

УДК 331.102.1

*Д.М. Маликова***РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ОПЫТНО-СЕРИЙНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Статья посвящена выбору механизмов технической системогенетики при выполнении опытно-конструкторских работ в условиях опытно-серийного производства с учетом конкретной сложности и новизны разрабатываемого изделия, масштабов и сроков проведения работ, материально-технического обеспечения проекта, квалификации конструкторов и технологов. Управление процессом производства, особенно в условиях опытно-серийного производства, невозможно без конструирования новой технологической оснастки. Время, которое затрачивается на изготовление технологической оснастки, существенным образом определяет сроки выпуска изделий. Из общего количества необходимой технологической оснастки наибольший процент составляют штампы и пресс-формы, так как они непосредственно позволяют получить достаточно точные детали. Была построена функциональная модель штампа в матричном виде. Данная модель необходима для выявления «избыточных» элементов изделия. Кроме того, можно наглядно увидеть, как распределены затраты по функциям. На основании модели можно выявить дефектные функциональные зоны и определить уровни функциональной организации. Предлагаемый метод сопоставления затрат и балльных оценок значимости функций основан на том, что нормирующим условием для распределения затрат служит важность функции. Если у какой-то функции существует несоответствие значимости функции затратам на ее реализацию, то следует рассмотреть и попытаться устранить причины диспропорции. Применение методов технической системогенетики и управления затратами на стадии проектирования технологической оснастки в опытно-серийном производстве на предприятиях оборонно-промышленного комплекса позволит существенно повысить качество готовых изделий и снизить сроки изготовления.

*Ключевые слова:* опытно-серийное производство, технологическая оснастка, экспертная оценка, ранжирование показателей, повышение производительности, оборонно-промышленный комплекс.

DOI: 10.35634/2412-9593-2022-32-2-231-236

В настоящее время перед предприятиями оборонно-промышленного комплекса (ОПК) стоит первоочередная задача обеспечения необходимого уровня национальной безопасности государства путем ускоренной разработки и вывода на серийный уровень производства высокотехнологичной наукоемкой продукции, создания конкурентоспособных на внешних рынках изделий вооружения, военной и специальной техники.

В условиях стремительного развития технологий, возрастающего давления временных и рыночных факторов, высокой динамики предпочтений потребителей, действующих на предприятия оборонно-промышленного комплекса, успешность последних определяется способностью быстро и результативно поставлять на рынки инновационные идеи, получившие воплощение в изделиях и запущенные в серийное производство. Настоящее состояние российского оборонно-промышленного комплекса свидетельствует о необходимости активизации и развития процессов интеграции науки управления и производства высокотехнологичной продукции на оборонных предприятиях.

Для обеспечения эффективности управления производством высокотехнологичной оборонной продукции последнее должно отвечать прогрессивным и перспективным подходам и методам производственного менеджмента. Именно программно-проектное управление представляет собой синтез механизмов и способов управления, позволяющих обеспечить эффективность опытно-серийного производства высокотехнологичной продукции военного, специального и гражданского назначения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в современных условиях.

Одним из таких механизмов является техническая системогенетика. Выбор механизмов технической системогенетики при выполнении опытно-конструкторских работ обусловлен степенью сложности и новизны разрабатываемого изделия, масштабом и сроками проведения работ, материально-техническим обеспечением проекта, квалификацией конструкторов и технологов. От методики управления процессом выбора технических решений зависят уровень организации и экономическая эффективность опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, особенно в условиях опытно-серийного производства. Организация процесса проектирования при опытно-серийном производстве возможна путем:

- дифференциации технических решений;
- интеграции технических решений;
- смены технических решений.

К «дифференциации» технических решений можно отнести агрегирование, модулирование и параметрирование.

Агрегирование – это метод конструирования изделий из взаимозаменяемых унифицированных агрегатов.

Модулирование представляет собой совокупность приемов, посредством которых из общей структуры технологической оснастки вычлняются единые элементы (модули), функционально связанные составные части со строго ориентированными связями между ними [1].

Параметрирование представляет собой совокупность приемов, посредством которых определяются рациональное многообразие параметров изделия.

К методам интеграции технических решений при проектировании изделий относятся унификация, типизация и симплификация.

Унификация по ГОСТ 23945.0-80 «Унификация изделий. Основные положения» [2] представляет собой приведение изделий к единообразию на основе установления рационального числа из разновидностей [3].

