

## УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

УДК 621.658.5

### ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СОЗДАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ЗАТРАТ

канд. техн. наук, доц. А.А. КОРОЛЬКО  
(Белорусский национальный технический университет, Минск);  
канд. техн. наук, доц. А.П. КАСТРЮК, С.В. БОСЛОВЯК  
(Полоцкий государственный университет)

*Рассмотрены основные стадии жизненного цикла сложных технических систем, показана определяющая роль внешнего и внутреннего проектирования в процессе создания новой техники. Рассмотрены конструктивные и производственные факторы, определяющие трудоемкость, затраты и продолжительность создания сложных технических систем. На примере тракторостроения показана роль методов математической статистики в выявлении конструктивных факторов и оценке степени их влияния на процессы создания новой техники. Представлены формулы уравнений регрессии, отражающие влияние мощности двигателя и коэффициента группы новизны изделия на уровень его сложности, трудоемкость и себестоимость разработки колесных тракторов. Рассмотренные формулы могут быть использованы при планировании разработки рабочей документации на машиностроительных предприятиях. Приведены коэффициенты трудоемкости основных этапов проектно-конструкторских работ в тракторостроении.*

**Введение.** Эффективное управление предприятием в современных условиях возможно только на основе сочетания всех групп методов управления: экономических, административных, социально-психологических. В настоящее время наиболее важная роль принадлежит экономическим методам управления, значимость которых еще больше возрастает в управлении жизненным циклом сложных технических систем [1, с. 37].

Полный жизненный цикл сложных технических систем включает следующие стадии [2, с. 21]:

- внешнее и внутреннее проектирование – стадия разработки;
- изготовление – стадия производства;
- эксплуатацию – стадия применения по назначению;
- капитальный ремонт – модернизация;
- эксплуатацию после капитального ремонта (модернизации);
- утилизацию.

В зависимости от типа и особенностей изделий, наличия научно-технического или производственного задела у исполнителей работ границы смежных стадий жизненного цикла могут перекрываться или даже совмещаться по времени реализации. По большинству технико-экономических критериев ключевой стадией жизненного цикла технических систем является стадия разработки. Именно на данной стадии закладываются предпосылки как дальнейшего успешного производства, так и последующего эффективного применения изделия по назначению [2, с. 22].

На стадии *внешнего проектирования* формируются основные требования к созданию нового изделия. *Внутреннее проектирование* включает всю совокупность этапов опытно-конструкторской работы, необходимых для отработки и документального оформления проектного облика изделия. Состав этапов опытно-конструкторской работы и их содержание регламентированы стандартами единой системы конструкторской документации, зависят от новизны изделия и наличия у исполнителей необходимого научно-технического задела [2, с. 22]. Трудоемкость и стоимость выполнения данных этапов являются, таким образом, важнейшими параметрами на стадии разработки сложных технических систем.

**Основная часть.** Разработка новой техники является сложной вероятностной динамической системой. Это обусловлено большим количеством факторов, оказывающих влияние на функционирование данной системы. Существует также некоторая степень неопределенности процесса и результатов разработки, обусловленная спецификой творческого труда, имеющего немалый удельный вес при создании новой техники и технологии. Наряду с этим система разработки новой продукции является открытой, т.е. широко взаимодействует с другими подсистемами: конструкторской подготовкой производства, техно-

логической подготовкой производства, организационной подготовкой производства и др. Поскольку все это усложняет закономерности процесса создания новых технических систем, большое значение имеют исследования хода и результатов создания новой техники.

Задачи подобного рода исследований сводятся к совершенствованию планирования и управления процессами создания новой техники, адекватной требованиям ускорения социально-экономического развития народного хозяйства. Учитывая вероятностный характер процессов создания новой техники, одним из наиболее эффективных инструментов их планирования являются методы экономико-математического и имитационного стохастического моделирования.

Полнота и достоверность комплекса экономико-математических моделей применительно к планированию стадии разработки конкретной техники определяются его способностью обеспечить на стадии принятия базовых решений (ранние этапы проектирования) достаточную точность расчета и прогнозирования таких факторов, как:

- затраты и длительность разработки освоения производства новых конструкций машин;
- затраты на их производство и эксплуатацию;
- полезная (целевая) отдача новой техники в сфере потребления;
- экономическая эффективность новых машин;
- период планового производства новой техники и эффективного ее использования в народном хозяйстве.

Определение затрат и длительности разработки конструкции новой техники – один из важнейших отправных пунктов внедрения прогрессивной техники в народное хозяйство. При этом можно выделить две основные группы факторов, оказывающих влияние на эффективность решения рассматриваемого вопроса.

