

**Ключевые слова:**

станок, формулировка назначения, технологические возможности, предмет производства, модуль поверхностей

**Keywords:**

machine tool, purpose formulation, technological capabilities, an article of manufacture, the module of surfaces

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНОЧНОГО ПАРКА ПРЕДПРИЯТИЯ

**Борис БАЗРОВ, Александр САХАРОВ**

В статье показано, что формулировки назначения станков, за исключением операционных, не дают достаточно информации об их технологических возможностях. Предлагается для определения технологических возможностей станка использовать номенклатуру изготавливаемых модулей поверхностей, а для станочного парка — номенклатуру модулей поверхностей, изготавливаемых на всех станках.

The article shows that the wording of the machine destination with the exception of operating ones do not provide enough information about their technological capabilities. It is proposed to determine the technological capabilities of the machine to use the range of manufactured modules of surfaces and machinery equipment — range of modules of surfaces that are made on all machines.

При формировании производственной программы предприятия, определении возможности выполнения отдельных заказов по выпуску продукции, приобретении станков, а также при разработке технологических процессов изготовления деталей необходимо знать технологические возможности станочного парка предприятия. Технологические возможности станочного парка предприятия складываются из технологических возможностей каждого его станка. В свою очередь, под технологическими возможностями станка понимается перечень предметов производства, в роли которых выступают обрабатываемые на станке поверхности деталей с определенными диапазонами размеров, уровнем точности и шероховатости. Технологические возможности станка должны быть отражены в формулировке его назначения.

Был проведен анализ формулировок назначения станков разной степени универсальности, некоторые результаты которого приведены в *табл. 1*. Анализ показал, что представленные формулировки назначения станков не дают достаточной информации о том, какие поверхности и с

какими характеристиками можно получить в процессе обработки на этих станках. Иными словами, технологические возможности станков представлены без должной определенности. При анализе формулировок назначения других станков [1] было установлено, что чем выше универсальность станка, тем больше неопределенность в формулировках его технологических возможностей. Наиболее полная информация о технологических возможностях станка приводится в формулировках назначения специализированных и операционных станков.

Неопределенность в описании технологических возможностей станков затрудняет выбор станков при проектировании технологических процессов изготовления деталей и покупке новых станков, а также вызывает затруднения при проведении технологического аудита станочного парка предприятия, оценке возможностей выполнения производственной программы и заказов.

Проблема в описании технологических возможностей станка заключается в четкой формализации предмета производства. В формулировках

Таблица 1. Анализ формулировок назначения станков разной степени универсальности

| № п/п | Станок  | Формулировка назначения   | Замечания  |
|-------|---|---|--|
| 1.    | Фрезерный обрабатывающий центр модели 69П80МФ4-4              | Фрезерный обрабатывающий центр модели 69П80МФ4-4 повышенного класса точности с магазином смены инструмента, сменными головками и дополнительной 4-й координатой обладает широкими технологическими возможностями при выполнении операций фрезерования, сверления, зенкерования, развертывания и нарезания резьбы. Станок состоит из жесткой станины, по которой в продольном направлении перемещается рабочий стол. Со станиной жестко соединена колонна, вдоль которой перемещается консоль. В поперечном направлении консоли перемещается шпиндельная бабка. На торце шпиндельной бабки жестко закреплена шпиндельная головка   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Отсутствует перечень поверхностей, изготавливаемых на станке;</li> <li>→ не указаны размеры изготавливаемых поверхностей, уровень их точности и шероховатости;</li> <li>→ не указан диапазон габаритных размеров изготавливаемых деталей</li> </ul> |
| 2.    | Токарно-винторезный станок модели CDE6140A                    | Предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, в том числе нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьбы, позволяет применять современные высокоскоростные режимы обработки с подачей СОЖ, с применением прогрессивного инструмента и приспособлений  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Отсутствует перечень поверхностей, изготавливаемых на станке;</li> <li>→ не указаны размеры изготавливаемых поверхностей, уровень их точности и шероховатости;</li> <li>→ не указан диапазон габаритных размеров изготавливаемых деталей</li> </ul> |
| 3.    | Полуавтомат зубодолбежный модели BCH-150NC2                   | Предназначен для нарезания прямозубых цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления дисковыми долбяками методом обката. Полуавтомат имеет вертикальную компоновку. На полуавтомате возможна обработка в один, два и три прохода с изменением режимов резания на каждом проходе. Обработка осуществляется по полуавтоматическому циклу. Управление циклом работы полуавтомата осуществляется при помощи программируемого контроллера. Полуавтомат имеет развязанные кинематические цепи. Коробка дифференциала и гитара деления отсутствуют   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Не указаны размеры изготавливаемых поверхностей, уровень их точности и шероховатости;</li> <li>→ не указан диапазон габаритных размеров изготавливаемых деталей</li> </ul>  |
| 4.    | Полуавтомат сферошлифовальный специальный модели 3M227BФ2 S78 | Полуавтомат предназначен для шлифования наружных сферических поверхностей в деталях типа «распределитель нерегулируемых гидромашин». Схема обработки — шлифование сферической поверхности торцевой кромкой чашечного круга при взаимном пересечении осей вращения круга и детали (метод обкатки). Технологические возможности полуавтомата позволяют обрабатывать сферические поверхности радиусом от 84 до 315 мм с углом шарового сектора от 9° до 25° (малое значение — при максимальном радиусе). В ходе производственных испытаний были обеспечены следующие размерные и геометрические точности обрабатываемых поверхностей: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ разброс радиуса сферы — 0,015 мм;</li> <li>→ сферичность поверхности — 0,0015...0,002 мм;</li> <li>→ биение шлифованной поверхности относительно установочных баз — 0,01...0,015 мм;</li> <li>→ шероховатость поверхности: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ азотированных деталей — Ra 0,1;</li> <li>✓ до азотирования — Ra 0,32</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Не указан диапазон габаритных размеров изготавливаемых деталей</li> </ul>   |

