

УДК 658.512-52

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Н.С. Сазонова

Произведен сравнительный анализ форм и способов информационного представления нормативных рекомендаций в различных видах машиностроительных производств, выявлены общие недостатки и предложены пути преобразования форм информационного обеспечения для реализации их в нормативных справочниках и системах автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов.

Ключевые слова: информационное обеспечение, система автоматизированного проектирования и нормирования технологических процессов, равнозначный ряд нормируемых параметров, карта-номограмма

Производство изделий в условиях современного предприятия в большинстве своем является мелкосерийным с постоянно изменяющейся номенклатурой. В этой ситуации технологическая подготовка производства должна осуществляться в максимально сжатые сроки. Для сокращения этих сроков на многих предприятиях внедряются системы автоматизированного проектирования и нормирования технологического назначения, позволяющие автоматизировать этот процесс. В качестве информационного обеспечения этих систем реализуются нормативные рекомендации, принятые в соответствующем виде производства.

В любой отрасли промышленности прежде, чем какое-либо изделие будет запущено в производство и изготовлено (построено, собрано), оно должно быть спроектировано, т.е. должен быть разработан технологический процесс изготовления сначала отдельных составных частей этого изделия, а затем и самого изделия. В каждой отрасли складываются определенные правила проектирования. Эти правила реализуются в виде руководящих материалов (справочников), которые чаще всего представляют собой совокупность определенным образом организованных таблиц и текстовой методики, предусматривающей порядок чтения этих таблиц и, затем, каким-то образом использование результатов чтения этих таблиц.

Иногда такая методика включает базовую таблицу и к ней комплекс вспомогательных таблиц поправочных коэффициентов, – из базовой

таблицы находится базовое значение какого-либо параметра и затем оно последовательно умножается на комплекс поправочных коэффициентов, найденных из вспомогательных таблиц. Другая разновидность методики: комплекс равноправных (равнозначимых) таблиц, из которых определяется набор значений каких-либо параметров, затем эти значения сравниваются между собой и по заданному критерию выбирается одно из них. Таким образом, строится обычно типовая схема работы любых руководящих материалов в любой отрасли промышленности.

Анализ большого количества имеющихся справочников, содержащих такие руководящие технологические материалы, показал наличие в них целого ряда недостатков.

Один из основных недостатков – заключается в том, что таблицы, включенные в руководящие материалы, имеют неравномерную точность по полю таблицы (причем неравномерность может достигать значительных величин, поэтому говорить о какой-то итоговой суммарной точности таких таблиц вообще трудно).

Приведем несколько примеров такой неравномерной точности таблиц из различных нормативных справочников для разных видов машиностроительного производства.

Пример 1. Определение величины подачи при токарной обработке жаропрочных и коррозионно-стойких сталей (продольное точение и подрезка торцов) на станках с ЧПУ [1] (карта 3) (табл. 1).

Таблица 1

Глубина резания, мм до	Диаметр детали, мм, до				
	18	50	180	500	3150
	Подача, S_0 , мм/об				
2	0,18	0,22 →18%	0,26 →15,4%	0,36 →28%	0,96 →62,5%
3	0,16 ↓ 12,5%	0,20 →20% ↓ 10%	0,23 →13% ↓ 13%	0,32 →28,1% ↓ 12,5%	0,85 →62% ↓ 13%
5	0,13 ↓ 23%	0,17 →23,5% ↓ 17,6%	0,20 →15% ↓ 15%	0,28 →28,6% ↓ 14,3%	0,73 →62% ↓ 16,4%
8	0,11 ↓ 18%	0,15 →26,7% ↓ 13%	0,17 →11,8% ↓ 17,6%	0,24 →29,2% ↓ 16,7%	0,63 →62% ↓ 15,9%
12	–	0,13 ↓ 15,4%	0,15 →13,3% ↓ 13%	0,22 →31,8% ↓ 9%	0,56 →61% ↓ 12,5%
15	–	–	0,14 ↓ 7%	0,20 →30% ↓ 10%	0,52 →61,5% ↓ 7,7%

Здесь в каждой ячейке таблицы кроме самого значения величины подачи по стрелке вправо указано, на сколько процентов значение в ячейке отличается от значения в ячейке слева, а по стрелке вниз – от значения в ячейке сверху.

Анализ показывает, что в зависимости от места в таблице, где находится значение определяемого параметра, по горизонтали минимальная погрешность составляет 11,8%, максимальная – 62,5%; а по вертикали эти значения составляют соответственно 7% и 23%.

Пример 2. Определение неполного штучного времени на наплавку плоских деталей [2] (фрагмент карты 47) (табл.2).

Таблица 2

Ширина наплавляемой поверхности, мм до	Толщина наплавляемого слоя, мм до	Длина наплавки, мм до						
		25	40	50	60	70	80	90
		Неполное штучное время, мин						
10	2	1,06	1,42 →25,4%	1,61 →11,8%	1,86 →13,4%	2,08 →10,6%	2,3 →9,6%	2,53 →9,1%
	3	1,32 ↓ 19,7%	1,78 →25,8% ↓ 20,2%	2,07 →14% ↓ 22,2%	2,42 →14,5% ↓ 23,1%	2,74 →11,7% ↓ 24,1%	3,05 →10,2% ↓ 24,6%	3,36 →9,2% ↓ 24,7%
	4	1,57 ↓ 15,9%	2,12 →25,9% ↓ 16%	2,57 →17,5% ↓ 19,5%	3 →14,3% ↓ 19,3%	3,17 →5,4% ↓ 13,6%	3,77 →15,9% ↓ 19,1%	4,2 →10,2% ↓ 20%
20	2	1,52	2,15 →29,3%	2,56 →16%	3 →14,7%	3,31 →9,4%	3,8 →12,9%	4,2 →9,5%
	3	2,04 ↓ 25,5%	2,92 →30,1% ↓ 26,4%	3,52 →17% ↓ 27,3%	4,1 →14,1% ↓ 26,8%	4,7 →12,8% ↓ 29,6%	5,32 →11,7% ↓ 28,6%	5,95 →10,6% ↓ 29,4%
	4	2,5 ↓ 18,4%	3,68 →32,1% ↓ 20,7%	4,45 →17,3% ↓ 20,9%	5,2 →14,4% ↓ 21,2%	6,05 →14% ↓ 22,3%	6,8 →11% ↓ 21,8%	7,6 →10,5% ↓ 21,7%
30	2	2,12	3,05 →30,5%	3,61 →15,5%	4,14 →12,8%	4,8 →13,8%	5,28 →9,1%	5,97 →11,6%
	3	2,82 ↓ 24,8%	4,25 →33,6% ↓ 28,2%	5,05 →15,8% ↓ 28,5%	5,93 →14,8% ↓ 30,2%	6,8 →12,8% ↓ 29,4%	7,65 →11,1% ↓ 31%	8,45 →9,5% ↓ 29,3%
	4	3,5 ↓ 19,4%	5,2 →32,7% ↓ 18,3%	6,45 →19,4% ↓ 21,7%	7,6 →15,1% ↓ 22%	8,8 →13,6% ↓ 22,7%	9,4 →6,4% ↓ 18,6%	10,5 →10,5% ↓ 19,5%

В данной таблице по горизонтали минимальная погрешность составляет 5,4%, максимальная – 33,6%; а по вертикали эти значения составляют соответственно 13,6% и 31%.

Пример 3. Определение неполного штучного времени на садку при термообработке (закалка, отпуск, отжиг, нормализация) в камерных печах при загрузке деталей на под печи навалом вручную [3] (фрагмент карты 28) (табл.3).

Таблица 3

Количество деталей или связок в садке	Масса детали или связка, Q, кг до							
	0,5	1,0	1,6	3,0	5	8	12	20
	Время на одну садку, мин							
20		0,61	0,71→14%	0,85→16%	1,0→15%	1,14→12%	1,30→12%	1,51→14%
25	0,6	0,73→18% ↓ 16%	0,84→13% ↓ 15%	1,02→18% ↓ 17%	1,2→15% ↓ 17%	1,36→12% ↓ 16%	1,54→12% ↓ 16%	1,8→14% ↓ 16%
32	0,72 ↓ 17%	0,89→19% ↓ 18%	1,02→13% ↓ 18%	1,23→17% ↓ 17%	1,44→15% ↓ 17%	1,65→13% ↓ 18%	1,86→11% ↓ 17%	2,16→14% ↓ 17%
40	0,85 ↓ 15%	1,06→20% ↓ 16%	1,21→12% ↓ 16%	1,45→17% ↓ 15%	1,71→15% ↓ 16%	1,95→12% ↓ 15%	2,21→12% ↓ 16%	2,58→14% ↓ 16%
50	1,0 ↓ 15%	1,26→21% ↓ 16%	1,43→12% ↓ 15%	1,74→18% ↓ 17%	2,02→14% ↓ 15%	2,32→13% ↓ 16%	2,62→11% ↓ 16%	3,06→14% ↓ 16%
60	1,16 ↓ 14%	1,5→23% ↓ 16%	1,65→9% ↓ 13%	2,0→18% ↓ 13%	2,3→13% ↓ 12%	2,76→17% ↓ 16%	3,02→9% ↓ 13%	
80	1,45 ↓ 20%	1,79→19% ↓ 16%	2,06→13% ↓ 20%	2,48→17% ↓ 19%	2,89→14% ↓ 20%	3,3→12% ↓ 16%	3,76→12% ↓ 20%	
100	1,72 ↓ 16%	2,12→19% ↓ 16%	2,44→13% ↓ 16%	2,95→17% ↓ 16%	3,44→14% ↓ 16%	3,96→13% ↓ 17%		
125	2,05 ↓ 16%	2,52→19% ↓ 16%	2,9→13% ↓ 16%	3,5→17% ↓ 16%	4,08→14% ↓ 16%	4,7→13% ↓ 16%		

В этой таблице погрешности составляют: по горизонтали – от 9%, до 23%; а по вертикали – от 12% до 20%.