Объектами производственной симплификации являются:

- марки производственных материалов;
- сортамент производственных материалов;
- конструктивные элементы деталей;
- номенклатура составных частей изделия.

Типизация – это совокупность приемов, посредством которых приводят к единообразию структурные композиции однотипных исполнений деталей.

Методы смены технических решений включают в себя взаимозаменяемость, обеспечивающую возможность замены одного исполнения изделия другим в процессе его преобразований.

Внедрение экономических принципов управления производством важно как для совершенствования управления процессом конструирования, так и для улучшения технико-экономических показателей производства и эксплуатации изделий [4].

Рассмотрим подробно процессы, связанные с управлением производством при опытно-серийном производстве. В процессе изготовления любого изделия при опытно-серийном производстве участвуют:

- технологи (разрабатывают технологические карты изготовления деталей изделия);
- разработчики (проектируют конструкцию изделия и выпускают комплект конструкторской документации);
- рабочие (непосредственно изготавливают изделие).

Кроме того, имеются архивы, в которых хранится ранее разработанная конструкторская и технологическая документация.

При этом вся имеющаяся информация распределена между участниками процесса технологической подготовки производства, что приводит к появлению неточностей, увеличивает временные и трудовые потери [5].

Управление процессом производства, особенно в условиях опытно-серийного производства, невозможно без конструирования новой технологической оснастки. Время, которое затрачивается на изготовление технологической оснастки, существенным образом определяет сроки выпуска изделий. Из общего количества необходимой технологической оснастки наибольший процент составляют штампы [6] и пресс-формы [7], так как они непосредственно позволяют получить достаточно точные детали.

Следовательно, применение в процессе проектирования штампов и пресс-форм прогрессивных экспресс-методов анализа и выбор рациональных конструкций позволит сократить затраты и повысить качество проектирования технологической оснастки.

Рассмотрим анализ конструкции технологической оснастки на примере штампов. Конструкция штампа имеет иерархическую структуру. Морфологический анализ не дает достаточного представления о связях, возникающих в объекте в процессе его функционирования [8]. Для выявления этих связей мной предложено функциональное описание штампа (табл. 1).

Таблица 1

**Функции изделия**

| Вид функции     | Расшифровка функции                              | Обозначение функции |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|
| Главная         | Получение готовых качественных деталей           | F0                  |
| Основные        | Разделение материала                             | F1                  |
|                 | Восприятие рабочих нагрузок                      | F2                  |
|                 | Отсутствие дополнительной обработки              | F3                  |
|                 | Устранения перекосов частей штампа               | F4                  |
|                 | Обработка отверстий                              | F5                  |
| Вспомогательные | Обеспечение подачи исходной заготовки            | F6                  |
|                 | Отделение деталей от исходной заготовки          | F7                  |
|                 | Обеспечение фиксации движения исходной заготовки | F8                  |
|                 | Обеспечение заданного положения пуансонов        | F9                  |

Нами была построена функциональная модель штампа в матричном виде (табл. 2). Данная модель необходима для выявления «избыточных» элементов изделия. Кроме того, можно наглядно увидеть, как распределены затраты по функциям. На основании модели можно выявить дефектные функциональные зоны и определить уровни функциональной организации [9].

Таблица 2

**Функциональная модель штампа**

| Детали            | Себестоимость, руб. | F1   | F2   | F3   | F4   | F5   | F6   | F7   | F8   | F9   | Общая себестоимость, F <sub>i</sub> , % |
|-------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------------|
| Плита нижняя      | 8268                |      | 628  |      |      |      |      |      |      |      | 13                                      |
| Плита верхняя     | 2758                |      | 210  |      |      |      |      |      |      |      | 4,4                                     |
| Колонки, втулки   | 10873               |      |      |      | 1479 |      |      |      |      |      | 17,3                                    |
| Упор              | 1169                |      |      |      |      |      |      |      | 260  |      | 1,9                                     |
| Нож               | 8784                |      |      |      |      |      | 1766 |      |      |      | 14,0                                    |
| Хвостовик         | 516                 |      | 39   |      |      |      |      |      |      |      | 0,8                                     |
| Прокладка         | 492                 |      |      |      |      |      |      |      |      | 58   | 0,7                                     |
| Пуансон           | 13449               | 1695 |      | 3833 |      | 5069 |      |      |      |      | 21,4                                    |
| Пуансонодержатель | 1446                |      |      |      |      |      |      |      |      | 172  | 2,3                                     |
| Матрица           | 7232                | 911  |      | 2061 |      | 2727 |      |      |      |      | 11,5                                    |
| Съемник           | 7983                | 1006 |      |      |      |      |      | 3656 |      |      | 12,7                                    |
| Суммарные затраты | 62970               | 3612 | 877  | 5894 | 1479 | 7796 | 1766 | 3656 | 260  | 230  | 100                                     |
| Общие затраты     |                     | 0,14 | 0,03 | 0,23 | 0,06 | 0,30 | 0,08 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |                                         |