назначения станков под предметом производства принимается поверхность, совокупность поверхностей или деталь. Деталь, как предмет производства, может определяться практически неограниченным разнообразием возможных конструкций и их характеристик. Совокупность поверхностей отличается большим разнообразием образующих ее поверхностей и их характеристик. Поверхности также могут описываться практически неограниченным разнообразием геометрии, размеров и характеристик точности.

Для устранения указанных недостатков предлагается воспользоваться принципами модульной технологии, согласно которым деталь представляется совокупностью функциональных модулей поверхностей (МП) [2]. МП – это сочетание поверхностей, объединенных совместным выпол-

нением служебной функции детали. Главным преимуществом МП является их ограниченное разнообразие. МП разделены на три класса: базисуемые, рабочие и связующие, классификация разновидностей которых приведена на рис. 1. Каждый МП имеет свой ряд типовых конструкций, а каждая конструкция имеет свою классификацию по размерам, точности и шероховатости.

Важным достоинством модулей поверхностей является их ограниченное разнообразие.

Если принять в качестве предмета производства изготавливаемые на станке МП, то формулировка технологических возможностей станка должна содержать перечень изготавливаемых конструкций МП с диапазонами размеров, точности и шероховатости поверхностей, габаритные размеры и материал изготавливаемых деталей.

