

*М.Г. Карпунин
Я.Г. Любинецкий
Б.И. Майданчик*

ЖИЗНЕННЫЙ
ЦИКЛ
И
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
МАШИН

М.Г. Карпунин
Я.Г. Любинецкий
Б.И. Майданчик

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАШИН



Москва
•Машиностроение•
1989

ББК 65.9(2)304.15-5

К26

УДК [658.01:621] + [658.012.2+658.147+658.155.011.47+658.310.85]

Рецензент канд. экон. наук В.Н. Варваров

Карпунин М.Г. и др.

К26 Жизненный цикл и эффективность машин / М.Г. Карпунин, Я.Г. Любинецкий, Б.И. Майданчик. – М.: Машиностроение, 1989. – 312 с.: ил.

ISBN 5-217-00505-X

Рассмотрены формы, методы эффективного использования ресурсов при создании, производстве и эксплуатации машин. Исследованы структура и содержание затрат ресурсов по стадиям и этапам жизненного цикла, предложена методика определения суммарных затрат. Проанализирован передовой опыт и сформулированы предложения по снижению затрат на стадиях и этапах жизни машины, сокращению сроков выполнения работ по исследованиям, разработке, подготовке и освоению производства машин. Изложены вопросы информационного, организационного и экономического обеспечения процессов управления жизненным циклом машин (ЖЦМ).

Для инженеров, экономистов и других специалистов предприятий (объединений), НИИ и КБ.

К $\frac{2701010000 - 065}{038(01) - 89}$ 65 - 89.

ББК 65.9(2)304.15-5

ISBN 5-217-00505-X

© Издательство "Машиностроение", 1989

ВВЕДЕНИЕ

Принятая в 1985 г. Программа по коренному повышению технического уровня, качества машиностроительной продукции и развитию машиностроения как основы научно-технического прогресса предусматривает осуществление большого комплекса мер, направленных на коренное обновление производимой продукции, в результате которого в ближайшее время по важнейшим видам техники необходимо выйти на мировой уровень, на придание качественно нового состояния организационно-техническому уровню и всему потенциалу отраслей машиностроительного комплекса. Предстоит осуществить перестройку системы научно-технической информации, укрепление лабораторно-экспериментальной и научно-исследовательской базы, совершенствование системы организации оплаты и повышение фондовооруженности инженерного труда, освоение прогрессивных методов проектирования и поиска новых технических решений. Коренные изменения касаются инвестиционной политики в пользу переключения средств с нового строительства на техническое перевооружение и реконструкцию, увеличения выпуска техники новых поколений и техники, в наибольшей степени удовлетворяющей конкретные функциональные потребности ее пользователей; внедрение качественно новых форм комплектной поставки, ремонта и сервисного обслуживания, прежде всего наиболее сложных комплексов машин.

Наряду с этим следует выделить: развитие инструментальных и других цехов технологической подготовки производства; резкое увеличение производства специального технологического оборудования для собственных нужд; расширение сферы применения новых технологий; улучшение использования материально-технической базы путем увеличения коэффициента сменности работы оборудования, ряд других мероприятий по улучшению использования потенциала машиностроения. Большое внимание уделяется мерам организационно-экономического характера: изменение принципиального подхода к вопросам специализации и кооперирования производства; углубление международного экономического и научно-технического сотрудничества; освоение принципов нового хозяйственного механизма; сосредоточение внимания на раскрытии и использовании больших потенциальных резервов человеческого фактора через развитие самоуправления; обеспечение социальной защищенности человека труда; всемерное повышение компетентности и квалификации специалистов в условиях перехода к технике и технологиям новых поколений и т.д.

Очевидно, каждое из этих (далеко не полностью перечисленных) мероприятий представляет собой сложное направление деятельности,

требующее учета всевозможных факторов и условий, и должно осуществляться не само по себе, а в тесной взаимосвязи с остальными мероприятиями. Стержнем, соединяющим эти мероприятия в одной программе, является тоже сложный объект, относительно которого должно направляться действие мероприятий и оцениваться их результативность, — это само машиностроение.