Как видно, во всех указанных нормативных справочниках (из разных видов машиностроительного производства: обработка резанием, сварочные работы, термообработка) выявляется такая неравномерная точность значений нормируемых параметров по полю таблиц.

В качестве решения для устранения указанных недостатков для обеспечения гарантированной равномерной точности по всему полю нормативной таблицы было предложено применение равноточных рядов нормируемых параметров и построенных на них многофакторных карт-

номограмм (т.е. модернизация нормативной методики на уровне нормативных справочников).

В качестве основы для построения равнооточных рядов естественным образом могут использоваться положения ГОСТ 8032-84, касающиеся рядов предпочтительных чисел на основе геометрической прогрессии:

$$a_{\pm n} = a_0 (1 \pm q)^n, \quad \pm a_n = a_0 (\pm 1 q^n)$$

где q – знаменатель прогрессии.

Построение нормативной карты, основанной на принципе равнооточного ряда, производится следующим образом: на диапазон значений нормируемого (искомого) параметра, который описывается в таблице, накладывается равнооточный ряд его значений, а затем, используя функциональную зависимость определяемого параметра от исходных данных, обратным ходом находят соответствующие значения исходных параметров, которые и заносятся в шапку таблицы [4].

Практический опыт построения равнооточных нормативных таблиц показал, что наиболее приемлемыми, с точки зрения точности, объема информации и удобства чтения оказались таблицы, построенные на 10%-ном равнооточном ряде (при $q=0,1$).

Используя указанный принцип построения нормативных таблиц, был разработан и издан нормативный справочник по всем видам токарных работ, в реализации которого автор принимала непосредственное участие [5].

В указанном нормативном справочнике, кроме реализации принципа равномерной точности всех таблиц, удалось добиться более плотной упаковки информации в таблицах путем увеличения количества учитываемых факторов в каждой нормативной таблице, сократив тем самым количество самих таблиц в алгоритмической цепочке.

Сокращение длины цепочки нормативных таблиц стало возможным путем перевода части учитываемых факторов из таблиц поправочных коэффициентов в базовую таблицу, а также объединения нескольких таблиц поправочных коэффициентов – в одну. Такое решение возможно, именно благодаря изменению формы представления нормативной информации, и вместо классических односторонних или двухсторонних таблиц решений, используемых в большинстве известных нормативных справочников, применить форму представления информации в виде таблиц-номограмм. А использование в таблице-номограмме для представления учитываемых параметров 10-%-ного равнооточного ряда

позволяет с одной стороны – значительно сократить размеры самой таблицы, а, с другой стороны, увеличить количество учитываемых факторов.

Таким образом, использование в качестве формы представления информации – таблиц-номограмм позволяет получить равномерную точность определения нормируемого параметра и сократить длину алгоритмической цепочки, уменьшив количество таблиц до 2,5 раз. Кроме этого, возникает дополнительный эффект, – так как таблицы-номограммы поправочных коэффициентов построены по принципу 10%-ного равноточного ряда, а поправочные коэффициенты обеспечивают увеличение или уменьшение табличных значений на одну величину (в процентах), то умножение на величину коэффициента достигается простым сдвигом по ряду значений в сторону увеличения или уменьшения на необходимое количество шагов.

Библиографический список

1. Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд. / под. Ред. В.И. Гузеева. – М.: Машиностроение, 2007, 364 с.
2. Общемашиностроительные нормативы времени на газовую сварку, газовую, газэлектрическую и кислородно-флюсовую резку черных, коррозионностойких и цветных металлов. – Москва: Экономика, 1989, 173 с.
3. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на термическую обработку металла в печах, ваннах и установках ТВЧ. – Москва: Экономика, 1988, 88 с.
4. Сазонова Н.С. Совершенствование методик нормирования технологических процессов машиностроения на основе системного подхода. Сб. науч. трудов I заочн. науч.-техн. конф. «Технологическое обеспечение машиностроительных производств». – Челябинск, Изд. Центр ЮУрГУ, 2014. С. 172–179.
5. Обработка на токарных станках: наладка, режимы резания: справочник / под общей ред. А.А. Кошина. – Челябинск: Сити-Принт, 2012. – 744 с.