

ТЕХНИКО—  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
АНАЛИЗ  
МАШИН  
И ПРИБОРОВ

---

# ТЕХНИКО— ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАШИН И ПРИБОРОВ

Под общей редакцией  
д-ра техн. наук проф. М.И. Илатова  
и д-ра техн. наук проф. В.И. Постникова



---

МОСКВА  
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
1985

ББК 65.9(2)304.15  
Т38  
УДК 658.5.012.12:621

Канд. техн. наук доц. *Ю. Н. Мырмин*, канд. техн. наук доц. *К. А. Грачева*, канд. техн. наук доц. *Ю. В. Скворцов*, д-р техн. наук проф. *М. И. Ипатов*, канд. техн. наук доц. *Л. А. Одинцова*, канд. техн. наук доц. *А. А. Колобов*, канд. экон. наук доц. *Н. Н. Застрожная*, канд. техн. наук доц. *С. Г. Пуртов*, д-р техн. наук проф. *В. И. Постников*, канд. техн. наук доц. *Е. В. Соколов*, канд. техн. наук доц. *М. К. Захарова*, канд. экон. наук доц. *И. Э. Берзинь*, канд. техн. наук доц. *В. И. Сергеев*, канд. техн. наук *И. А. Демиденко*, канд. техн. наук доц. *Н. Н. Савченко*, канд. экон. наук доц. *С. В. Смирнов*, канд. экон. наук доц. *В. И. Аличев*, канд. экон. наук доц. *Н. В. Ивашкина*, канд. экон. наук доц. *С. А. Карпенко*, канд. техн. наук доц. *Г. А. Лилейкина*, канд. техн. наук доц. *И. А. Павлов*, канд. техн. наук доц. *Т. Г. Садовская*, канд. техн. наук доц. *Э. Н. Сванидзе*, ст. преп. *Л. Г. Серенко*, канд. техн. наук доц. *В. В. Степанов*.

Рецензент д-р экон. наук проф. *Г. Б. Кац*

**Технико-экономический анализ машин и приборов/Ю. Н. Мырмин, К. А. Грачева, Ю. В. Скворцов и др.** Под общ. ред. *М. И. Ипатова и В. И. Постникова*. — М.: Машиностроение, 1985. — 248 с., ил.

В пер.: 1 р. 30 к.

Даны основы технико-экономического анализа машин в процессе научных исследований, проектирования, подготовки, освоения, установившегося производства. Рассмотрены отбор и систематизация параметров и показателей, математическое моделирование, оптимизация конструкторских и технологических решений.

Для конструкторов, технологов, экономистов предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций машиностроения и приборостроения.

Т38 2701010000-035 — 35-85  
038(01)-85

ББК 65.9(2)304.15  
6П5 : 338

**Юрий Николаевич Мырмин,**  
**Клавдия Андреевна Грачева,**  
**Юрий Владимирович Скворцов и др.**

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАШИН И ПРИБОРОВ

Редактор *М. М. Семенова*  
Художественный редактор *Е. А. Ильин*  
Обложка художника *И. И. Загурного*  
Технический редактор *О. В. Куперман*  
Корректор *И. М. Борейша*

ИБ № 4424

|                                             |                              |                         |
|---------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Сдано в набор 30.05.85.                     | Подписано в печать 24.09.85. | T-15878                 |
| Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub> . | Бумага типографская № 1.     | Гарнитура литературная. |
| Печать высокая.                             | Усл. печ. л. 15,5.           | Усл. кр.-отт. 15,5.     |
| Тираж 9 000 экз.                            | Заказ 1595                   | Уч.-изд. л. 17,86.      |
|                                             |                              | Цена 1 р. 30 к.         |

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромовский пер., 4.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.

© Издательство «Машиностроение», 1985 г.

Для дальнейшего развития советского общества, качественных сдвигов в материально-технической базе необходимы ускорение научно-технического прогресса, интенсификация общественного производства, повышение его эффективности. Эти требования в отраслях машиностроения можно выполнить только при постоянном и совершенном технико-экономическом анализе новых объектов производства, основанном на современных теоретических разработках и методологии. В общегосударственных и отраслевых методиках определения эффективности новой техники, в работах ученых, посвященных теории и методологии технико-экономического анализа в этих отраслях, вопросы анализа машин и приборов рассматриваются главным образом в процессе конструкторской и технологической подготовки производства.

На основании опыта технико-экономического анализа новой техники, результатов научно-исследовательских работ, выполненных в частности, на кафедре экономики и организации производства МВТУ им. Н. Э. Баумана, в данной книге впервые комплексно рассмотрены некоторые вопросы технико-экономического анализа в машиностроении по фазам «жизненного цикла» изделий — от проведения научно-исследовательских работ и до устойчивого выпуска освоенных производством изделий.