Напрашивается естественный вывод: чтобы обеспечить успешную, а следовательно, и своевременную реализацию программы модернизации отечественного машиностроения как материальную гарантию осуществляемой в стране перестройки, необходимо в корне изменить стратегию управления развитием машиностроения. Объективно развивающийся процесс общественного разделения труда привел к тому, что естественная дифференциация трудовых процессов по различным стадиям жизненного цикла машины (формирование замысла, разработка документации, подготовка производства, изготовление, доставка до места использования, эксплуатация, поддержание в работоспособном состоянии и утилизация) пришла в конце концов к обособлению не только предмета и условий труда отдельных групп работников, но и их интересов.

По мере усложнения техники и производственного процесса преимущества дифференциации труда все больше превращаются в свою противоположность, начиная оказывать все более негативное влияние на научно-технический прогресс.

Ранее сложившийся механизм хозяйствования в своей основе был построен на привязке ответственности исполнителей к результатам их конкретного труда, чаще всего не соотносенным с конечными результатами общего труда. Между тем выявление этого соотношения является весьма проблематичным; участники каждой отдельной стадии жизненного цикла, как правило, не имеют представления о совокупных затратах за весь жизненный цикл машины и, следовательно, не могут сопоставить эти затраты и собственную долю в них с потенциально возможным или реальным эффектом от применения этой машины в реальных условиях эксплуатации. В связи с этим деятельность участников каждой стадии определяется локальными интересами, способы сведения которых к единому народнохозяйственному интересу до сих пор не найдены. Стремление к удовлетворению обособленного группового интереса порождает неоправданный расход ресурсов живого и овеществленного труда, отдаляет достижение необходимых конечных результатов и в итоге ведет к снижению эффективности общественного производства.

Переход на принципы полного хозрасчета и самофинансирования сам по себе не может устранить эти недочеты, присущие всякому развитому производству, где конкретного потребителя и конкретного

производителя разделяет большое число организаций, имеющих свои интересы, далеко не всегда ориентированные на конечные результаты.

Капиталистическая экономика для преодоления этих преград разработала маркетинг как систему мер, с помощью которых крупные компании изучают особенности потребительского спроса, экономические формы его проявления, определяют способы воздействия на него и удовлетворения с целью расширения сбыта производимых ими товаров. Многие элементы маркетинга пригодны для использования в социалистической экономике, но ей еще предстоит создать свой собственный "маркетинг", учитывающий специфику общенародной собственности на средства производства и различные, в том числе развивающиеся, формы владения ею.

Одной из таких форм социалистического маркетинга является система управления совокупными затратами ресурсов, занятых в полном жизненном цикле техники. При этом жизненный цикл изделия (машины) должен рассматриваться как единое целое - от научных исследований и разработки нового образца до истечения срока его производительного использования, включая утилизацию. Отсюда система управления совокупными затратами по всему жизненному циклу потенциально более эффективна, чем традиционный капиталистический маркетинг. Поэтому столь важно, чтобы ею овладел широкий круг специалистов.

Приведем один пример в пользу сказанного. Допустим, что заказчик заинтересован в существенном повышении надежности какой-то машины, предназначенной для долговременного пользования. Однако достижение требуемых параметров вызывает существенное увеличение затрат у разработчиков и изготовителей этой машины - денежных средств на НИР, ОКР, материальных и трудовых ресурсов на подготовку, организацию и сам процесс производства. При этом в сравнении с аналогом могут быть ухудшены показатели удельной трудоемкости, энергоемкости и материалоемкости производства. В каком случае пойдут создатели новой техники на дополнительные затраты? Очевидно, в том, если при выпуске подобной техники будет удовлетворен их хозяйственный интерес: у них повысится объем произведенной и реализованной продукции, увеличится прибыль, возрастут фонды экономического стимулирования. Однако с точки зрения конечного народнохозяйственного результата прибыль изготовителя может расти лишь в меру роста эффекта вновь созданной техники.

Такой ориентир должен побуждать изготовителей уметь считать этот эффект, иметь представление о всей сумме затрат, обеспечивающих достижение его запланированной величины, хорошо знать не только факторы производства, но и условия функционирования производимой техники во всех возможных сферах ее применения, видеть

пути увеличения эффекта, заключенные в новейших достижениях научно-технического прогресса. В любом случае придется исходить из того, что совокупные затраты на создание и использование техники в принципе не могут превышать потенциально возможный эффект от ее будущего применения. Отсюда увеличение доли одного из участников в совокупных затратах возможно лишь за счет уменьшения его по другим стадиям жизненного цикла машины.

Возникает необходимость совершенствования методов выявления и учета связей участников жизненного цикла. Одним из направлений такого совершенствования представляется создание специального, межотраслевого элемента управления в общей системе управления экономикой – управления экономикой ЖЦМ. Чем больше фактов и связей, внутретадийных и междуэтадийных, будет учтено, тем больше появится дополнительных возможностей экономии ресурсов за ЖЦМ. Речь идет таким образом об обеспечении своеобразного технико-экономического единства всех составных частей народнохозяйственной экономики. Исходя из этих позиций, разработка концепции эффективности ЖЦМ может в определенной мере способствовать решению такой важной задачи, какой является соединение преимуществ социалистической системы хозяйства с достижениями современной научно-технической революции.

В работе, написанной на основе многолетних исследований авторов, изучения опыта ведущих предприятий и объединений нашей страны, а также зарубежного опыта, рассмотрены в комплексе такие вопросы, как содержание ЖЦМ, определение суммарных затрат и их оптимизация в рамках ЖЦМ, особенности экономического проектирования с использованием ЭВМ и, в частности, САПР, факторы формирования затрат на различных стадиях жизненного цикла, проблемы информационного обеспечения, наконец, проблемы материального стимулирования. При этом большинство общих и частных аспектов экономики машины исследуется прежде всего с точки зрения затрат и эффективности по ее жизненному циклу в целом.

1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ МАШИН И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

1.1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Процессы разработки, изготовления и потребления (эксплуатации и утилизации) конкретных видов машин и использования ресурсов, функционирование организационно-экономических структур и других

экономических явлений осуществляются в определенных временных и пространственных границах. Под воздействием возрастающих потребностей народного хозяйства, научно-технического прогресса машины, как и знания, периодически обновляются, т.е. характеризуются циклическим характером.

Для обозначения явлений, характеризующих продолжительность функционирования основных элементов процесса производства и машин, используют понятия жизненного цикла (ЖЦ), его стадий и этапов. При этом под жизненным циклом машины понимают продолжительность ее существования, начиная с момента обоснования проведения исследований, связанных с ее созданием, и заканчивая завершением работ по утилизации снятой с эксплуатации машины. Различные аспекты жизненного цикла машин и продукции в целом, элементов производства широко освещены в исследованиях Г.С. Поспелова, Е.Г. Яковенко, О.В. Яременко. Авторы дают развернутую характеристику временных границ цикла, структуризацию его по стадиям воспроизводственного процесса, содержание работ на отдельных стадиях, понятия жизненного цикла продукции (ЖЦП) и конкретных видов машин.

Впервые сделана попытка провести классификацию видов и состава жизненных циклов в экономических системах в работе [63]. Автор выделяет циклы жизни элементов производства, продукции, в том числе машин, организационных структур, в целом предприятия, фаз воспроизводственного процесса. Однако содержание этих жизненных циклов автор ограничивает параметрами временных границ и объемными показателями. Что же касается изучения жизненного цикла с позиций повышения эффективности его протекания, то автор подробно рассматривает эти проблемы лишь применительно к стадии изготовления машин.

Отсутствие комплексного описания всех сторон жизненного цикла машин, а именно параметров его временных и экономических границ, не позволяет в настоящее время решать задачи повышения эффективности использования ресурсов на разработку, производство и потребление машин. В то же время реализация положений радикальной экономической реформы, основанной преимущественно на экономических методах управления, значительно усиливает интерес трудовых коллективов к финансово-экономическим результатам работы - к получению оптимального дохода (прибыли), обеспечивающего работу предприятий на принципах самоокупаемости. В таких условиях хозяйствования нельзя ориентироваться лишь на локальные цели отдельных самостоятельных организационных структур. Принцип самофинансирования и полного хозрасчета предполагает необходимость учитывать экономические интересы одновременно и разработчиков, и изготовителей, и потребителей машин. Реализация этих целей предполагает создание действенной системы управления эффективностью ЖЦМ.

Исходным моментом исследования проблем управления ЖЦМ является определение его объективных временных и экономических границ. В качестве основных параметров временных границ ЖЦМ выступают его структура и продолжительность. К экономическим следует отнести объемные, затратные и качественные параметры цикла.

