

Научноёмкие технологии в машиностроении. 2023. №8 (146). С.43-48.
Science intensive technologies in mechanical engineering. 2023. №8 (146). P. 43-48.

Научная статья

УДК 621.92

doi: 10.30987/2223-4608-2023-43-48

Специализация машиностроительного производства

Борис Мухтарбекович Базров, д.т.н.
ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук, Москва, Россия
modul_lab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3297-9818>

Аннотация. Рассмотрены виды специализации – предметная, технологическая, их уровни и области их эффективного применения. Поскольку любое специализированное производство создается под выпуск изделий, то первичной является предметная специализация, например, производство автомобилей, а вторичной является технологическая специализация, которая показывает каким технологическим методом изготавливается предмет производства, например, литейное производство. Уровню предметной специализации должен соответствовать уровень технологической специализации. Показано, что в основе типов производства (единичное, серийное, массовое) лежат соответствующие уровни предметной и технологической специализаций, чем ниже уровень предметной специализации, тем ниже уровень технологической специализации. Например, низкому уровню предметной специализации соответствует мелкосерийное производство. Повышение уровня предметной специализации приводит к повышению уровня технологической специализации – организации серийного производства и т.д. Предметно специализированные производства можно разделить на две группы: к первой группе относятся производство изделий, удовлетворяющих потребности человека, например, автомобили и средства их технологического обеспечения, например, станки. Ко второй группе – специализированные производства их элементов (узлов, деталей), например, насосы, двигатели, винты, гайки и т.п. Проблема организации специализированных производств изделий второй группы заключается в отсутствии полноценной информации об их конструктивном разнообразии и частоты применения. Для решения проблемы предлагается рассматривать изделия второй группы в модульном представлении, что позволяет все их разнообразие разделить на две группы: модули функциональные технологические (МФТ), обеспечивающие выполнение изделием его служебного назначения и модули функциональные обслуживающие (МФО), обеспечивающие функционирование МФТ. На этом основании предлагается системный подход в организации специализированных производств изделий второй группы. Показано, что для реализации предлагаемого системного подхода в организации специализированных производств изделий второй группы необходимо создание базы данных двух видов: база данных МФТ и база данных МФО.

Ключевые слова: специализация, производство, эффективность, предмет производства, технология, модуль, база данных

Для цитирования: Базров Б.М. Специализация машиностроительного производства // Научноёмкие технологии в машиностроении. 2023. № 8 (146). С. 43–48. doi: 10.30987/2223-4608-2023-43-48

Machine-building line of production

Boris M. Bazrov, D.Eng.
Federal Budget-Funded Research Institute for Machine Science named after A.A. Blagonravov of the Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russia
modul_lab@mail.ru

Abstract. Specialization types such as subject, technological, their levels and areas of their effective application are viewed. Since any specialized production is aimed at running-out production, so subject specialization is primary, for example, in the production of automobiles, as for technological specialization, it is secondary, for it shows a technological method to allow making a product, for example, in the foundry production. The level of subject specialization and the level of technological specialization should dovetail into one another. It is shown that the types of production (unit, full-scale, mass) are based on the corresponding levels of subject and technological specialization, the lower the level of subject specialization, the lower the level of technological specialization. For example, small volume manufacturing is due to a low level of subject specialization. An increase in the level of subject specialization results in the level increase in technological specialization - manufacturing production process management, etc. Subject-specific specialized production can be divided into two groups: the first group includes the production of products that meet human needs, for example, vehicles and means of their engineering support, for example, machine tools. The second group includes specialized production of their elements (assemblies, parts), for example, pumps, motors, screws, nuts, etc. The problem of specialized production management of products related to the second group is the lack of complete information about their design diversity and frequency of application. To solve the problem, it is proposed to consider the products of the second group in a modular representation, which allows all their diversity to be divided into two groups: functional technological modules (FTM) that ensure the performance of a product's functional purpose and functional service modules (FSM) that ensure (FTM) functioning. On this basis, a systematic approach applicable for specialized production

management for products of the second group, is given It is shown that for the implementation of the proposed system approach in the specialized production management for the products of the second group, it is necessary to build a database of two types: FTM database and the FSM database.

Keywords: specialization, production, efficiency, production subject, technology, module, database

For citation: Bazrov B.M. Machine-building line of production / Science intensive technologies in mechanical engineering. 2023. № 8 (146). P. 43–48. doi: 10.30987/2223-4608-2023-43-48

Специализация производства – метод повышения его эффективности [1 – 9].