При изложении методологии и практики технико-экономического анализа большое внимание уделено его связи с объемом исходной информации. Поэтому, например, при технико-экономическом анализе НИР подробно рассмотрены методы экспертных оценок, а при анализе конструкций и технологии — создание технико-экономических и математических моделей и т. д. Показана методика отбора параметров и показателей при создании моделей, принципы технико-экономической оптимизации конструкторских, технологических и производственных решений, механизации и автоматизации расчетов, включения их в систему автоматизированного проектирования (САПР). Некоторые важные вопросы технико-экономического анализа рассмотрены более углубленно или на примерах конкретных изделий или отдельных этапов технической подготовки производства. Отдельная глава посвящена функционально-стоимостному анализу, играющему все большую роль в совершенствовании конструкций изделий и технологии производства.

Пожелания и замечания по книге просьба направлять по адресу: 107076 Москва, Стромынский пер., д. 4, издательство «Машиностроение».

# ГЛАВА 1

## СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МАШИН И ПРИБОРОВ

---

### 1.1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ

Современные требования повышения эффективности общественного производства ставят перед машиностроителями страны важнейшую задачу — обеспечить отрасли народного хозяйства высокоэффективными, производительными, точными и экономичными машинами.

В решении этой задачи важная роль принадлежит системному технико-экономическому анализу создаваемых машин, позволяющему в условиях многовариантности инженерных решений добиваться оптимизации в выборе и реализации таких потребительских свойств новой техники, которые обеспечивают максимальную ее эффективность в эксплуатации. Потребительские свойства, определяющие вид и степень полезности техники в рабочем процессе, отражают в своей совокупности систему показателей ее качества.

Для оценки уровня качества новой техники и управления процессом его формирования с использованием методов технико-экономического анализа необходимо прежде всего правильно выбрать и количественно определить такие показатели потребительских свойств, которые наиболее полно характеризуют новую технику с точки зрения ее влияния на повышение производительности общественного труда в народном хозяйстве.

В практике часто встречаются случаи, когда для оценки качества машин и оборудования показатели потребительских свойств подменяются рядом произвольно взятых параметров, характеризующих тот или иной технический эффект. Так, для оценки качества металлорежущих станков часто выдвигаются такие параметры, как виброустойчивость, статическая жесткость, мощность привода, потери в механизмах привода, пределы частоты вращения и подачи. Нетрудно заметить, что все перечисленные параметры проявляются через соответствующие показатели потребительских свойств. Во многих случаях они отражают частичные и промежуточные технические результаты. Возникают трудности в экономическом обосновании таких параметров, и, как следствие, неоправданный их выбор. Поэтому первым этапом проводимого при создании новых машин технико-экономического анализа является обоснование основных показателей качества этих машин.

Среди показателей качества, характеризующих изделие как объект эксплуатации, можно выделить следующие основные группы эксплуатационных показателей:

показатели, отражающие технические возможности изделия по основному назначению и определяющие рациональную область его применения;

показатели точности и однородности работы изделия;

показатели производительности в единицу времени при максимальном использовании технических возможностей изделия;

показатели надежности работы — безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость;

показатели экономичности эксплуатации изделия, определяющиеся затратами на его эксплуатацию в единицу времени, на единицу продукции или работы;

экологические показатели;

показатели, отражающие эргономические и эстетические характеристики конструкции.

Эксплуатационные показатели качества имеют двойственную основу: с одной стороны, они отражают полезность изделия в его рабочем процессе, с другой — представляют многофакторную функцию технических параметров и характеристики изделия и его функциональных элементов. Зависимости между показателями качества изделия и его разнообразными техническими параметрами не могут быть долгосрочными и тем более постоянными. Технический прогресс в том и заключается, что происходит творческий поиск в процессе выбора и реализации новых технических решений при прсектировании деталей, узлов, механизмов, агрегатов и изделия в целом, способствующих появлению новых качественных и количественных зависимостей между техническими параметрами и показателями качества. Единство между ними состоит в том лишь, что все без исключения многочисленные технические параметры проявляются только через показатели качества при эксплуатации изделия. И поэтому не отдельные субъективно выделенные конструкционно-технические параметры определяют его качество, а степень соответствия главному назначению, выраженная системой показателей качества.

Новая техника, помимо рассмотренных потребительских свойств, обладает еще одним важным свойством, а именно тем, что при ее создании затрачивается живой и овеществленный труд, определяющий величину капиталовложений потребителя этой техники. Если потребительские свойства, выражающие возможности изделия в рабочем процессе, характеризуют его как объект эксплуатации, то величина капиталовложений потребителя характеризует это изделие как объект производства в условиях машиностроительного завода-изготовителя.