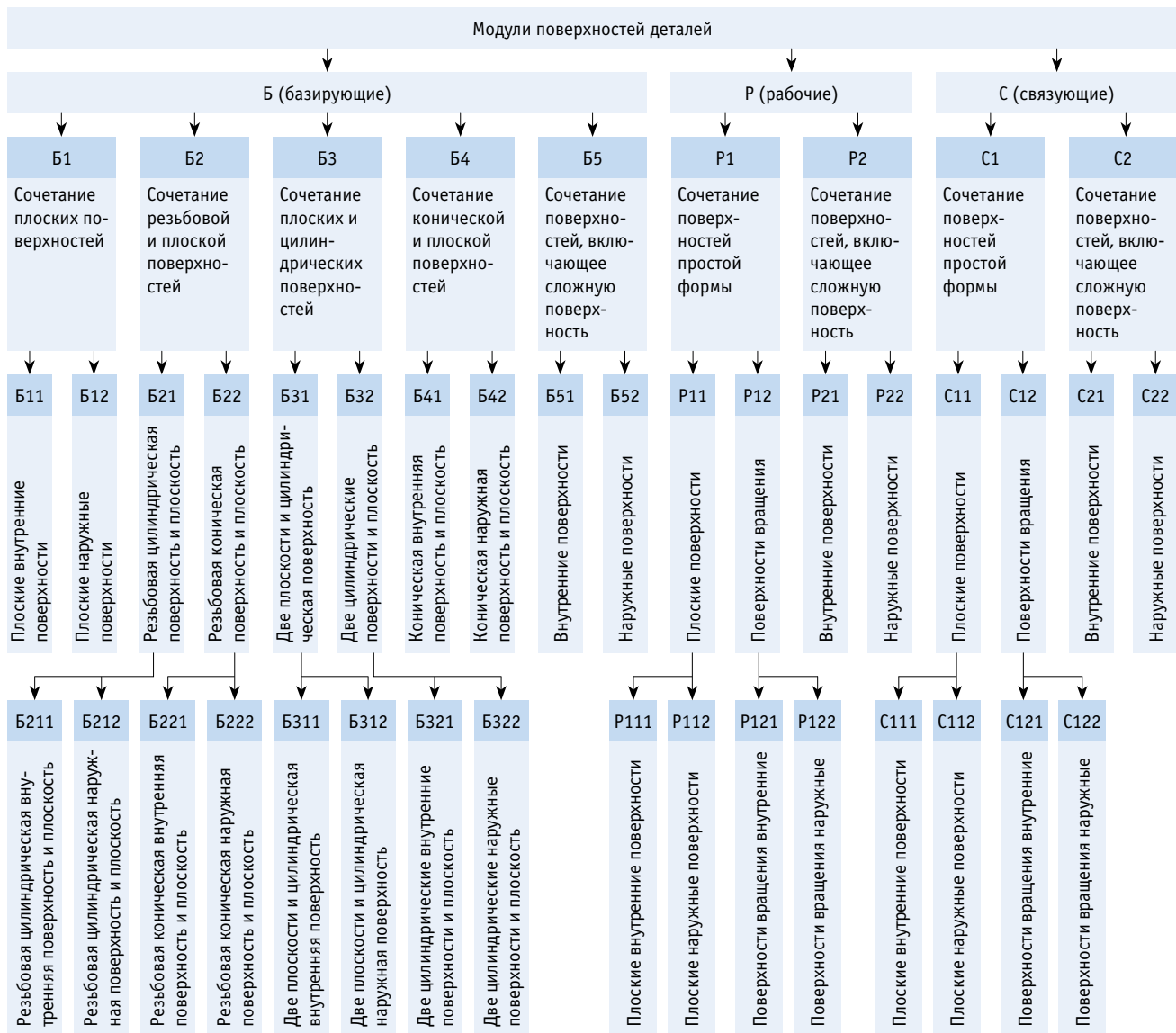


Рис. 1. Классификация МП

В качестве примера рассмотрим технологические возможности круглошлифовального универсального станка модели КШ-400, который имеет следующую формулировку назначения: «Предназначен для наружного и внутреннего шлифования цилиндрических, конических и торцовых поверхностей круглых деталей, требующих особо высокой точности размеров в ручном и полуавтоматическом циклах в условиях единичного и мелкосерийного производства».

С учетом конструкции станка, методов обработки, формообразующих движений, кинематической схемы и технических характеристик на станке можно изготавливать МП, конструкции и характеристики которых представлены в табл. 2.

В соответствие с этим, формулировка назначения станка КШ-400 будет иметь следующее содержание: «Станок предназначен для изготовления шлифованием модулей Б311, Б312, Б41, Б42, Р111, Р112, Р121, Р122, С111, С112, С121, С122 на деталях типа тела вращения с диапазоном диаметров 8–200 мм и наибольшей длиной 400 мм при наружном шлифовании и диапазоном диаметров 25–50 мм с длиной шлифуемого отверстия в диапазоне 35–80 мм при внутреннем шлифовании с точностью диаметральных размеров до IT5 и шероховатостью поверхностей до  $Ra = 0,05$  мкм».

К паспортным данным станка КШ-400 добавляется приложение, в котором указывается перечень конструкций изготавливаемых МП, диапазоны размеров, точности и шероховатости их поверхностей (см. табл. 2).

Для снижения трудоемкости технологической подготовки производства деталей предлагается в паспорт станка включать технологическое сопровождение [3], содержащее технологию изготовления МП<sub>*i*</sub>, представляющее собой модули технологических процессов (МТО) изготовления МП, оформленные в виде технологических карт, содержащих перечень технологических и вспомогательных переходов с указанием получаемых размеров МП, режимов резания, материала заготовки, обрабатывающего и измерительного инструмента (рис. 2).

Обладея информацией о технологических возможностях каждого станка предприятия, представленной в виде номенклатуры изготавливаемых на нем МП с их характеристиками, можно определить технологические возможности станочного парка предприятия. Для этого составляется таблица, в столбцах которой по каждой модели станка отмечаются изготавливаемые МП (табл. 3). В седьмом столбце табл. 3 показаны технологические возможности станочного парка на уровне МП.