Чтобы определить весовую функцию, было проведено их попарное сравнение. Результаты расчета показали: F1=12,6 %, F2=7,6 %, F3=28,5 %, F4=13,6 %, F5=37,7 %, F6=20,1 %, F7=45,8 %, F8=22,2 %, F9=11,9 %.

Для сужения зон анализа построили диаграмму Парето функций штампа (рис. 1), где все элементы были сгруппированы по убыванию. Кривая Парето показывает нарастание затрат при включении их в систему. Далее выявили перспективные элементы с точки зрения оптимизации затрат:

– в зону «А» попали структурные элементы с наибольшими затратами (они являются наиболее перспективными с точки зрения сокращения затрат);

– в зону «В» попадают элементы, имеющие некоторый резерв для снижения затрат;

– в зоне «С» резервов затрат для сокращения практически не существует.

Проанализировав полученную диаграмму Парето, можно сделать вывод, что такие элементы штампа, как плита нижняя, колонки, втулки, нож, пуансон и съемник, имеют наибольшие затраты и резервы для снижения затрат. Такие детали, как плита верхняя, пуансонодержатель и матрица, имеют некоторые резервы для снижения затрат. Остальные детали штампа практически не имеют резервов для снижения себестоимости.

На основе проведенного сравнительного анализа функций, приведенных в табл. 2, были построены матрицы значимости (рис. 2).

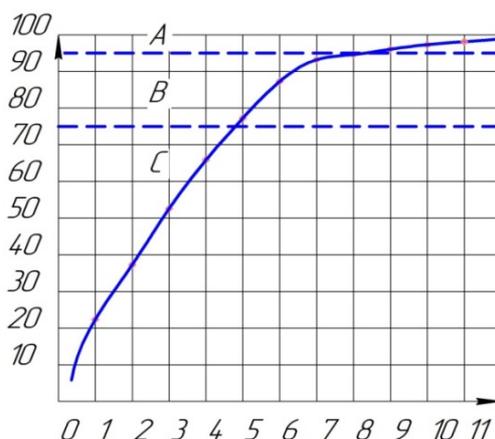


Рис. 1. Диаграмма Парето

|    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |    |   |
|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|----|---|
|    | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |  | F6 | F7 | F8 | F9 |   |
| F1 | =  | >  | <  | <  | <  |  | F6 | =  | <  | <  | > |
| F2 | <  | =  | <  | <  | <  |  | F7 | >  | =  | >  | > |
| F3 | >  | >  | =  | >  | <  |  | F8 | >  | <  | =  | > |
| F4 | >  | >  | <  | =  | <  |  | F9 | <  | <  | <  | = |
| F5 | >  | >  | >  | >  | =  |  |    |    |    |    |   |

Рис. 2. Матрицы значимости функций штампа

Для расчета показателя абсолютной и относительной значимости построили матрицу смежности (рис. 3). Знаки «<<», «=>», «>>» заменили соответствующими коэффициентами «1», «2», «3», и назвали их коэффициентами предпочтения. В последней графе указали суммарное значение, подсчитанное по строке матрицы.

|    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |          |
|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|----|----------|
|    | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | $\Sigma$ |    | F6 | F7 | F8 | F9 | $\Sigma$ |
| F1 | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  | 8        | F6 | 2  | 1  | 1  | 3  | 7        |
| F2 | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 6        | F7 | 3  | 2  | 3  | 3  | 11       |
| F3 | 3  | 3  | 2  | 3  | 1  | 12       | F8 | 3  | 1  | 2  | 3  | 9        |
| F4 | 3  | 3  | 1  | 2  | 1  | 10       | F9 | 1  | 1  | 1  | 2  | 5        |
| F5 | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 14       |    |    |    |    |    |          |

Рис. 3. Матрицы смежности штампа

Кроме того, был рассчитан абсолютный приоритет функций по данному критерию. Для этого каждую строку матрицы умножали на вектор-столбец суммы:

– для основных функций:  $P_{F1} = 70$ ,  $P_{F2} = 56$ ,  $P_{F3} = 70$ ,  $P_{F4} = 88$ ,  $P_{F5} = 136$ .