Величина затрат на создание новой техники, с одной стороны, зависит от технических параметров и характеристик конструкции, определяющих в своей совокупности эксплуатационные свойства, с другой, — от производственно-технологических факторов, перечень и характер которых зависит от типа производства, конструкционно-технологической сложности продукции, прогрессивности технологии, оснастки и др., а свое проявление эти затраты находят в виде расходных показателей в сфере производства. К числу важнейших производственно-технологических расходных показателей относятся трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость, фондо-

емкость и, как обобщающий показатель,— себестоимость производства изделия.

Таким образом, эксплуатационные показатели, заложенные в новую технику при ее создании, должны обеспечить определенный экономический эффект в народном хозяйстве при эксплуатации этой техники и соответствовать лучшим образцам отечественной и зарубежной техники. Реализация этих эксплуатационных показателей в конкретной конструкции изделия в процессе изготовления при воздействии производственно-технологических факторов определяет величину расходных показателей в виде себестоимости и цены данного изделия. Поэтому количественные значения эксплуатационных показателей новой техники и производственно-технологических расходных показателей должны определять качество данного изделия, а их прогрессивное соотношение — экономическую эффективность изделия в процессе эксплуатации. На рис. 1.1 представлена в обобщенном виде типовая система показателей качества продукции машиностроения в их абсолютном и относительном выражении.

Абсолютными показателями качества изделия являются эксплуатационные и производственно-технологические расходные показатели, которые количественно выражают абсолютные значения свойств в натуральной форме и в совокупности определяют абсолютный уровень качества при сравнительном анализе с базовыми показателями.

Относительные показатели качества характеризуют, как правило, сравнительную удельную экономичность производства и эксплуатации изделия. Все они формируются только из абсолютных показателей в виде определенных соотношений и дополняют последние при сравнении и выявлении степени совершенства объектов новой техники при сопоставлении их между собой и с лучшими зарубежными образцами.

Экономическая эффективность — итоговый показатель качества, получаемый как результат взаимодействия абсолютных и относительных показателей в сферах производства и эксплуатации.

В зависимости от вида промышленной продукции, от ее характерных особенностей, назначения и области применения, от требований, предъявляемых условиями эксплуатации, новая техника может характеризоваться всей совокупностью эксплуатационных показателей, некоторыми из них или их комбинацией. По тем же причинам состав технических параметров (состав и номенклатура), определяющих тот или иной эксплуатационный показатель, в каждом конкретном случае может быть различным для различных видов техники.

Например, показатель «Технические возможности изделия по основному назначению» должен раскрыть потребителю те технические возможности, которыми наделена данная техника с точки зрения рациональной области ее применения или использования. Для универсальных металлорежущих станков — это максимальные габариты обрабатываемой детали (рабочей зоны), для транспорт-

| Показатели качества изделия |                                          |                             |               |                                      |                                     |                                                                |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|
| Абсолютные                  | Производственно-технологические расходы  |                             |               |                                      |                                     | Эксплуатационные                                               |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Материалоемкость и ее структура          | Трудоемкость и ее структура | Энергоемкость | Себестоимость и оптовая цена изделия | Капитальные вложения в производство | Технические возможности изделия по основному назначению        | Производительность изделия в единицу времени | Точность и однородность работы изделия | Надежность работы |               |                    |               | Экологические показатели | Эргономические и эстетические характеристики | Капиталовложения потребителя | Себестоимость единицы продукции (работы) |
|                             |                                          |                             |               |                                      |                                     |                                                                |                                              |                                        | Долговечность     | Безотказность | Ремонтопригодность | Сохраняемость |                          |                                              |                              |                                          |
|                             |                                          |                             |               |                                      |                                     |                                                                |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
| Относительные (удельные)    | Масса изделия                            |                             |               |                                      |                                     | Эксплуатационные расходы (по видам)                            |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Определяющий эксплуатационный показатель |                             |               |                                      |                                     | Определяющий эксплуатационный показатель                       |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Трудоемкость                             |                             |               |                                      |                                     | Себестоимость изделия+ эксплуатационные затраты за срок службы |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Определяющий эксплуатационный показатель |                             |               |                                      |                                     | Количество выполненной работы за срок службы                   |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Себестоимость                            |                             |               |                                      |                                     | Прочие относительные (удельные) показатели                     |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
|                             | Определяющий эксплуатационный показатель |                             |               |                                      |                                     |                                                                |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |
| Экономическая эффективность |                                          |                             |               |                                      |                                     |                                                                |                                              |                                        |                   |               |                    |               |                          |                                              |                              |                                          |

Рис. 1.1. Система показателей качества изделия

ных средств — грузоподъемность, для приемной радиоаппаратуры — диапазон приема, чувствительность в диапазонах, полоса воспроизведения звуковых частот. Для техники одноцелевого назначения (турбины, генераторы и др.) показатель «Технические возможности машин» может выражаться через показатель «Производительность машин в единицу времени», т. е. мощностью этих машин. Показатель «Точность и однородность работы изделия», как правило, используется для характеристики некоторых видов технического оборудования, контрольно-измерительных приборов и др.