Первая группа факторов, которую можно назвать *объективной*, является следствием ускорения темпов научно-технического прогресса, возникновения его новых направлений и, следовательно, резко возросшей опасности преждевременного морального старения техники. Воздействие этих факторов определяет сроки рационального использования того или иного варианта конструкции машин в народном хозяйстве. Исходя из этих сроков, планируются периоды разработки и производства изделия. Учет данных факторов должен основываться на определении темпов научно-технического прогресса в отраслях, производящих и потребляющих данную технику, что позволяет прогнозировать возможный моральный срок старения различных вариантов конструкций и создает условия для оптимизации планирования затрат, длительности освоения производства и использования системы машин. В условиях интенсификации общественного производства эта работа должна осуществляться в отрасли и ее отдельных научно-исследовательских институтах.

Вторая группа факторов, которую можно назвать *субъективной*, отражает влияние конструктивных особенностей машин, их технико-экономических показателей и организационно-производственных условий, в которых создается новая техника, на сроки и затраты по ее разработке. Исследования в этом случае направлены на выявление закономерностей формирования анализируемых показателей разрабатываемых машин в зависимости от конструктивных и организационно-производственных факторов.

Взаимосвязь между двумя группами факторов достаточно очевидна. Выявление влияния второй группы факторов на затраты и продолжительность создания новых технических систем позволит более основательно планировать и управлять этим процессом с учетом влияния первой группы факторов, обуславливающих период морального старения разрабатываемой конструкции новой техники. При этом следует учитывать, что экономические показатели формируются под влиянием большого количества разнородных факторов: технических, экономических, организационных, социальных, экологических и др. Учесть влияние всех этих факторов практически невозможно, и не всегда целесообразно, так как значительной их части присущ случайный характер. Задачей исследования экономических показателей является определение основных факторов, оказывающих влияние на затраты и продолжительность создания сложных технических систем, а также выявление тенденций их изменения на базе статистического материала, что позволяет отличать случайные колебания и устанавливать закономерности изменения этих показателей в зависимости от основных факторов. Этим обусловлено использование аппарата математической статистики для исследования и формализации указанных зависимостей. Прежде всего это такие методы, как корреляционный анализ и факторный анализ.

Основными факторами, определяющими затраты и продолжительность создания новых технических систем, являются, с одной стороны, степень сложности и новизны новой техники, а с другой – производственные мощности предприятий, их эффективное использование с учетом имеющейся технологии и организации процесса разработки новых конструкций.

Таким образом, первая группа включает в большинстве своем конструктивные факторы, вторая – производственные. Конструктивные факторы во многом зависят от предварительно проведенных научно-исследовательских разработок, которые сложнее поддаются управляющему воздействию, так как основ-

ные характеристики новой техники определяются техническим заданием на проектирование. Производственные факторы являются факторами планового и управляющего воздействия для достижения целей разработки новой техники и ее плановых показателей по срокам и затратам.

Для проведения статистических исследований необходимы количественные оценки основных факторов. Например, степень новизны для техники одного назначения достаточно точно можно оценить с помощью уровня унификации и стандартизации конструкции. Мерой сложности может служить количество и сложность деталей в конструкции. В результате проведенных исследований украинскими учеными установлено, что распределение деталей по группам сложности примерно одинаково для техники одного назначения. Так, например, для легких и средних станков доля деталей первой группы сложности составляет 60 %, второй – 20 %, третьей – 13 %, четвертой – 3,5 %, пятой – 1,5 % [3].

Переход от количества деталей к одному из основных объемных нормативов планирования создания новой техники (их наименованиям) дает достаточно точные результаты при использовании коэффициента повторяемости, который для однотипной техники находится в узком диапазоне и достаточно легко нормируется. Например, для колесных тракторов этот коэффициент находится в пределах 0,5 – 0,62 [4]. Количество наименований деталей позволяет определить количество наименований сборочных единиц, а следовательно и общее количество наименований составных частей конструкции по формуле:

$$П = П_д(1 + K_c), \quad (1)$$

где  $П_д$  – количество наименований деталей;  $K_c$  – средний коэффициент сборности для техники данного назначения, отражающий отношение количества наименований сборочных единиц к количеству наименований деталей.

Коэффициент  $K_c$  принимает достаточно постоянные значения для однотипной техники за счет общности принципов формирования сборочных единиц, определяемой конструктивно-технологическим единством производства в конкретной отрасли машиностроения. Для автомобильной и тракторной техники этот коэффициент составляет 0,2 – 0,3 [4].

Таким образом, количество наименований деталей может служить не только показателем сложности однотипной техники, но и основой определения других объемных нормативов планирования ее разработки. Однако в процессе планирования создания новой техники количество наименований деталей является функцией базовых параметров, определяемых техническим заданием на стадии внешнего проектирования. Среди таких параметров (например, для тракторов) можно выделить номинальную мощность двигателя.