В основе повышения эффективности производства за счет его специализации лежит повышение повторяемости изготовления предметов производства посредством сокращения их разнообразия, что способствует применению высокоэффективных технологий и методов организации производства.

Принимая во внимание высокую эффективность специализации производства, в основу создания специализированных производств должен быть положен научный подход.

Специализация производства входит в противоречие с законом развития, т. к. специализация предполагает сокращение разнообразия предметов производства, а закон развития – увеличение их разнообразия.

Борьба с этим противоречием осуществляется посредством типизации, унификации, стандартизации предметов производства.

Недостатком такого решения является отклонение качества конкретного предмета производства от его оптимального значения.

Например, в системе допусков и посадок [10] размах величины диаметра отверстия делится на группу диапазонов. Это приводит к тому, что принимаемые конкретные значения диаметра отверстия, лежащего в пределах одного диапазона, не будут оптимальными.

Специализация может быть предметной и технологической.

Предметная специализация имеет уровни:

- отрасли (авиастроение, станкостроения и др.);
- предприятия;
- цех;
- рабочее место.

Чем ниже уровень предмета производства, тем выше их разнообразие, а, следовательно, эффективнее его специализация.

В основе технологической специализации производства лежит снижение разнообразия технологических методов изготовления изделий, технологических процессов, операций и средств технологического оснащения.

Технологическая специализация имеет следующие уровни:

- технологический передел (заготовительный, обрабатывающий и сборочный);
- технологический процесс;
- технологическая операция.

Чем ниже уровень технологии, тем выше ее разнообразие и тем эффективнее ее специализация.

Надо отметить, что любое производство является специализированным, при этом первичной является предметная специализация, т. к. любое производство создается под выпуск тех или иных изделий, а вторичной является технологическая специализация. Эффект от применения предметной специализации значительно выше эффекта от применения технологической специализации.

В основе целесообразности создания специализированных производств лежит массовость спроса предметов производства и его длительность во времени. При этом надо отметить, что, как правило, чем ниже уровень предмета производства, тем выше его массовость. Например, массовость детали выше, чем массовость узла или изделия.

Наибольший эффект от специализации производств в масштабе машиностроения будет при системном подходе в их организации.

Изделия машиностроения различаются огромным непрерывно растущим разнообразием, объемами их выпуска и длительностью. Это затрудняет обоснование целесообразности создания специализированных производств.

Специализированные производства можно разделить на две группы: производства по выпуску изделий и производства по выпуску элементов изделий (узлов, деталей). Сложнее является первая задача, т. к. выпуск изделий, их объемы и длительность определяются потребностями общества, которые сложно установить. Что касается второй группы специализированных производств, то проблема их создания заключается в доступности информации об их разновидностях и объемах их выпуска. Надо отметить, что в большинстве случаев, характерной особенностью элементов изделий является их широкое и длительное использование и большой объем. В этой связи в первую очередь целесообразнее становится задача по созданию их специализированных производств.

Поскольку первичной является предметная специализация, то уровень технологической специализации должен соответствовать уровню предметной специализации. Поэтому при организации производства, если известна предметная специализация, то стоит задача определения соответствующего ему уровня технологической специализации.

При проектировании производства в качестве исходных данных при выборе уровня технологической специализации выступают: номенклатура

предметов производства, подлежащих изготовлению; объемы их выпуска в заданный период времени [2 – 6]. Практика показывает, что чем шире номенклатура предметов производства, тем меньше объемы их выпуска и ниже уровень технологической специализации. По мере снижения номенклатуры предметов производства, увеличения объемов их выпуска, должен повышаться уровень технологической специализации производства, который проявляется через соответствующие типы производства.

Таким образом существует связь между уровнем технологической специализации и исходными данными.

На практике эта связь проявляется через типы производства: единичное, серийное и массовое, где каждому типу производства соответствует определенный уровень технологической специализации. Тогда на этапе проектирования производства определяется его тип и соответствующий ему уровень технологической специализации.

Таким образом, выбор уровня технологической специализации сводится к установлению типа проектируемого производства.

Выбор уровня технологической специализации производства на этапе его проектирования определяется на основе связей между уровнем технологической специализации и исходными данными проектируемого производства. Уровню технологической специализации должен соответствовать уровень технологических методов, средств технологического оснащения (СТО) и организационной формы производственного процесса.

Надо отметить, что на практике тип производства устанавливается с помощью коэффициента K_3 закрепления операций согласно ГОСТ 14.004-83 [6], который дает следующее определение: «Коэффициент закрепления операций – отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест». Отсюда следует, что под коэффициентом K_3 следует понимать число различных технологических операций, выполняемых на одном рабочем месте в течение месяца.

Значения коэффициента K_3 в зависимости от типа производства приведены в табл. 1.

1. Значение коэффициента K_3 в зависимости от типа производства

1. The value of the K_3 coefficient depending on the type of production

Мелкосерийное производство		Среднесерийное производство		Крупносерийное производство	
$K_3 = 40$	$K_3 = 20$	$K_3 = 20$	$K_3 = 10$	$K_3 = 10$	$K_3 = 1,0$
при $n = 1000$ $K_3 = 40$; при $n = 2000$ $K_3 = 20$	при $n = 1000$ $K_3 = 20$; при $n = 2000$ $K_3 = 10$	при $n = 75000$ $K_3 = 0,27$	при $n = 2000$ $K_3 = 5$; при $n = 75000$ $K_3 = 0,13$	при $n = 200\ 000$ $K_3 = 0,05$	при $n = 75000$ $K_3 = 0,013$; при $n = 200\ 000$ $K_3 = 0,005$

Максимальный эффект от технологической специализации будет в том случае, если заданным исходным данным производства будет соответствовать оптимальный уровень технологической специализации.

Однако, на практике уровень технологической специализации изменяется дискретно, т. е. дискретно изменяются технологические методы, средства технологического оснащения и организационная форма производственного процесса. Например, технологические методы изменяются дискретно только при резком изменении объема выпуска предметов производства.

В свою очередь и уровень специализации СТО делится на три уровня: универсальный; специализированный; операционный.

В литературе [1, 4] в качестве вариантов организационной формы производственного процесса приводятся три вида производственных участков: участок с групповой расстановкой технологического оборудования, например, группа токарных станков, группа фрезерных станков и

т. д.; технологически-замкнутый участок, например, участок под изготовление зубчатых колес, участок под изготовление корпусных деталей и т. д.; предметно-замкнутый участок, на котором изготавливается какой-либо узел изделия, включающий изготовление его деталей и его сборку.

Первые два участка по технологическому признаку относятся к обрабатывающему производству, а третий участок – к механосборочному производству.

К первым двум участкам следует добавить участок с расстановкой технологического оборудования «в россыпь», а также дополнительно включить участок с расположением технологического оборудования по ходу технологического процесса. Из перечисленных участков участок с расстановкой технологического оборудования «в россыпь» применяется в единичном производстве, участок с групповой расстановкой технологического оборудования применяется в условиях мелкосерийного производства, технологически-замкнутый участок применяется в условиях

среднесерийного производства, участок с расстановкой технологического оборудования по ходу технологического процесса (поточный метод) применяется в условиях крупносерийного и массового производств.

Надо отметить, что дискретное изменение уровня технологической специализации существенно снижает ее эффективность. Отсюда следует, что повышать эффективность технологической специализации надо посредством обеспечения непрерывного изменения уровня технологической специализации и повышения точности определения типа проектируемого производства.

Изменение уровня технологических методов должно производиться посредством изменения соотношения между последовательными и параллельными технологическими переходами в технологической схеме обработки и сборки. Далее следует обеспечить непрерывное изменение уровня СТО, которое должно происходить одновременно с изменением технологических методов.

Что касается обеспечения непрерывного изменения организационной формы производственного процесса, то она предполагает изменение состава технологического оборудования и его расстановки. Изменение непрерывности состава оборудования и его расстановки в современных условиях связано с большими материальными и трудовыми затратами, что является серьезной проблемой.

Можно предположить, что в организации специализированных производств отсутствует управление этим процессом и их создание в значительной степени стихийно. В связи с этим

предлагается системный подход в организации специализированных производств.

Все изделия можно разделить на две группы. К первой группе относятся изделия, предназначенные для удовлетворения потребностей человека, такие как автомобили, самолеты, сеялки, швейные машины и др. и средства технологического обеспечения их производства, например станки. Ко второй группе относятся их элементы: узлы, детали.

В связи с этим организуются специализированные производства по выпуску предметов производства, как первой, так и второй групп. Если создание специализированных производств по выпуску изделий удовлетворяющих потребности человека не вызывает затруднений, то специализация производств по выпуску их узлов и деталей сталкивается с проблемой их большого разнообразия, когда, например, два элемента одного назначения незначительно различаются конструктивно, а относятся к разным группам. Для разрешения этой проблемы предлагается воспользоваться представлением изделия в модульном исполнении.

Следует отметить, что изделие содержит две группы элементов – основные, с помощью которых изделие выполняет свое служебное назначение и вспомогательные элементы, в задачу которых входит обеспечение выполнения элементами первой группы своего назначения.

Назовем элементы первой группы модулями функциональными технологическими (МФТ), а второй группы – модулями функциональными обслуживающими (МФО), их примеры приведены в табл. 2.

2. Примеры модулей функциональных технологических и модулей функциональных обслуживающих различных изделий

2. Examples of functional technological modules and functional service modules of various products

№	Изделие	МФТ	МФО
1	Токарный станок	Патрон, передняя бабка, задняя бабка, резцедержатель, коробка скоростей, коробка подач,	Ходовой винт, ходовой валик, фартук, поперечный суппорт, станина, электродвигатель,
2	Башенный кран стационарный	Крюковая подвеска, ходовая тележка, опорно-поворотный, механизм	Стрела, башня, опорная платформа
3	Одноковшовый экскаватор	Ковш, гусеничное шасси	Поворотная платформа, моноблочная стрела, двигатель, трансмиссия, рулевой механизм
5	Вилочный погрузчик	Вилы, колёсные шасси	Мачта, гидроцилиндр, двигатель, трансмиссия, рулевой механизм
6	Самоходная гусеничная дорожная фреза	Гусеничные шасси, резцы, забрасывающие лопатки, ленточный конвейер	Двигатель, трансмиссия, рулевой механизм, редуктор, барабан

Принципиальное различие между МФТ и МФО заключается в том, что МФТ входят только в состав изделия одного назначения, а МФО могут входить в изделия различного назначения.

Например, МФТ станка является инструментальная бабка, которая может входить только в состав станков, а коробка передач (как редуктор) может входить в состав не только станков, но и в изделия другого назначения.

Следовательно, повторяемость МФО будет больше повторяемости МФТ. Кроме того, возможны случаи, когда какой-либо МФО может выступать в качестве МФТ другого изделия.

Таким образом, в основе системного подхода в организации специализированных производств лежит представление изделий в модульном исполнении. Это позволяет все разнообразие узлов изделий свести к двум видам: МФО и МФТ и организовывать их специализированные производства.

На практике уже известны примеры таких специализированных производств по выпуску ряда узлов, например, подшипников, редукторов, насосов и др. В каждой подотрасли машиностроения должны создаваться свои специализированные производства по выпуску МФТ, входящие в состав их изделий. Например, в автомобилестроении производства по выпуску кузовов, шасси, кабин и др., а также должны создаваться специализированные производства по выпуску МФО, в масштабе машиностроения.

При наличии такого подхода в создании специализированных производств МФТ, МФО при создании новых изделий конструктор должен по возможности использовать в конструкции изделий известные МФО, изготавливаемые на специализированных производствах, что существенно снизит стоимость и сроки изготовления новых изделий.

Для реализации предлагаемого системного подхода в организации специализированных производств необходимы базы данных модулей функциональных технологических и модулей функциональных обслуживающих, создание которых требуют их унификации, стандартизации. Отсюда следует необходимость в построение баз данных МФТ и МФО.

Различие видов баз данных МФТ и МФО состоит в том, что база данных МФТ зависит только от вида изделия, что касается базы данных МФО, то как отмечалось выше они участвуют в различных видах изделий и потому их количество несравнимо больше количества МФТ.

Поэтому специализация производств должна начинаться со специализации производства МФО.

Наличие баз данных МФТ и МФО создает предпосылки по созданию в масштабе машиностроения специализированных производств, включающих специализированные производства по изготовлению МФТ и МФО.

Выводы:

- специализация производства – метод повышения его эффективности;
- специализация может быть предметной или технологической, где предметная является первичной;
- чем ниже уровень предмета и технологии, тем выше их разнообразие и тем эффективнее их специализация;
- установлено, что в основе типов производства (единичное, серийное, массовое) лежат соответствующие уровни предметной и технологической специализаций;
- специализированные производства можно разделить на две группы: к первой группе относятся производство изделий, удовлетворяющих потребности человека и средства их технологического обеспечения; ко второй группе – производство их элементов (узлов, деталей);
- с целью создания специализированных производств второй группы предлагается воспользоваться представлением изделия в модульном исполнении;
- любое изделие может быть представлено совокупностью двух модулей: модуль функциональный технологический (МФТ), обеспечивающий выполнение изделием его служебного назначения и модуль функциональный обслуживающий (МФО), обеспечивающий функционирование первого модуля. Показано, что для реализации предлагаемого системного подхода в организации специализированных производств необходимо создание базы данных двух видов: база данных МФТ и база данных МФО.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Поляков Д.И., Костин А.И. Специализация в машиностроении. М.: Машиностроение, 1975. 366 с.
2. Путятин Л.М., Барсова Т.Н. Современные подходы к анализу развития специализации производства на предприятиях машиностроительной отрасли // Modern Economy Success. 2020. № 1. С. 19–23.
3. Кондратьева М.Н., Баландина Е.В. Экономика и организация производства: Учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2013. 98 с.

4. Елизаров Ю.Ф. Экономика организаций: Учебник. М.: Экзамен, 2006. 495 с.
5. Голов Р.С., Агарков А.П., Мыльник А.В. Организация производства, экономика и управление в промышленности. Сер. Учебные издания для бакалавров. М.: Государственный университет управления, 2019. 838 с.
6. ГОСТ 14.004-83. Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. М.: Стандартиформ, 2009. 9 с.
7. Базров Б.М. Специализация производства в машиностроении // Вестник машиностроения. 2021. № 11. С. 89–93.
8. Базров Б.М. Технологическая специализация производства // Вестник машиностроения. 2022. № 7. С. 70–73.
9. Базров Б.М. Системный подход применения видов технологии // Научные технологии в машиностроении. 2022. № 7 (133). С. 27–32.
10. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. 1983. 53 с.

REFERENCES

1. Polyakov D.I., Kostin A.I. Specialization in mechanical engineering. Moscow: Mashinostroyeniye, 1975. 366 p.

2. Putyatina L.M., Borisova T.N. Modern approaches to analysis of production specialization development at engineering companies // Modern Economy Success, 2020, no.1, pp. 19–23.

3. Kondratieva M.N., Balandina E.V. Economics and production organization forms: study guide. Ulyanovsk: UISTU, 2013, 98 p.

4. Yelizarov Yu.F. Economics of organizations: Textbook. Moscow: Exam, 2006, 495 p.

5. Golov R.S., Agarkov A.P., Melnik A.V. Organization of production, economics and management in industry. a run of Educational publications for bachelors. Moscow: State University of Management, 2019, 838 p.

6. State standard 14.004-83. Technological preparation of production. Terms and definitions of basic concepts. Moscow: Standartinform, 2009, 9 p.

7. Bazrov B.M. Specialization of production in mechanical engineering // Bulletin of Mechanical Engineering, 2021, no. 11, pp. 89–93.

8. Bazrov B.M. Technological specialization of production // Bulletin of Mechanical Engineering, 2022, no. 7, pp. 70–73.

9. Bazrov B.M. A comprehensive approach to the application of types of technology // Science intensive technologies in mechanical engineering, 2022, no. 7 (133), pp. 27–32.

10. State standard 25347-82 Basic standards of compatibility. A unified system of tolerances and landings. Tolerance limits and recommended seating fits, 1983, 53 p.

Статья поступила в редакцию 08.06.2023; одобрена после рецензирования 13.06.2023; принята к публикации 19.06.2023.

The article was submitted 08.06.2023; approved after reviewing 13.06.2023; accepted for publication 19.06.2023.

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет»

Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Телефон редакции журнала: 8-903-592-87-39, 8-903-868-85-68.

E-mail: naukatm@yandex.ru, editntm@yandex.ru

Вёрстка Н.А. Лукашов. Редактор Е.В. Лукашова. Технический редактор Н.А. Лукашов.

Сдано в набор 17.08.2023. Выход в свет 30.08.2023.

Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,58.

Тираж 500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Брянский государственный технический университет» 241035,

Брянская область, г. Брянск, ул. Институтская, 16

12+