Разработанная система показателей качества для отдельных видов и групп промышленной продукции характеризует технический и технико-экономический уровни данной продукции, которые по своему значению должны определить степень совершенства ее с точки зрения возможностей современной техники, технологии и требований народного хозяйства. Технический уровень должен включать в первую очередь определяющие для данной техники эк-

сплуатационные показатели, имеющие решающее и принципиальное значение для потребителя. Как правило, такими показателями для оценки технического уровня машины, оборудования, прибора являются абсолютные эксплуатационные показатели, так как именно их количественные значения в своей совокупности по определенной закономерности определяют уровень прогрессивности и качества новой техники.

Для сравнения и выявления степени совершенства и эффективности новой техники при сопоставлении их с лучшими образцами отечественной и зарубежной практики используются также и относительные (удельные) показатели, характеризующие технико-экономический уровень техники. Показатели технико-экономического уровня формируются из абсолютных эксплуатационных и производственно-технологических расходных показателей качества путем их относительного соизмерения. Например, двигатель внутреннего сгорания характеризуется удельной массой (кг/кВт), удельным расходом топлива (г/кВт·ч); электродвигатель — удельной массой (кг/кВт) и т. д.

Важное значение при создании новой техники имеет перспективный технический уровень, который должен отражать: перспективы развития тех отраслей народного хозяйства, для которых предназначена данная техника; тенденции научно-технического прогресса в области создания данной техники. Он должен учитывать сроки проектирования и освоения новой техники.

## **1.2. ФОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ ТЕХНИКИ**

В каждом конкретном случае, используя типовую систему показателей качества как методологическую основу, необходимо научно обосновать как выбор самих эксплуатационных показателей новой техники, так и совокупность технических параметров и характеристик ее функциональных элементов. На рис. 1.2 показана схема формирования показателей качества проектируемой машины при воздействии методов технико-экономического анализа. На стадии разработки технического задания обосновываются эксплуатационные показатели новой техники, количественное значение которых в совокупности должно обеспечить необходимый экономический эффект при их реализации в конструкции и соответствовать уровню лучших образцов техники аналогичного назначения.

В зависимости от назначения техники, ее специфических особенностей и условий эксплуатации технические требования могут быть представлены в виде качественного улучшения одного, нескольких или всех эксплуатационных показателей. Но при этом всегда следует иметь в виду, что современная машина характеризуется сложной совокупностью показателей в их тесной взаимосвязи. Качественные изменения, вносимые только в один показатель, в различной степени сказываются на каждом из остальных и на всей их совокупности. Взаимосвязи между эксплуатационными

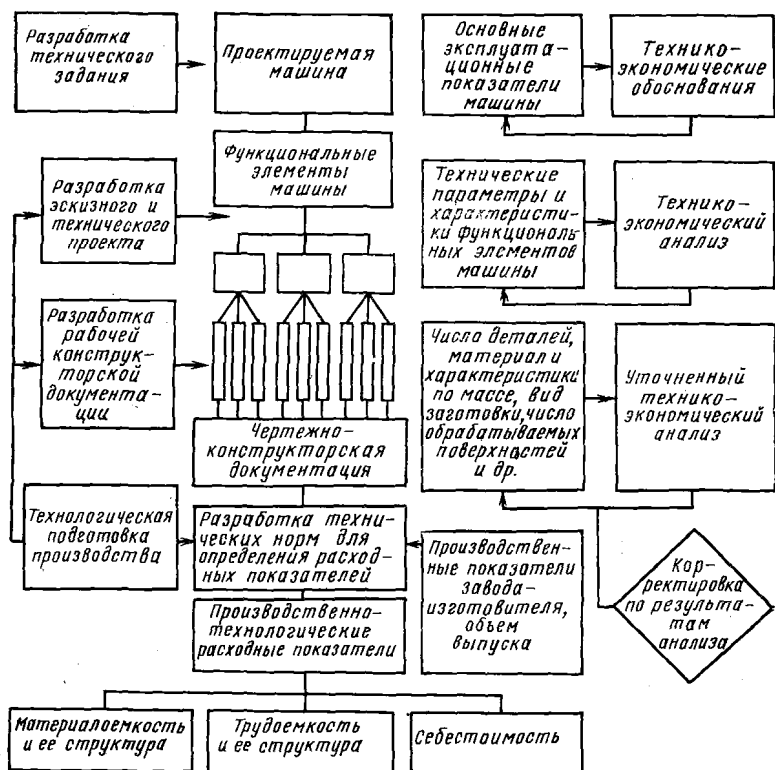


Рис. 1.2. Формирование показателей качества машин при проектировании

показателями изделия часто носят противоречивый характер. В отдельных случаях улучшение одного показателя приводит к ухудшению других, снижая эффективность и качество изделия в целом. Поэтому при проектировании новой техники, помимо повышенных требований к отдельным ее показателям, должны быть четко зафиксированы требования, предъявляемые при этом ко всем остальным, исходя из технических возможностей достижения их оптимального значения. Например, постановка задачи повышения производительности машины в единицу времени должна всегда содержать конкретные технические и экономические ограничения по другим показателям, т. е., приступая к созданию новой машины с повышенной производительностью, необходимо провести технико-экономический анализ и обоснованно доказать, какими при этом должны быть значения других показателей, характеризующих безотказность работы машины, ее долговечность, экономичность и др.

В отдельных случаях новое изделие по некоторым показателям может по объективным причинам уступать базовой модели, но в целом эффективность и качество новой модели должны быть выше.

По мере дальнейшей проработки проекта (эскизный, технический и рабочий проекты) определяется функциональный состав создаваемого изделия, формируются технические параметры, характеристики и требования на отдельные, входящие в его состав функциональные элементы. Для повышения эффективности принимаемого инженерного решения разработчик должен проводить тщательный анализ и выбирать такой вариант, который, с одной стороны, обеспечит необходимый технический эффект, направленный на получение заданного эксплуатационного показателя, а с другой,— мог бы быть реализован в производстве с минимальными затратами путем улучшения технологичности конструкции, использования прогрессивных материалов и др.

На стадиях технологической подготовки производства происходит дальнейшее преобразование эксплуатационных показателей новой техники в производственно-технологические расходные показатели. Здесь с учетом конструктивно-технологических особенностей создаваемой техники, объема выпуска, уровня технологической оснащенности завода-изготовителя и др. ведется подетальный и пооперационный расчет норм для определения материалоемкости, трудоемкости, а затем и себестоимости данной техники.

Таким образом, машина обладает эксплуатационными свойствами, количественное выражение которых определяет систему показателей их качества. Но они, в свою очередь, представляют собой сложную техническую систему, состоящую из взаимосвязанных функциональных элементов (модулей, агрегатов, блоков, механизмов и др.), взаимодействующих как единое целое. При этом состав свойств и характеристик функциональных элементов принципиально отличается от свойств всей технической системы.

Чем сложнее техническая система, тем больше уровней иерархического ее деления. Функциональный элемент технической системы каждого уровня обладает специфичными свойствами, которые, в свою очередь, отличаются от свойств функциональных элементов высшего ранга. В процессе проектирования, который протекает, как правило, от высшего ранга к низшему, требования к техническим параметрам и характеристикам сборочных единиц и деталей формируются на высших уровнях в виде конкретных количественных показателей. Превышение этих показателей у одного или нескольких функциональных элементов не во всех случаях может привести к улучшению свойств элемента высшего ранга и тем более свойств технической системы в целом. И поэтому основной задачей разработчика при конструировании функциональных элементов технической системы является строгое обеспечение заданных значений технических параметров и характеристик с минимальными затратами материальных, энергетических и трудовых ресурсов при их реализации в конструкции изделия. На это и должен в первую очередь быть направлен творческий поиск разработчика по выбору оптимального варианта инженерного решения.

Для прогнозирования и формирования показателей качества новой техники используют метод экспертных оценок (см. гл. 4),

методы экстраполяции и экономико-математического моделирования (см. гл. 5).

Метод экспертных оценок основан на соответствующем обобщении мнений ведущих специалистов о тенденциях перспективного развития техники и применяется в тех случаях, когда нет достаточного опыта в производстве и эксплуатации техники аналогичного вида и поэтому не выявлены закономерности ее развития.

Метод экстраполяции основан на изучении опыта производства и эксплуатации аналогичной техники, на выявлении характера и закономерностей изменения ее основных показателей и на предположении, что эти закономерности в перспективном периоде сохранятся. Так как данный метод не всегда в полном объеме учитывает перспективы научно-технического прогресса (см. гл. 2), его следует применять с определенными экспертными дополнениями. Следует отметить, что прогнозирование значения показателей качества дается в определенном диапазоне, причем одним из крайних значений служит значение, полученное методом экстраполяции.

С помощью метода экономико-математического моделирования расходные производственно-технологические показатели (материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость и себестоимость) определяются как функции, аргументами которых являются основные эксплуатационные показатели изделия, технические параметры и характеристики его функциональных элементов, производственно-технологические условия производства.

Для разработки моделей используют статистические материалы, технические и технологические функциональные закономерности, нормативно-справочные данные и др., с помощью которых определяются количественные соотношения между перечисленными аргументами и расходными показателями.

Экономическая эффективность промышленной продукции является обобщающим выражением уровня ее качества, так как новая техника может быть признана эффективной только в том случае, когда ее применение экономит больше общественно необходимого труда, чем израсходовано на изготовление данной техники. Чем больше эта разница, тем выше уровень качества создаваемой техники.

## **ГЛАВА 2**

### **РОЛЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА МАШИН**

---

#### **2.1. СУЩНОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

Успешное решение задачи повышения эффективности и качества машин неотделимо от научно-технического прогресса (НТП) и необходимости овладения методами эффективного управ-

ления НТП. Можно выделить ряд особенностей, отражающих природу НТП и характер влияния НТП на рост экономических показателей производства.

Во-первых, НТП проявляется в том, что в отраслях машиностроения в возрастающих масштабах используются новые знания (научные основы управления производством, методы технико-экономического анализа создаваемых конструкций изделий и т. д.), новая техника, технология, материалы. В результате технической, технологической и организационной перестройки качественно изменяется уровень машиностроительного производства, возрастает его экономическая эффективность.

Во-вторых, НТП является диалектическим процессом, т. е. используемая техника находится в состоянии непрерывного развития и совершенствования. Характерно, что повышение качества изделий и прогрессивные качественные преобразования в технике составляют основное содержание научно-технического прогресса. Как отмечалось в гл. 1, качество изделия определяется соотношением между величиной основного технического эксплуатационного показателя и затратами, связанными с реализацией этого показателя (рис. 2.1). На активном участке развития техники данного вида ( $t_2-t_3$ ) соотношения между показателем и затратами обеспечивают непрерывное повышение экономичности машины. Однако, начиная с  $t_3$ , когда возможности технического развития изделия исчерпаны, соотношения нарушаются. Иными словами, для обеспечения дальнейшего роста экономичности машины определенного эксплуатационного назначения к моменту  $t_3$  необходимо создать новую конструкцию, существенно меняющую величину основного показателя, т. е. момент  $t_3$  характеризует качественный скачок в развитии техники. Предвосхитить, т. е. спрогнозировать качественное преобразование в технике непросто. Для этого необходимо знать закономерности развития техники определенного вида, владеть методами технико-экономического анализа конструкций на стадиях создания техники, особенно на стадиях проведения научно-исследовательских работ и на ранних стадиях проектирования.

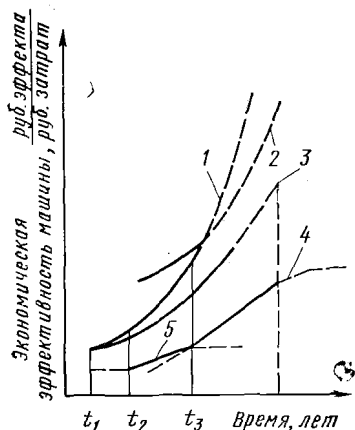


Рис. 2.1. Закономерность изменения экономической эффективности изделий в ходе их технического развития:

1 — рост эксплуатационных годовых затрат машины первого поколения; 2 — то же, машины второго поколения; 3 — планируемый рост определяющего технического параметра машины (например, грузоподъемности); 4 — рост экономической эффективности машины второго поколения; 5 — то же, машины первого поколения

печения дальнейшего роста экономичности машины определенного эксплуатационного назначения к моменту  $t_3$  необходимо создать новую конструкцию, существенно меняющую величину основного показателя, т. е. момент  $t_3$  характеризует качественный скачок в развитии техники. Предвосхитить, т. е. спрогнозировать качественное преобразование в технике непросто. Для этого необходимо знать закономерности развития техники определенного вида, владеть методами технико-экономического анализа конструкций на стадиях создания техники, особенно на стадиях проведения научно-исследовательских работ и на ранних стадиях проектирования.

В-третьих, научно-технический прогресс, как решающий фактор повышения эффективности общественного производства, проявля-

ет себя лишь при определенных условиях, при определенной экономической ситуации и соответствующих масштабах распространения техники в отраслях народного хозяйства. Поэтому необходимы особые методы экономического анализа эффективности НТП, когда исследуется возможность использования системы изделий.

Номенклатура технических средств, определяющая масштабы и темпы технического прогресса в области активной части средств производства (прежде всего машин, оборудования, приборов), увеличилась в период 1976—1983 гг. на 12 тыс. наименований. Повышается качество продукции. Так, 45 тыс. наименований изделий в 1983 г. присвоен государственный Знак качества. Развивается автоматизация управления, в том числе число систем управления технологическими процессами увеличилось в 1983 г. на 527 единиц.

Одним из ведущих направлений НТП в машиностроении является создание принципиально новых изделий. Многие из используемых в настоящее время видов техники находятся на завершающей стадии своего развития. В будущем дальнейшее совершенствование этой техники без перестройки принципов действия станет нецелесообразным. К этому времени необходимо подготовить определенный научный и технический задел к созданию комплексов принципиально новых машин, потребительские свойства которых обеспечат дальнейший рост экономической эффективности общественного производства. Характерным в этом отношении является развитие техники для импульсной, плазменно-механической и лазерной обработки. К качественно новым характеристикам импульсной обработки, например, относятся кратковременность процессов, большие развиваемые энергетические мощности, высокое качество продукции. Экономический эффект от внедрения данной техники даже при относительно узких областях применения измеряется миллионами рублей в год. Техника плазменно-механической обработки обеспечивает разупрочнение поверхностного слоя заготовок перед механической обработкой воздействием плазменной дуги в активных газах. В результате обеспечивается высокая эффективность последующих стадий рабочего процесса. По расчетам специалистов, использование этой техники за пятилетку может дать эффект в несколько сот миллионов рублей. Широкие возможности открываются с применением лазерных установок для сверления, резки, сварки, термообработки металла. Производительность труда на операциях обработки лазером повышается в 3—4 раза [2.2].

Следует заметить, что совершенствуется и существующая техника. Данное направление НТП экономически обосновывается тем, что накопленные знания и опыт обеспечивают техническое обновление машин без перестройки принципиальных основ их работы. Например, повышение в экономически оптимальных размерах единичной мощности оборудования, агрегатов, установок составляет одну из характерных тенденций в НТП. Это направление особенно результативно в отношении машин, осуществляющих функции преобразования энергии и вещества. В химическом машиностроении, например, уже в десятой пятилетке при производстве пиролиза

начали использовать установки мощностью 300 тыс. т в год вместо установок мощностью 60 тыс. т, выпускавшихся в девятой пятилетке. Увеличение мощности установки дало годовой эффект 21 млн. руб. за счет роста производительности труда в 3,5—4 раза, снижения удельной стоимости оборудования почти на 30%, удельной металлоемкости — на 15%, расхода электроэнергии — в 6,5 раза, снижения себестоимости конечной продукции — в 2 раза. В одиннадцатой пятилетке создаются еще более мощные установки [2.2].

Рост экономической эффективности машиностроительного производства на базе совершенствования всех элементов его структуры — второе направление НТП. Происходит перестройка технической базы производства: повышается производительность труда, главным образом, за счет механизации и автоматизации производства, внедряются новая технология и материалы, повышается уровень организации и управления производством.

Машиностроение СССР обладает мощным техническим потенциалом. Растет удельный вес заготовительного оборудования, повышается точность формообразования на ранних стадиях производства, расширяются масштабы применения программно управляемых машин и устройств. Широко используются экономические возможности модернизации оборудования. В девятой пятилетке в промышленности ежегодно улучшались характеристики 146 тыс. единиц оборудования, в десятой — 162 тыс.

Большое значение имеет механизация и автоматизация транспортирования и складирования продукции, контрольных операций, тяжелых и вредных работ. Число комплексно-механизированных и автоматизированных участков, цехов, производств, предприятий составляло в промышленности более 66 тыс. на конец девятой пятилетки, более 83 тыс. в 1979 г. и более 97 тыс. в 1983 г., в том числе около пятой части — в машиностроении. Значительные возможности механизации и автоматизации ручных работ заключены в роботизации машиностроительного производства. Эти принципиально новые многоцелевые технические системы способны выполнять за человека многие универсальные ручные операции, решая одновременно сложные логические задачи.

## **2.2. СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

Научно-технические программы, а также проведение конкретных технических разработок нуждаются в критериях оценки их эффективности, особенно с точки зрения экономических последствий НТП.

Вместе с тем влияние научно-технического прогресса на экономику носит своеобразный характер. НТП является решающим, но не единственным фактором, формирующим перспективы экономики и социального развития общества. Из этого следует, что подход к критериальной оценке экономических и социальных

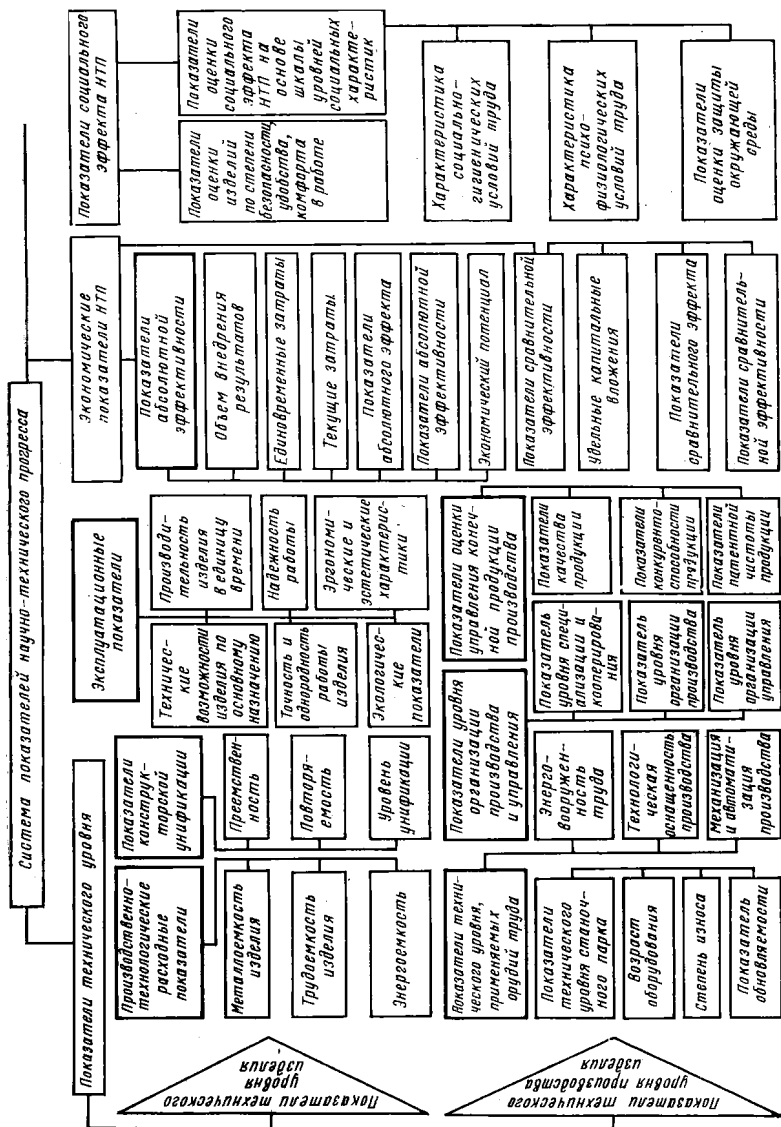


Рис. 2.2. Система показателей, отражающих направления научно-технического прогресса

последствий НТП должен иметь свою специфику. Необходимо выделить линию технического развития изделий, а также экономические, социальные и экологические последствия этого развития (рис. 2.2).

Показателями технического уровня фиксируют и измеряют прогрессивные изменения в совокупности свойств конкретных изделий в результате мероприятий НТП. Они характеризуют изделие как объект производства и как объект эксплуатации. Производственно-технологические показатели (материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость) используются как для оценки качества, так и технического уровня изделия (см. гл. 1). Они отражают затраты важнейших ресурсов при производстве продукции и этим определяют индивидуальную себестоимость изделия. Положительное влияние на сокращение затрат при подготовке и освоении новой продукции оказывает повышение уровня конструкторской унификации изделия.

Эффективность новой техники в решающей мере определяется влиянием прогрессивных изменений в системе эксплуатационных показателей изделия и прежде всего тех, которые отражают его основное назначение. Набор их различен. Такое важное потребительское свойство машин, как производительность, для приборов и вычислительных систем выражается через их быстродействие. Показатель может при этом отражать переход от одного поколения техники к другому поколению более высокого уровня.

С помощью отдельной группы показателей НТП отражаются прогрессивные изменения в техническом уровне машиностроительного производства: показатели оценки применяемых орудий труда; показатели организации производства и управления; показатели уровня выпускаемой продукции. Уровень применяемых орудий труда определяется характеристиками станочного парка, достижениями в области механизации и автоматизации производства, качеством технологической оснастки. Выпускаемая продукция характеризуется показателями качества, патентной чистотой и конкурентоспособностью продукции.

Несмотря на исключительную важность показателей технического уровня, они не могут в полной мере отразить общественную полезность направления и результатов НТП, служить окончательными критериями при выборе инженерных решений. Задача решается использованием системы экономических показателей, которые укрупненно разделяются на показатели абсолютной и сравнительной экономической эффективности НТП.

Социальный эффект НТП оценивается с помощью показателей, отражающих безопасность машин, удобство и комфорт при работе с ними.

Рассмотренная система показателей в той или иной степени используется при технико-экономическом анализе создаваемых машин, является основой для формирования классификационных