Исследования, проведенные украинскими учеными, свидетельствуют о том, что поля корреляции зависимости количества наименований деталей от мощности двигателя отражают достаточно тесную связь между этими показателями. Это объясняется тем, что с увеличением мощности трактора возрастает количество возможных режимов работы для более полного использования мощности, усложняется трансмиссия и ходовая система, а также система отбора мощности.

При построении уравнения регрессии для определения количества деталей в качестве одного из факторов принималась удельная материалоемкость. Коэффициент множественной корреляции в рамках данной модели составил для колесных тракторов 0,833 [4]. Такое значение коэффициента корреляции свидетельствует о наличии достаточно тесной прямой связи между рассматриваемыми признаками. Уравнение регрессии, полученное с использованием метода наименьших квадратов для колесных тракторов, имеет вид:

$$П_д = 399,1N^{0,4}, \quad (2)$$

где  $П_д$  – количество деталей в колесном тракторе;  $N$  – мощность двигателя трактора, кВт.

Как видно из представленной регрессионной модели, удельная материалоемкость не оказывает существенное влияние на количество деталей в колесном тракторе и отсутствует в итоговом уравнении регрессии. Поэтому формула (2) отражает экспоненциальную зависимость количества деталей только от мощности двигателя трактора.

Определение количества наименований деталей по вышеуказанной формуле позволяет рассчитывать и планировать будущие затраты и трудоемкость проектных работ, которые можно определить по формулам:

$$T_p = 12,9N^{0,4}K_n; \quad (3)$$

$$C_p = 23,3N^{0,4}K_n, \quad (4)$$

где  $T_p$  – трудоемкость разработки рабочей документации, для колесных тракторов;  $C_p$  – стоимость разработки рабочей документации для колесных тракторов (в ценах 1991 г.);  $K_n$  – коэффициент группы новиз-

ны разрабатываемой модели трактора, устанавливаемый на основе уровня унификации и стандартизации конструкции.

Ход выполнения других этапов проектно-конструкторских работ имеет менее типичный по сравнению с рабочим проектированием характер. Это объясняется высокой долей творческого элемента в структуре работ других этапов. Это обстоятельство не позволяет применить инструментальный математического моделирования к прогнозированию и планированию данных процессов. В связи с этим укрупненный расчет трудоемкости и затрат на выполнение остальных этапов проектно-конструкторских работ производится относительно базового этапа рабочего проектирования. Принятые в тракторостроении коэффициенты для отдельных этапов проектно-конструкторских работ приведены в таблице [4].

Коэффициенты трудоемкости отдельных этапов проектно-конструкторских работ

| Наименование этапов  | Значение коэффициента |
|--|-----------------------|
| Сбор и анализ информации; согласование и утверждение технического задания и технического предложения | 0,3                   |
| Разработка, согласование и утверждение технического проекта  | 1,3                   |
| Разработка рабочей конструкторской документации на опытный образец для предварительных испытаний     | 0,1                   |
| Корректировка документации по результатам предварительных испытаний                                  | 0,45                  |
| Подготовка и оформление материалов к постановке изделия на производство                              | 0,1                   |
| Корректировка технической документации перед переходом на серийный выпуск                            | 0,1                   |
| Итого  | 3,25                  |

#### Выводы:

- затраты по основным этапам создания новой техники формируются главным образом в зависимости от степени сложности и новизны объекта разработки;
- в тракторостроении для оценки влияния на степень сложности конструкции таких факторов, как мощность двигателя и удельная материалоемкость, могут быть использованы методы математической статистики;
- представленные формулы уравнений регрессии могут быть использованы при планировании трудоемкости и себестоимости разработки рабочей документации для колесных тракторов;
- влияние производственных факторов на затраты по созданию сложных технических систем проявляется слабее, что обусловлено примерно одинаковым уровнем технологии, организации и технической оснащенности организаций-разработчиков в рамках одной отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аўчынінікава, В.Э. Эканамічныя метады кіравання працэсамі стварэння і асваення новай тэхнікі / В.Э. Аўчынінікава // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Серыя гуманітарных навук. – 2004. – № 2. – С. 37 – 39.
2. Страхов, А.Ф. Проблемы управления жизненным циклом сложных технических систем / А.Ф. Страхов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – № 8. – С. 20 – 24.
3. Экономическое управление освоением новой продукции / А.В. Антонен [и др.]. – Киев: Техника, 1983. – 109 с.
4. Яковлев, А.И. Создание новых технических систем // Эффективность, планирование, оптимизация в условиях рыночных отношений: сб. науч. тр. / А.И. Яковлев, В.Н. Тимофеев, В.А. Педос. – Киев: Будівельник, 1995. – 261 с.

Поступила 14.02.2008