mp} = 1,0152d_{oem} + 11,049$

	Диаметр трубы	$d_{mp} = -6,8522p + 31,652$
Трудовые	$T = 9,9116 + 0,3020d_{mp} + 3,0818Q_c + 4,6312z_1 + 4,2727z_2 + 11,0249z_3$	
Накладные	$Z_n = \beta Z_{zn}$	

Разработанная модель включает ряд зависимостей, как функциональных, так и эконометрических, и позволяет с достаточно высокой точностью прогнозировать себестоимость контрольно-измерительных приспособления для замера диаметров.

Проведённый анализ подтвердил наличие сильной связи между величинами, определяющими себестоимость оснастки, с требованиями, указанными в заказе. Подтверждается предположение о том, что себестоимость, а значит и цена, может быть предварительно определена на стадии размещения заказа на оснастку, что позволяет адекватно оценить условия контрактов, спрогнозировать собственную конкурентоспособность.

Данное исследование является пилотным и осуществляется с целью совершенствования и расширения методической и нормативной базы прогнозирования себестоимости сложных приспособлений, используемых в качестве технологического оснащения на предприятиях авиационной промышленности, при заключении контрактов на их проектирование и изготовление.

### Библиографический список

1. Михайлова Э. А., Соболев А. А. Управление затратами на инновационную деятельность промышленного предприятия: Монография. – Рыбинск, РГАТА, 2008. – 146 с.

2. Системы менеджмента качества. Требования. ГОСТ Р ИСО 9001. -М: Изд-во стандартов, 2008. – 36 с.

3. Михайлова Э. А., Михайлова Н. А. Определение и нормирование трудоёмкости изготовления изделий в авиадвигателестроении России // Сборник научных статей Вольного экономического общества России. Ярославль, Россия, 2009. Том 93. С. 266-272.

4. Гольдштейн Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент: тенденции, технологии, практика: Монография. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. – 179 с.

5. Стадии разработки. ГОСТ 2.103-68 Стадии разработки - М.: Изд-во стандартов, 2007. - 5 с.

6. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства. ГОСТ Р 50995.3.1—96: - М.: Изд-во стандартов, 1997. – 17 с.

7. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ, 1998. - 1022 с.