– для вспомогательных функций штампа:  $P_{F6} = 49$ ,  $P_{F7} = 85$ ,  $P_{F8} = 65$ ,  $P_{F9} = 37$ .

Все относительные приоритеты функций вычисляли в долях от единицы:

– для основных функций штампа:  $P'_{F1} = 0,15$ ,  $P'_{F2} = 0,12$ ,  $P'_{F3} = 0,24$ ,  $P'_{F4} = 0,19$ ,  $P'_{F5} = 0,30$ .

– для вспомогательных функций штампа:  $P'_{F6} = 0,21$ ,  $P'_{F7} = 0,36$ ,  $P'_{F8} = 0,28$ ,  $P'_{F9} = 0,16$ .

Предлагаемый метод сопоставления затрат и балльных оценок значимости функций основан на том, что нормирующим условием для распределения затрат служит важность функции. Если у какой-то функции существует несоответствие значимости функции затратам на ее реализацию, то следует рассмотреть и попытаться устранить причины диспропорции. При рассмотрении относительной важности функции необходимо определить соответствующие ей затраты на функцию в долях от суммарных затрат.

Всё многообразие и разносторонность исследований организации и управления производством на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, в том числе со специализацией на опытно-

серийном выпуске высокотехнологичной продукции, носит фрагментированный и разрозненный характер. Это свидетельствует о недостаточной изученности управления процессами такого специфического типа производства, как опытно-серийное, усложненного особенностями оборонной промышленности. Применение методов технической системогенетики и управления затратами на стадии проектирования технологической оснастки в опытно-серийном производстве на предприятиях оборонно-промышленного комплекса позволит существенно повысить качество готовых изделий и снизить сроки изготовления.

В настоящее время в Российской Федерации складывается качественный инновационный прорыв в области создания принципиально нового оружия (ракетный комплекс шахтного базирования «Сармат», океанская многоцелевая система «Посейдон», новый планирующий крылатый боевой блок стратегической ракеты «Авангард», крылатая ракета неограниченной дальности «Буревестник», боевой лазер «Пересвет» и др.), что обуславливает необходимость решения предприятиями оборонно-промышленного комплекса проблемы ускоренного выпуска новой продукции. Поэтому сокращение временного горизонта от идеи образца нового изделия до серийного выпуска превращается в стратегический ресурс.

В то же время проведенные автором обследования таких предприятий оборонно-промышленного комплекса республики Удмуртия, как: АО «Концерн «Калашников», ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод», ОАО «Ижевский мотозавод «Аксион-Холдинг», АО «Ижевский электромеханический завод «Купол» и др., показало, что не все предприятия оборонно-промышленного комплекса четко контролируют длительность циклов каждой стадии опытно-серийного производства новой продукции [10].

Для того, чтобы обосновать и определить основные направления сокращения длительности работ от идеи и до поставки в Российскую Армию уникальных видов современного вооружения, в системной взаимосвязи и логической последовательности объединены в специализированные четыре контура технологии разработки образца нового изделия военного назначения. Каждый из них ориентирован на осуществление определенных стадий опытно-серийного производства: научно-инновационный, конструкторско-технологический, производственно-испытательный, серийно-производственный.

Успешность освоения производством изготовления нового изделия и перехода на серийное производство всецело зависит от эффективной организации работ по технической подготовке производства, синхронизации бизнес-процессов основного и вспомогательного производства и обслуживающих операций, а также от оперативно принимаемых управленческих решений по достижению целей каждого специализированного контура. Таким образом, в процессе реализации предложенной технологии разработки образца нового изделия военного назначения оборонные предприятия приобретают неоценимый практический опыт по управлению процессом создания новой продукции.

В результате проведенного исследования и анализа организации процесса создания новой продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса республики Удмуртия были выявлены направления, которые составляли основу для авторской разработки интегрированного механизма сокращения длительности стадий опытно-серийного производства новой продукции.