Весьма важным параметром ЖЦМ является его структура. Она представляет собой совокупность стадий, характеризующих относительно автономные фазы воспроизводственного процесса. В свою очередь стадии по видовому признаку выполняемых работ могут подразделяться на подстадии, этапы и подэтапы. Исключение какого-либо вида работ из полной структуры цикла ни в коей мере не означает, что экономия затрат на выполнение этих работ сократит затраты и повысит эффективность ЖЦМ. Например, экономия времени и ресурсов за счет сокращения работ по научным исследованиям (как свидетельствует отечественная и зарубежная практика) часто приводит к тому, что создаваемые машины по своим качественным параметрам не соответствуют лучшим достижениям науки и техники, что делает весь ЖЦМ малоэффективным. Исключение из структуры цикла этапа проведения одного из видов подготовки производства, как правило, значительно увеличивает затраты на производство машин и отрицательно сказывается на их качестве.

Как видно, временной аспект ЖЦМ тесно связан с затратным, который, в свою очередь, является производным от качественных параметров. Изменение ЖЦМ (его сокращение или удлинение), активно влияет на размер суммарных затрат. Связь между параметрами временных и затратных границ цикла при этом не является однозначной, функциональной. В одних случаях удлинение ЖЦМ приводит к увеличению общих затрат, в других — удлинение (например, более тщательная проработка машин) может дать значительную экономию в производстве или эксплуатации. Не вдаваясь на данном этапе в детали, отметим только, что исследования и, соответственно, оптимизация должны охватывать как каждый из параметров (время, качество и затраты) в отдельности, так и их совокупность.

Затраты на ЖЦМ, его продолжительность, качество машин в конечном счете определяют скорость и уровень удовлетворения потребностей народного хозяйства в эффективной технике. Даже при самых минимальных затратах времени и других ресурсов выпуск некачественной, но дешевой техники оборачивается убытком. Невысокое качество машин, нехватка специалистов по их эффективной эксплуатации не позволяют реализовать потенциальные возможности технического прогресса.

Конечно, вся многогранность взаимосвязей параметров, характеризующих временные и экономические границы ЖЦМ, может быть дета-

лизирована при раскрытии содержания каждого из следующих параметров: структуры, продолжительности, объема, качества, затрат. В наиболее общем виде характеристика ЖЦМ приведена в табл. 1.1, а влияние различных характеристик этих параметров на эффективность функционирования ЖЦМ раскрывается в последующих главах.

С позиций требований управления эффективностью ЖЦМ важным моментом в методологическом плане является классификация видов жизненных циклов по конкретным признакам.

По предметному (объектному) признаку различают жизненные циклы: хозяйственной системы; продукции; вида производства и его элементов; вида ресурсов; сферы деятельности; стадий производства и воспроизводственного процесса.

По широте границ циклы классифицируют на полные (интегральные), неполные и частные (локальные).

По уровням иерархии управления выделяют циклы, совершаемые в основном звене, территориально-производственных комплексах других звеньев управления народным хозяйством, а также и составных элементов циклов более высокого уровня.

Две последние группы являются соподчиненными по отношению к первой группе и предназначены для раскрытия характеристики каждого ЖЦ по объектному признаку.

В рамках жизненного цикла продукции можно выделить жизненный цикл конкретной модели машины (изделия), конкретной проблемы (проекта) или группы машин (номенклатурной единицы), изготавливаемых по единой технической документации; группы однородной продукции. Каждый из этих видов ЖЦ может быть полным, неполным или частным.

Полный жизненный цикл по временным границам характеризуется полной структурой стадий и продолжительностью, равной сумме продолжительностей циклов каждой стадии (частные ЖЦ), включая межцикловые ожидания.

Параметрами экономических границ ЖЦМ выступают:

количество произведенных и эксплуатируемых за цикл машин, выполненных объемов работ по НИР и ОКР, по подготовке производства, доставке продукции потребителю и утилизации снятых с эксплуатации машин;

суммарные затраты на весь объем перечисленного комплекса работ по созданию, производству, обращению и потреблению всего количества машин заданного качества за всю продолжительность цикла.

В самом общем виде длительность ЖЦМ

$$T_{\text{жц}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + \overset{n}{MT}, \quad (1.1)$$

где T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 — продолжительность стадий жизненного цик-

1.1. Основные параметры, характеризующие границы

Структура (стадии)	Временные	
	Продолжительность	
	Начало	Окончание
Исследования и разработка	Обоснование проведения НИР по конкретной про- дукции	Акт о сдаче опыт- ного образца за- казчику
Изготовление	Получение технической до- кументации по данной ма- шине	Отгрузка последней машины (партии), снятой с производ- ства
Обращение	Отгрузка потребителю первого экземпляра ма- шины	Поставка потреби- телю последнего экземпляра (пар- тии) машин
Эксплуатация	Получение потребителем первого экземпляра (партии) машины	Снятие с эксплуа- тации последнего экземпляра машины
Утилизация	Момент списания первого экземпляра машины с экс- плуатации	Завершение работ по утилизации по- следнего экземп- ляра снятой с эксплуатации машины или пере- даче его для вто- ричного исполь- зования

Объемные	Качественные	Затратные
Общие объемы работ, в том числе по НИР и ОКР	Соответствие показателей качества лучшим достижениям науки и техники	Суммарные затраты на НИР, конструкторскую и технологическую подготовку производства
Объемы выпуска (в натуральных единицах) машин по годам и в целом за ЖЦ	Поддержание высокого технического уровня и качества машин и производства	Суммарные затраты за ЖЦМ на подготовку производства; изготовление машин; на поддержание качества машин и уровня производства
Транспортно-заготовительные расходы на доставку продукции потребителю по годам и в целом за ЖЦ по видам транспорта	Обеспечение сохранности количественных и качественных параметров машин в процессе их хранения и транспортирования	Суммарные эксплуатационные затраты на доставку машин потребителю
Количество поставленной продукции в эксплуатацию за ЖЦ стадий производства и обращения, в том числе по годам, в разрезе основных сфер потребления (отраслей народного хозяйства и их инфраструктуре)	Максимальное использование эксплуатационных свойств машин и поддержание их на оптимальном уровне	Суммарные затраты на подготовку машины к эксплуатации; содержание и эксплуатацию, на восстановление и улучшение эксплуатационных свойств
Количество машин, утилизированных для сдачи в металлолом (захоронение отходов), для использования в качестве ремонтного фонда и исходного сырья, для передачи во вторичную эксплуатацию	Соответствие организационно-технического уровня производства работ современным достижениям науки и техники	Суммарные затраты на выполнение работ по утилизации

ла: исследований и разработки, изготовления, обращения, эксплуатации и утилизации; $\sum_{i=1}^n MT$ – межцикловые перерывы (ожидание) внедрения результатов предыдущего этапа.

Длительность цикла стадии исследований и разработки

$$T_1 = t_{\text{ф}} + t_{\text{ис}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{кп}} + t_{\text{тп}} + \sum_{i=1}^n Mt, \quad (1.2)$$

где $t_{\text{ф}}$, $t_{\text{ис}}$, $t_{\text{пр}}$ – продолжительность этапов фундаментальных, поисковых и прикладных исследований; $t_{\text{кп}}$, $t_{\text{тп}}$ – продолжительность этапов проектной части стадии: конструкторской и технологической подготовки производства; $\sum_{i=1}^n Mt$ – межэтапные перерывы.

Продолжительность ЖЦП – функция переменная и зависит от влияния факторов двух групп.

Факторы первой группы, влияющие на длительность жизненного цикла, классифицируются следующим образом:

технические – техническая новизна, сложность, надежность, производительность и т.п.;

экономические – себестоимость, потребность, мощность, рентабельность и т.п.;

организационные – серийность, сопряжение элементов жизненного цикла, характер управления и обслуживания и др.;

В числе факторов второй группы: переход на выпуск новой продукции, изменение технических требований заказчика, появление новых рынков сбыта.

Действие факторов зачастую противоречиво по своей направленности и результативности, что означает необходимость комплексного изучения негативных и позитивных сторон воздействия каждого из факторов на продолжительность жизненного цикла.

Неполный жизненный цикл отличается от полного по двум параметрам: по структуре стадий и объемному (количеству машин и объему работ).

Жизненный цикл может быть ограничен, с одной стороны, определенной совокупностью стадий: исследование и разработка – изготовление; исследование и разработка – изготовление – обращение – эксплуатация и т.п., с другой – определенным количеством изготовленных машин (например, за период до полного достижения

проектных годовых объемов изготовления и технико-экономических параметров машин в производстве, за первые два-три года производства и т.п.), а также конкретным сроком эксплуатации (например, за период до первого капитального ремонта или любой оптимальный срок службы машин).

Поскольку полный ЖЦП, например, автомобилей или электрических машин может включать ряд жизненных циклов номенклатурных единиц машин (по мере их обновления), состоящих в свою очередь из множества ЖЦ конкретных моделей машин, продолжительность ЖЦП характеризуется неопределенно длинным промежутком времени - многими десятилетиями лет. Поэтому с позиций конкретных задач управления эффективностью ЖЦ необходимо быть готовым к решению проблем или по полному ЖЦ конкретных моделей и номенклатурных единиц машин, проектов (проблем), процессов, или по частным и неполным ЖЦ. При этом следует подчеркнуть, что наивысшая эффективность управления ЖЦМ может быть достигнута лишь при обеспечении сопряженности развития ЖЦ машин, элементов производства, организационных структур и систем управления.

Таким образом, с учетом изложенных выше обстоятельств содержание ЖЦМ как экономической категории и объекта управления характеризуется:

- структурой жизненного цикла – временные границы начала и конца каждой стадии, подстадий, этапов и подэтапов жизненного цикла;

- описанием стадий, этапов и подэтапов;

- системой показателей, описывающей состояние объекта на каждой стадии и этапе;

- затратами каждой стадии (этапа) и в целом по циклу;

- заданным уровнем качества на определенных стадиях и этапах и его влиянием на уровень качества на последующих отрезках цикла;

- классификацией факторов, влияющих на основные параметры жизненного цикла;

- описанием каждого из факторов и определением формы и степени влияния их на изменение расхода ресурсов;

- четкими критериями определения эффективности функционирования цикла в целом, каждой его стадии или определенной их совокупности;

- информационным и организационным обеспечением;

- кадровым, ресурсным и правовым обеспечением.

К числу основных проблем управления таким сложным объектом (ЖЦМ) следует отнести в первую очередь разработку методики формирования суммарных затрат за ЖЦ и определение методических подходов к их оптимизации.

1.2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНЫХ ЗАТРАТ ЗА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

Для рассмотрения особенностей формирования суммарных затрат и методики их расчета на различных стадиях ЖЦМ необходимо четко определить понятие "суммарные затраты", поскольку единого взгляда по этим вопросам в литературе и практике нет. Различие толкований этого понятия вытекает в основном из различий определения состава ЖЦМ, а также состава затрат на каждой стадии. Исходя из принятой нами временной характеристики ЖЦ, под суммарными затратами следует понимать затраты, связанные с потреблением всех видов ресурсов в стоимостном выражении с момента начала работ по исследованию и разработке машины до момента окончания работ по снятию ее с эксплуатации и утилизации. Таким образом, подлежат учету все затраты, связанные с осуществлением целевой функции ЖЦМ, где и когда бы они ни возникали: при исследовании и разработке (НИОКР), изготовлении (производстве), обращении, потреблении (эксплуатации и утилизации).

Принципиальная модель формирования суммарных затрат может иметь следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i Z_{\text{НИР}} + Z_{\text{ОКР}} + Z_{\text{пп}} + Z_{\text{о}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{сп}} + Z_{\text{ту}} + Z_{\text{оп}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{ппз}} + Z_{\text{оз}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{тэ}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{скр}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{сэ}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{у}} + \sum_{i=1}^i Z_{\text{п}}, \quad (1.3)$$

где $Z_{\text{НИР}}$ – суммарное потребление ресурсов на проведение прикладных НИР по конкретному виду машины или часть затрат НИР по проблеме, относящаяся непосредственно к разрабатываемому (проектируемому) изделию, руб.; $Z_{\text{ОКР}}$ – стоимость проектирования новой машины, включая капитальные вложения на развитие опытно-экспериментальной базы для изготовления и испытания опытного образца машины, руб.; $Z_{\text{пп}}$ – затраты на подготовку производства (технологическую и организационную), в том числе на разработку технологического процесса изготовления машины; приобретение соответствующих основных средств, их монтаж и наладку; строительство новых либо реконструкцию и техническое перевооружение производственных мощностей под новые машины, разработку и изготовление средств тех-

нологического оснащения; проектирование и внедрение мероприятий по научной организации труда и управления; изготовление и испытание установочной серии машин; мероприятия по охране труда и окружающей среды; подготовку новых и переквалификацию рабочих кадров; создание запасов оборотных средств, связанных с использованием новых основных фондов; Z_o – повышенные затраты в период экономического

освоения машины; $\sum_{i=1}^i Z_{сп}$ – суммарные затраты на изготовление серии

машин в условиях освоенного производства, определяемые исходя из себестоимости машины и принятого объема производства для удовлетворения потребности в этих машинах; $Z_{ту}$ – затраты на меро-

приятия по поддержанию технического уровня и качества машин в производстве на уровне лучших мировых и отечественных достижений;

$Z_{оп}$ – затраты, связанные со снятием с производства устаревших моделей машин; $Z_{об}$ – затраты специализированных организаций и

предприятий на хранение и транспортирование машин к потребителю, не вошедшие в состав затрат на производство продукции, включая капитальные затраты на приобретение основных фондов этими организациями для конкретных машин; $Z_{ппэ}$ – затраты потребителя

машин по постановке их на эксплуатацию, в том числе на комплектующие изделия, сопряженное и вспомогательное оборудование, устройства и инструмент; на сооружение фундамента в связи с изменением габаритно-установочных размеров и массы машин; на монтаж и демонтаж оборудования, дополнительные сооружения (вентиляционные и охлаждающие установки, подстанции, кабельные и транспортные сети, вспомогательные и защитные устройства); развитие производственных площадей, обусловленное изменением компоновки или габаритов изделия; $Z_{оз}$ – повышенные затраты, связанные с недоиспользованием в

период экономического освоения эксплуатационных свойств машин;

$\sum_{i=1}^i Z_{тэ}$ – эксплуатационные издержки на текущее обслуживание ма-

шин; $\sum_{i=1}^i Z_{скр}$ – затраты на восстановление или улучшение технико-

экономических параметров находящегося в эксплуатации оборудования

(средние и капитальные ремонты, модернизация); $\sum_{i=1}^i Z_{сэ}$ – затраты,

связанные со снятием машины с эксплуатации и подготовкой ее к

сдаче в утилизацию; $\sum_{i=1}^i Z_y$ — затраты на утилизацию снятых с эксплуатации машин, включая капитальные затраты на создание специализированных мощностей, за вычетом ликвидационной стоимости;

$\sum_{i=1}^i \Pi_n$ — прибыль или доход, полученные от производства и реализации серии машин, являющиеся затратами у потребителя (поскольку затраты на производство машин рассчитаны исходя из себестоимости конкретных экземпляров машин).

Структура затрат, а также их содержание на отдельных стадиях ЖЦМ в каждом конкретном случае определения суммарных затрат могут быть уточнены в соответствии с действующей в отраслях машиностроения нормативно-технической документацией, отражающей особенности машин по их функциональному назначению, условиям транспортирования и эксплуатации, а также эргономическими и экологическими требованиями. К числу основных таких документов следует отнести отраслевые стандарты на разработку, постановку на производство машин, снятие их с производства, инструкции по расчету экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, инструкции по учету, планированию и калькулированию себестоимости продукции, а также затрат на НИОКР.

Поскольку основным назначением показателя "суммарные затраты" является использование его в качестве затратного при оценке народнохозяйственной эффективности вновь создаваемых машин, постольку для обеспечения корректности формирования размера суммарных затрат ресурсов за весь ЖЦМ необходимо соблюдение следующих условий: обеспечение полноты его расчета, т.е. учет всех видов затрат на всех этапах и стадиях ЖЦМ; использование единого подхода к определению структуры ЖЦМ; использование единой классификации состава и содержания затрат и единой методики их определения по новой машине и машине, принятой в качестве аналога.

Процесс формирования суммарных затрат ресурсов нового прогрессивного вида машин характеризуется поэтапной процедурой их расчета.

По мере фактического продвижения машины по подэтапам и этапам стадий ЖЦ и соответствующего уточнения и детализации информации об экономике машины уточняется и размер суммарных затрат ресурсов. Так, на этапе разработки требований заказчика (ввиду присущей этому этапу неопределенности) прогнозируют суммарные затраты на работы по исследованию и разработке, на производство, а также на капитальное строительство и эксплуатацию машины. На этапе раз-