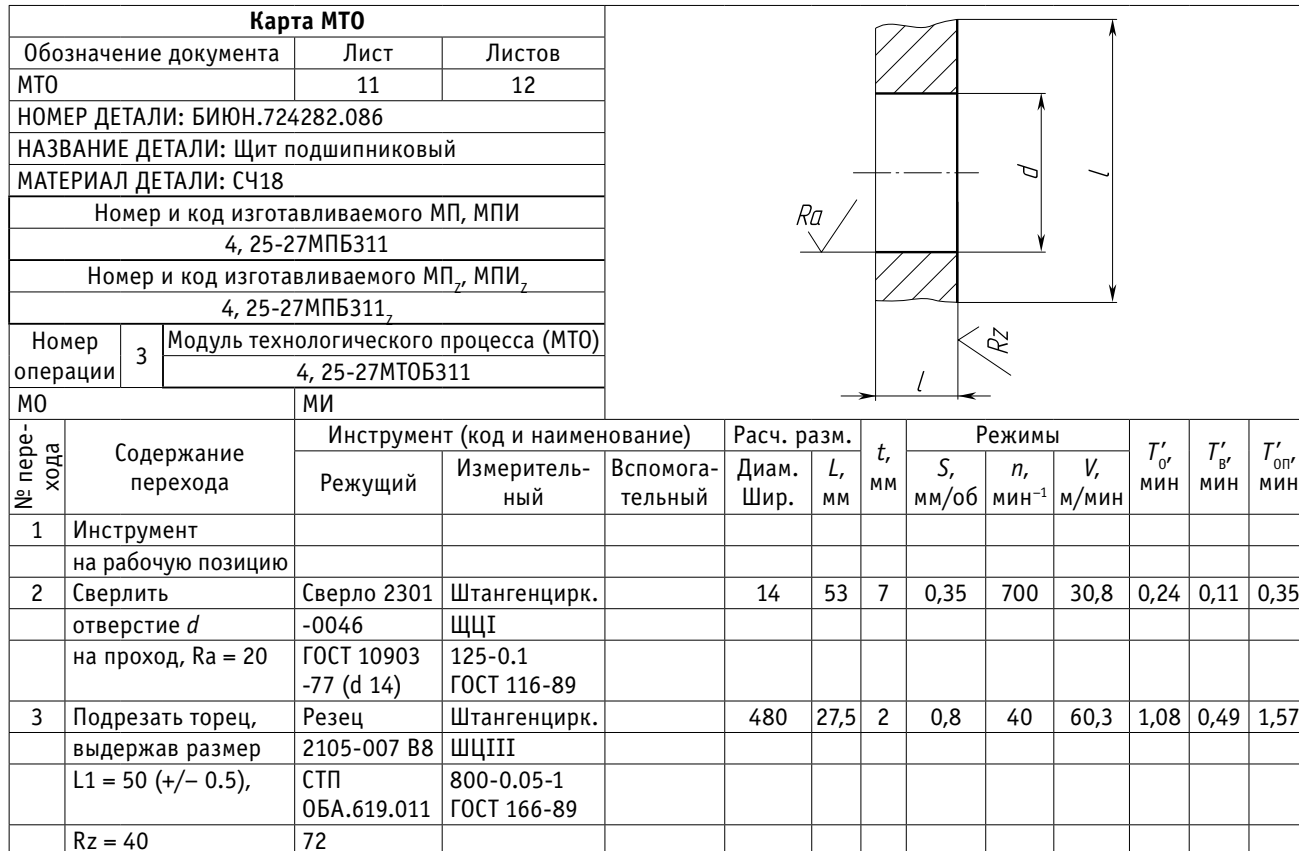
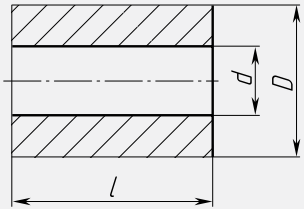
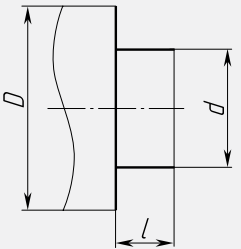
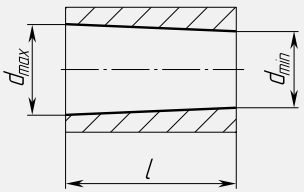
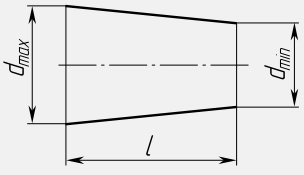
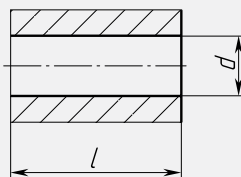