По структурному составу интегрированный механизм сокращения длительности стадий опытно-серийного производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса включает в себя комплекс взаимосвязанных между собой функционально-ориентированных механизмов: организационный, исследовательский, технический, производственный, социальный, финансовый и управленческий.

Организация эффективного функционирования интегрированного механизма сокращения длительности стадий опытно-серийного производства новой продукции на предприятиях оборонно-промышленного комплекса – достаточно трудоемкий и сложный процесс, объединяющий логически взаимосвязанные функционально-ориентированные механизмы, обеспечивающие также и рациональное использование всех компонентов, необходимых для создания и освоения производством выпуска новой продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амиров, Ю. Д. Научно-техническая подготовка производства / Ю. Д. Амиров. – Москва: Экономика, 1989. – 230 с.
2. ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения. – Введ. 1980-07-01. – Москва: Изд-во стандартов. – 1980.

3. Базров, Б. М. Модульная технология в машиностроении / Б. М. Базров. – Москва: Машиностроение, 2001. – 368 с.
4. Григорьев, Л. Л. Рациональные варианты холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1975. – 231 с.
5. Трутовский, Б. Б. Резервы сокращения сроков проектирования и подготовки производства / Б. Б. Трутовский. – Москва: Наука, 1964. – 184 с.
6. Пантелеев, А. П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А. П. Пантелеев, Ю. М. Шевцов, И. А. Горячев. – Москва: Машиностроение, 1986. – 400 с.
7. Помельцов, С. В. Карманный справочник по холодной штамповке / С. В. Помельцов. – Москва : Государственное издательство местной промышленности РСФСР, 1941. – 156 с.
8. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник: учеб. пособие / под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова. – Москва: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.
9. Маликова, Д. М. Современные тенденции организации производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса / Д. М. Маликова. – Препринт. – Екатеринбург: ФГБУ науки ИЭ УрО РАН. Изд-во ИЭ УрО РАН, 2017. – 50 с.
10. Роль и влияние импортозамещения на оборонно-промышленный комплекс России / Д. М. Маликова // Индустриальная цивилизация: прошлое и будущее России. Материалы 3 Пермского конгресса ученых-экономистов. г. Пермь, ПГНИУ, 17.02.2017: в 2 т. / Перм. гос. нац. Исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – Т. 1 – С. 107–111.

Поступила в редакцию 21.02.2022

Маликова Дилера Мансуровна, кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры «Экономика и управление организацией»  
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова»  
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7  
E-mail: info@istu.ru

*D.M. Malikova*

**DEVELOPMENT OF THE PROJECT MANAGEMENT METHODOLOGY FOR THE PILOT-SERIES  
DESIGN OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AT THE ENTERPRISES  
OF THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX**

DOI: 10.35634/2412-9593-2022-32-2-231-236

The article is devoted to the choice of mechanisms of technical systemogenetics when performing experimental design work in the conditions of pilot production, taking into account the specific complexity and novelty of the product being developed, the scale and timing of the work, the material and technical support of the project, the qualifications of designers and technologists. Management of the production process, especially in the conditions of pilot production, is impossible without the design of new technological equipment. The time that is spent on the production of technological equipment significantly determines the timing of the production of products. Out of the total number of necessary technological equipment, the largest percentage is made up of dies and press forms, since they directly allow you to get fairly accurate parts. A functional model of the die was constructed in matrix form. This model is necessary to identify "redundant" elements of the product. In addition, you can clearly see how the costs are distributed by function. Based on the model, it is possible to identify defective functional zones and determine the level of functional organization. The proposed method of comparing costs and scores of the significance of functions is based on the fact that the normalizing condition for the distribution of costs is the importance of the function. If a function has a discrepancy between the significance of the function and the cost of its implementation, then you should consider and try to eliminate the causes of the disparity. The use of methods of technical systemogenetics and cost management at the design stage of technological equipment in pilot production at the enterprises of the military-industrial complex will significantly improve the quality of finished products and reduce the production time.

*Keywords:* pilot production, technological equipment, expert evaluation, ranking of indicators, productivity improvement, military-industrial complex.

Received 21.02.2022

Malikova D.M., Candidate of Economics, Associate Professor  
at Department of Economics and Company Management  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
Studencheskaya st., 7, Izhevsk, Russia, 426069  
E-mail: info@istu.ru