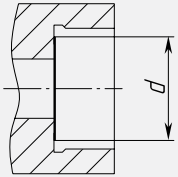
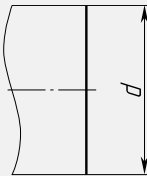


Рис. 2. Технологическая карта МТО

Таблица 2. Перечень изготавливаемых МП с диапазонами характеристик

| МП           | Эскиз МП  | $d$ , мм | $l$ , мм | $D$ , мм | $IT_d$ | $Ra$ , мкм |
|--------------|---|----------|----------|----------|--------|------------|
| Б311         |    | 25–50    | 35–80    | 0–200    | 5–9    | 0,05–6,3   |
| Б312         |    | 8–200    | 0–400    | 0–200    | 5–9    | 0,05–6,3   |
| Б41          |   | 25–50    | 35–80    | –        | 5–9    | 0,05–6,3   |
| Б42          |  | 8–200    | 0–400    | –        | 7–9    | 3,2–6,3    |
| Р121<br>С121 |  | 25–50    | 35–80    | –        | 5–9    | 0,05–6,3   |
| Р122<br>С122 |  | 8–200    | 0–400    | –        | 7–9    | 3,2–6,3    |
| Р111<br>С111 |  | 25–50    | –        | –        | 5–9    | 0,05–6,3   |
| Р112<br>С112 |  | 0–200    | –        | –        | 5–9    | 0,05–6,3   |

|                     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |
|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| МП                  | Б11 | Б12 | Б211 | Б212 | Б221 | Б222 | Б311 | Б312 | Б321 | Б322 | Б41 | Б42 | Б51 | Б52 | Р111 | Р112 | Р121 | Р122 | Р21 | Р22 | С111 | С112 | С121 | С122 | С21 | С22 |
| ΣМП <sub>с.п.</sub> |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |
| ΣМП <sub>п.п.</sub> |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |

Рис. 3. Сопоставление номенклатуры МП

Для определения возможности выполнения производственного заказа или программы по изготовлению деталей, необходимо сначала осуществить декомпозицию чертежей деталей на МП и определить номенклатуру МП, содержащихся в деталях. Сопоставляя номенклатуру МП, изготавливаемых на станочном парке, с номенклатурой МП, содержащихся в деталях производственного заказа или программы, можно определить возможность их изготовления.

В качестве примера рассмотрим сопоставление номенклатуры МП, изготавливаемых на станочном парке, с номенклатурой МП, содержащихся в деталях производственной программы. На рис. 3 видно,

что модули Б322 и Р122 деталей производственной программы не могут быть изготовлены на станочном парке предприятия.

### Выводы

1. Существующие формулировки назначения большинства станков, приводимые в паспортах и рекламных проспектах, не раскрывают их технологические возможности, что затрудняет проведение технологического аудита станочного парка предприятия, выбор станков при проектировании технологических процессов изготовления деталей, приобретение новых станков.

2. Для определения технологических возможностей станка предлагается принять в качестве предмета производства МП с его характеристиками, что позволяет точно оценить технологические возможности станка.

3. Технологические возможности станочного парка предприятия определяются номенклатурой МП с их характеристиками, получаемых в процессе обработки на станках.

4. Предлагаемое технологическое сопровождение станка в виде модулей технологических процессов (МТО) изготовления МП позволит снизить трудоемкость технологической подготовки производства деталей.

Таблица 3. Определение технологических возможностей станочного парка на уровне МП

| Станки<br>МП | Токар-<br>ный | Свер-<br>лиль-<br>ный | Фре-<br>зер-<br>ный | ... | Шлифо-<br>вальный | ΣМП <sub>с.п.</sub> |
|--------------|---------------|-----------------------|---------------------|-----|-------------------|---------------------|
| Б11          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б12          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б211         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б212         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б221         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б222         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б311         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б312         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б321         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б322         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б41          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б42          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б51          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Б52          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р111         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р112         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р121         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р122         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р21          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| Р22          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С111         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С112         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С121         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С122         |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С21          |               |                       |                     |     |                   |                     |
| С22          |               |                       |                     |     |                   |                     |

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сахаров А.В. Установление технологических возможностей станков для проектирования технологических процессов и обоснования производственной программы: дис. ... канд. техн. наук. — М., 2012. 135 с.
- Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2001. 368 с., ил.
- Базров Б.М. Технологическое сопровождение станочного оборудования // Вестник машиностроения. 2010. № 5. С. 43–46.

**Борис Мухтарбекович БАЗРОВ —**

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией теории модульной технологии, Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН

**Александр Владимирович САХАРОВ —**

кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН