

МОДИФИЦИРОВАННАЯ СХЕМА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

В естественной среде имеет место кругооборот веществ. Иное дело – жизнь искусственных вещей: отслужившие свой срок предметы лишь иногда вовлекаются во вторичный оборот. В статье приведены результаты исследования свойств явлений, связанных с циклами жизни систем различной природы, с целью рационализации жизненного цикла изделий: уточняется понятие «цикл»; рассматриваются жизненные циклы системы, товара, организации, изделия; дается описание модифицированной схемы жизненного цикла изделия.

Ключевые слова: цикл, товар, система, управление, жизненный цикл изделия.

Если сравнить кругооборот веществ в природе с циклом жизни искусственных (созданных человеком) предметов, то обнаруживается удивительное несоответствие. У природы нет отходов. Отжившие свой срок жизни представители флоры и фауны служат основой для возникновения новых форм жизни. Листва, трава, деревья – пища для микроорганизмов. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов – пища для растений. В естественной среде кругооборот совершают и элементы неживой природы (фазовые превращения воды, окисление металлов, образование минералов и т. д.). Иное дело – жизнь искусственных вещей. Созданные человеком и отслужившие свой срок предметы лишь иногда вовлекаются во вторичный оборот. В статье приведены результаты исследования свойств фактов и явлений, связанных с циклами жизни систем различной природы, с целью рационализировать жизненный цикл изделий. При этом: 1) уточняется понятие «цикл»; 2) рассматриваются жизненные циклы системы, товара, организации, изделия; 3) дается описание модифицированной схемы жизненного цикла изделия.

Уточнение понятия «цикл»

Формулировка понятия «цикл». «Словарь иностранных слов» [1] дает следующее определение слову *цикл*: (от др.-греч. *kyklos* – круг) – 1) совокупность взаимосвязанных явлений, процессов, работ, образующих законченный круг развития в течение какого-либо промежутка времени; 2) определенная группа наук, дисциплин; законченный ряд каких-то произведений. «Словарь русского языка» С. И. Ожегова [2] так определяет термин «цикл»: 1) совокупность явлений, процессов, составляющая кругооборот в течение определенного промежутка времени. Годовой цикл вращения земли. Производственный цикл; 2) тот или иной круг наук. Исторический цикл; 3) законченный ряд каких-нибудь произведений, чего-нибудь излагаемого, исполняемого. Цикл стихотворений. Цикл лекций. «Малая советская энциклопедия».

дия» [3] добавляет к трем перечисленным определениям циклические формы в музыке. «Новый словарь Вебстера» представляет категорию «цикл» как «орбиту небесного тела; круговорот лет или повторяющийся период времени, в течение которого некоторые события или феномены повторяются в том же порядке и с теми же интервалами; период определенной длительности, эпоха; круг операций или событий; серии событий, которые возвращаются в первоначальное состояние; определенный законченный курс или серия; серия операций на компьютере, повторяющаяся в том же виде».

Как можно видеть, слово *цикл* имеет в словарях несколько толкований. Рабочая трактовка данного понятия может быть сведена к следующему определению. Цикл – это процесс, состоящий из определенной последовательности событий или этапов, повторяющихся в том же порядке и приблизительно с теми же временными интервалами. При этом зачастую имеет место круговорот данного набора событий. Понятие «круговорот» означает тот факт, что последнее событие в некой их циклической последовательности возвращается в состояние первоначального события.

Аспекты понятия «цикл». В определении цикла важны три аспекта. Во-первых, понятие «цикл» связано с понятием «время». Цикл – это, прежде всего, протекающий во времени процесс. Цикл – это всегда цепь событий (явлений, сущностей или их состояний), последовательно разворачивающихся во времени. Другими словами, цикл всегда состоит из временных этапов, фаз, периодов. При этом каждое событие в рамках цикла имеет протяженность. Цикл также имеет протяженность, равную, как правило, сумме протяженностей составляющих цикл событий (этапов, фаз, периодов). Последнее правило не всегда справедливо. Так, Ю. В. Яковец [4] выделяет случаи, когда циклическое время неравномерно. В циклах общественного развития, например, оно сжимается в периоды кризисов и революций (частота событий ускоряется) и замедляется в фазе эволюционного развития, особенно к его концу.

Во-вторых, цикл – это не просто процесс, это процесс изменения неких сущностей, систем, вещей, явлений. Вспомним, что основным положением диалектики [5] является мысль о том, что мир и все виды действительности (природа, общество, мышление) являются не совокупностью неизменных вещей, а совокупностью изменяющихся явлений, *процессов*. По выражению Гераклита, «все течет, все изменяется».

В-третьих, цикл – это зачастую ¹ *закономерность* определенной последовательности событий. Это может быть закономерность развития (роста) некой сущности или системы. Это может быть закономерность упадка или деградации сущности или системы. Термин «закономерность» мы употребляем здесь в том смысле, что *состав, последовательность и содержание этапов*, составляющих цикл существования некоторого явления или системы, остаются неизменными для явления или системы данного класса. Например, если говорить о цикле фазовых превращений веществ, то любое вещество при определенной температуре и давлении имеет или твердую, или жидкую, или газообразную форму. При этом состав, последовательность и содержание фаз превращения вещества остаются неизменными, т. е. образуют устойчивую закономерность. Поэтому многие великие *открытия* ученых и мыслителей – в области природных, общественных, космических циклов – представляли собой новые научные *закономерности*, изложенные в виде *описания сущности* соответствующих *циклов* существования явлений или систем. В числе таких великих ученых можно назвать В. И. Вернадского [6] (циклы существования биосферы и ноосферы), А. Л. Чижевского [7] (циклы солнечной активности и связанные с этим земные циклы), Н. Д. Кондратьева [8] (большие циклы экономического развития), Л. Н. Гумилева [9] (жизненные циклы этносов), Ф. Броделя [10] («вековые тренды» или цивилизационные циклы), П.А. Сорокина [11] (циклы социальной и культурной динамики), А. А. Богданова [12] (циклы развития организации), А. Тойнби [13] (циклы исторического развития), Й. Шумпетера [14] (циклы конкуренции) и др.

¹ Зачастую, но не всегда. Например, цикл, понимаемый как периодическая, повторяющаяся последовательность выполнения операций или процедур в вычислительных алгоритмах или компьютерных программах, лишь с большой натяжкой можно назвать закономерностью. Скорее это – технический прием по рациональной организации некоторой последовательности действий или вычислительных процедур.

История понятия «цикл». Впервые понятие «цикл», по всей вероятности, возникло в значении слов *круг* и *круговорот*, ибо люди обратили внимание на круговорот (цикличность) процессов природы. Так, для любого человека вполне очевидно, что сутки состоят из чередующихся периодов: 1) утро; 2) день; 3) вечер; 4) ночь. Эти периоды повторяются каждые сутки, что связано с вращением земли вокруг своей оси по кругу. Эти периоды получили название «суточный цикл» (или «круговорот» – в первом значении слова «цикл»). Времена года (весна, лето, осень, зима) образуют годовой цикл, связанный с движением земли вокруг солнца по кругу. Легко наблюдать циклические фазы луны и связанные с этим отливы и приливы. Можно предположить, что слово *цикл* возникло именно применительно к суточным и годовым временным периодам. Позже осмысление этих и иных повторяющихся процессов привело к появлению теории циклов, в которых понятие «круговорот» явно или неявно используется.

В раздаточных материалах и текстах для участников сессии Директорского форума², посвященной теме «Управление жизненным циклом продукта», профессор М. В. Лычагин связывал понятия «цикл», «циклическая динамика общественных процессов» с древними философскими воззрениями. В частности, раскрывая смысл понятия «Буддийское колесо Дхармы», он указал на то, что в соответствии с буддийской традицией колесо – один из главных символов космической движущей силы, которая управляет планетами и звездами, а также непрерывного изменения и повторения. По словам М. В. Лычагина, это широко распространенный символизм, особенно в индуизме и буддизме, связывал вращающееся колесо с циклами проявлений: рождения, смерти, возрождения, с Зодиаком, временем и судьбой человека. В качестве иллюстрации слушателям Директорского форума был показан рисунок символа «ороборо» – кольцеобразная фигура, изображающая змею, кусающую свой собственный хвост, – эмблема вечности, неделимости, а также цикличности времени. Символика этой эмблемы интерпретируется по-разному, так как она комбинирует созидательный символизм яйца (пространство внутри фигуры), земную символику змеи и небесную символику круга. В Египте, где, по-видимому, этот знак появился в качестве религиозного атрибута, ороборо символизировало, как полагают, ежедневное возвращение солнца к точке заката, где оно уходит в загробный мир. В Греции его использовали в орфической иконографии в качестве знака смерти и возрождения. В Римской империи ороборо, как эмблема вечности, стала атрибутом бога времени Сатурна и бога Нового года Януса. Гностики видели в нем иллюстрацию самоподдержания природных циклов, бесконечно совершаемых вновь и вновь, а также единства противоположностей, выражение самой сущности жизни, всеобщую цикличность, включающую в свой оборот все сущее.

Циклов в природе и обществе великое множество. Существуют разные их классификации. Так, Ю. В. Яковец [4] указывает, что самая крупная классификация циклов – деление их на природные (в живой и неживой природе), социальные (в разных сферах общественной жизни) и гибридные, отражающие взаимодействие природы и общества (демографические, экологические). В каждой из этих групп возможна классификация на несколько уровней. Например, космические циклы – от пульсации Вселенной до солнечных циклов разной длительности. В области технологии – научные, изобретательские, инновационные, технические. В области экономики – воспроизводственные, финансово-кредитные, денежные, по отдельным отраслям, регионам и т. д.

Между различными циклами существует более или менее тесная взаимосвязь. Например, как показал А. Л. Чижевский [7; 15], солнечные циклы оказывают непосредственное влияние на климатические и биологические циклы, циклические процессы в различных сферах жизни общества.

Рабочая классификация циклов. Проблеме циклов посвящена обширная литература. Однако некоторые вопросы здесь, по нашему мнению, нуждаются в уточнении. В частности, представляется целесообразным разграничить три взгляда на природу циклов:

² Директорский форум – постоянно действующий научно-практический семинар при ИЭОПП СО РАН по обмену опытом и ознакомлению с достижениями науки. Проводится в последнюю субботу месяца, с октября по май в течение последних шести лет. В работе Форума принимают участие директора новосибирских и барнаульских предприятий (30–35 чел.), ученые институтов СО РАН, преподаватели новосибирских вузов.

а) цикл как процесс *круговорота веществ*;

б) цикл как процесс *круговорота явлений* или событий;

в) *цикл жизни объекта* как процесс, этапы которого (начало, период существования, конец) *не образуют круговорот*, т. е. в конце жизненного цикла объект *прекращает* свое существование. Термин «цикл» здесь применяется в том смысле, что для каждого объекта одного класса состав, последовательность и *свойства* этапов жизни циклически повторяются. Например, любой объект живого мира на этапе «детство» быстро растет и набирает массу; на этапе «зрелость» – имеет способность размножаться; на этапе «старость» – часто болеет, теряет силы, подвижность, энергию.

В известных нам литературных источниках такое разграничение взглядов на природу цикла не наблюдается. Зачастую происходит смешение понятий. В один ряд ставятся разные циклы: цикл как сумма фазовых превращений вещества, цикл как круговорот явлений (например, в экономической или общественной жизни), цикл как последовательность этапов зарождения, роста и умирания некоего процесса или объекта. Между тем такое смешение разных типов циклов препятствует правильному пониманию и конструированию жизненных циклов явлений, продуктов, идей, систем, изделий.

Составить полную классификацию циклов не представляется возможным. Их слишком много: все происходящие в природе, обществе, мышлении процессы реализуются (возникают, существуют, развиваются, затухают) в режиме циклов. Для целей нашего исследования достаточно разделение циклов на три указанные выше типа. В порядке иллюстрации этих типов мы предлагаем их классификационную схему (рис. 1).

Выделенные три типа циклов собственно и есть их классификация. Остальные квадратики на рис. 1, по сути дела, лишь иллюстрируют примеры циклов, представляющих тот или иной их тип. Рассмотрим теперь примеры циклов первого и второго типа.

Цикл, как процесс круговорота веществ. Под *круговоротом веществ* на Земле принято понимать повторяющиеся процессы превращения и перемещения вещества в природе,

Типы циклов			
1. Цикл как процесс круговорота веществ		2. Цикл как процесс круговорота явлений или событий	3. Цикл жизни объекта как процесс, этапы которого не образуют круговорот
Круговорот веществ в природе	Круговорот веществ в рукотворных системах	Циклы В. И. Вернадского и А. Л. Чижевского	Цикл жизни этноса по Л. Н. Гумилеву
Круговорот воды	Паровая машина	Циклы Н. Д. Кондратьева	Цикл жизни цивилизации по Ф. Броделю
Круговорот кислорода	Холодильник, тепловой насос	Циклы функционирования рыночной экономики	Цикл жизни человека
Круговорот углекислого газа	Рециркуляция металлолома	Циклы воспроизводства в экономике	Цикл жизни компании
Биогенный круговорот и др.	Рекуперация энергии и др.	Циклы автоматического регулирования и управления	Цикл жизни товара
		Циклы итераций в вычислениях и др.	Цикл жизни продукта
			Онтогенез, биогенез, метаболизм и т. д.

Рис. 1. Рабочая классификация циклов

имеющие циклический характер. Наблюдаемый круговорот веществ на Земле складывается из множества разнообразных повторяющихся процессов превращения и перемещения вещества. Отдельные циклические процессы представляют собой последовательный ряд изменений вещества, чередующихся с временными состояниями равновесия. Как только вещество вышло из данной термодинамической системы, с которой оно находилось в равновесии, происходит его дальнейшее изменение, пока оно не возвратится частично к первоначальному состоянию. Полного возвращения к первоначальному состоянию никогда не происходит. Яркой иллюстрацией этого может служить круговорот воды в природе.

Круговорот воды на Земле, непрерывное перемещение воды на Земле (в ее атмосфере, гидросфере и земной коре) сопровождается ее фазовыми превращениями и имеющее циклический характер. Круговорот воды состоит из испарения воды с подстилающей поверхности, переноса ее с места испарения воздушными течениями, конденсации водяного пара и выпадения осадков и перемещения вод в водоемах, по поверхности суши и внутри земной коры.

Классификация круговорота веществ на Земле еще не разработана. Можно говорить, например, о круговоротах отдельных химических элементов. Изучением круговорота веществ занимались многие русские ученые. В. И. Вернадский [16] выделил геохимическую группу циклических химических элементов. К ним относят многие химические элементы (углерод, кислород, азот, фосфор, серу, кальций, хлор, медь, железо, йод). В. Р. Вильямс [17] и другие ученые рассматривали биологические циклы азота, углекислоты, фосфора и т. д. в связи с изучением плодородия почв.

Кроме общего круговорота веществ, принято выделять также биогенный круговорот веществ в биоценозе [18; 19]. Термин «биоценоз» означает совокупность растений, животных, микроорганизмов, населяющих участок суши или водоема и характеризующихся определенными отношениями, как между собой, так и с абиотическими факторами среды (химические, физические, климатические условия среды, влияющие на организмы).

Цикл, как процесс круговорота явлений или событий. Цикл как круговорот явлений или событий раскрывается в работах В. И. Вернадского [6], А. Л. Чижевского [15], Н. Д. Кондратьева [8], других исследователей. Процесс развития природы и общества в этих работах представляет собой последовательность этапов (или фаз), пройдя которые явления или события возвращаются к первоначальному этапу или фазе. В технических системах подобным образом протекают некоторые термодинамические циклы. Аналогичные циклы имеют место в рамках так называемого гомеостата, обеспечивая автоматическое регулирование [20; 21] процессов в живых и искусственных системах на основе принципа обратной связи. Такие циклы применяются также в системах организационного управления, в алгоритмах, программах и др.

Для целей нашего исследования интерес представляет круговорот явлений в рамках длинных циклов Н. Д. Кондратьева. Суть основных идей этого ученого в следующем. Экономика никогда не находится в состоянии покоя. Оживление и подъем сменяются кризисом или застоем, в результате которого все основные экономические показатели (национальный доход, занятость, производство) падают. В конце концов достигается нижняя точка кризиса и начинается оживление. В этом заключается картина экономических циклов. Циклы бывают разными по продолжительности: короткие (3–4 года), средние (7–10) и большие (30–60 лет).

Длительные циклы впервые были открыты и интерпретированы Н. Д. Кондратьевым под названием «большие циклы конъюнктуры». Согласно его теории полные циклы экономической жизни промышленно развитых стран укладываются в рамки длинной волны продолжительностью до 55 лет (вслед за некоторыми современными исследователями мы считаем, что длительный цикл в настоящее время составляет 36 лет). Каждая длинная волна разбивается на три фазы (или стадии): 1) подъем; 2) кризис; 3) развитие. Наличие этих фаз связано с циклическим обновлением производственного аппарата экономики на основе новых систем машин, технологий, а также с перестройкой производственных отношений в обществе. Иногда такое обновление производственного аппарата называют «сменой экономического (технологического) уклада»³.

³ Принято выделять пять укладов, отличающихся применением двигателей: 1) водяное колесо; 2) паровая машина; 3) электродвигатель; 4) двигатель внутреннего сгорания; 5) компьютерные и информационные технологии.

Каждый очередной технологический уклад влечет за собой рост производительных сил общества, а с ним и увеличение валового продукта страны вообще и национального богатства в частности. Если в результате круговорота веществ в природе обеспечивается стабильность рельефа Земли, то длительный цикл Н. Д. Кондратьева отражает такой круговорот явлений в экономической жизни страны, в результате которого обеспечивается *прирост* совокупного продукта экономики. В силу того, что продуктивность каждого нового технологического уклада выше продуктивности предыдущего уклада, в этом и заключается научно-технический прогресс, как объективное свойство экономики.

Процесс функционирования рыночной экономики также можно представить в виде круговорота (цикла) товаров и факторов производства. В западных учебниках по экономике популярной является схема, отражающая процесс согласования спроса и предложения с помощью механизма цен и объясняющая движение товаров, труда, капитала [22]. На рис. 2 мы воспроизводим эту схему в упрощенном виде, сделав акцент на том, что рыночная экономика существует (функционирует) как единый цикл. В рамках этого цикла совершают круговорот товары, труд, капитал.

Из схемы, представленной на рис. 2, не видно, почему растет экономика. Для отображения этого аспекта необходимо рассмотреть еще одну группу циклов, а именно циклы воспроизводства в экономике (рис. 3). Как следует из рис. 3, цикл воспроизводства в экономике начинается с фазы «производство». В рамках этой фазы затрачиваются труд и средства производства (орудия труда, ресурсы). Результатом данной фазы являются материальные и нематериальные блага (товары, работы, услуги). Часть произведенных благ расходуется на потребление (фаза «потребление»), включая возмещение израсходованных в рамках фазы «производство» трудовых и материальных ресурсов. Другая часть благ аккумулируется в рамках фазы «накопление». Эти блага идут на расширение производства с тем, чтобы в следующий цикл выпустить больше благ.

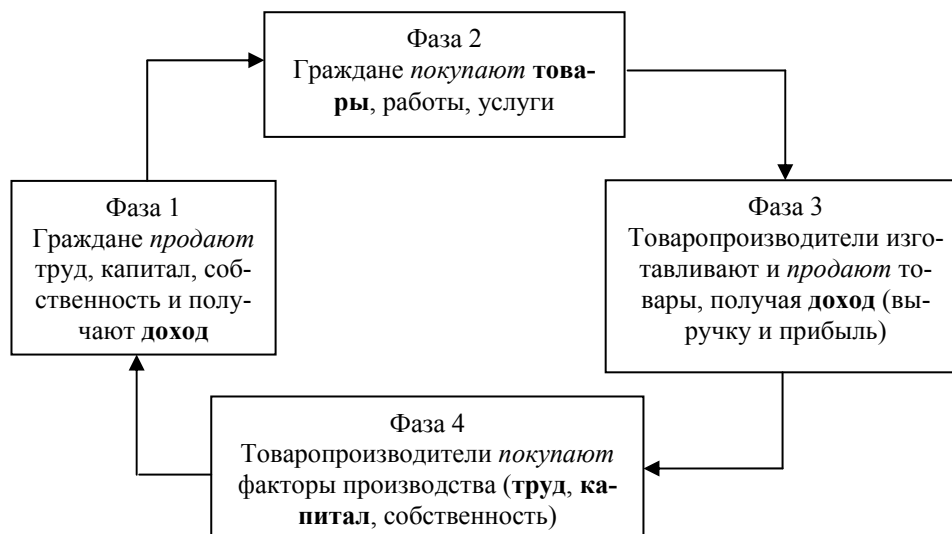


Рис. 2. Цикл функционирования экономики

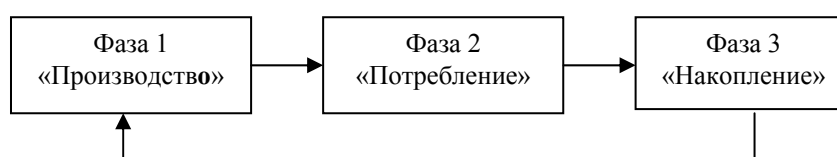


Рис. 3. Цикл воспроизводства в экономике

Объем потребления и размер накопления в сумме *равны* объему произведенных благ. Из этого равенства вытекают три случая: 1) расширенное воспроизводство, когда размер накопления больше нуля; 2) простое воспроизводство, когда размер накопления равен нулю; 3) сокращающееся воспроизводство, когда размер накопления меньше нуля. В экономике существуют циклы воспроизводства и иных объектов (трудовые ресурсы, капитал, инвестиции, основные фонды предприятий, запасы, поголовье скота и т. д.).

Большое количество циклов рассматриваемого типа (процесс круговорота явлений или событий) имеет место при реализации процессов автоматического регулирования в живых организмах, популяциях, а также в разных сферах практической деятельности. В основе процессов автоматического регулирования лежит кибернетическое понятие «гомеостаз». Термин «гомеостаз» в физиологии означает относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма человека, животных и растений. Термин «гомеостаз» предложен американским физиологом Уолтером Кенноном [23] в 1929 г.

Гомеостаз, наблюдаемый в живой природе, широко применяется в рукотворных (искусственных) системах. В частности, в системах автоматического регулирования [24] и управления с использованием принципа обратной связи [25]. Такие системы используются во многих технических устройствах (автопилот самолета или автомобиля, самонаводящиеся ракеты, холодильник, кондиционер, термостат бытовой или промышленной печи и множество других). Принципы автоматического регулирования заложены в основу многих систем организационного управления. Автоматическое регулирование (управление) по принципу обратной связи реализуется по схеме, приведенной на рис. 4.

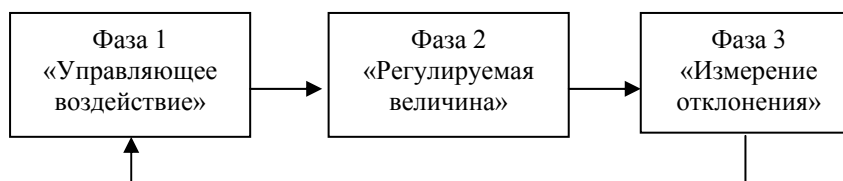


Рис. 4. Цикл управления с обратной связью

Даты изобретения первых регулирующих устройств не установлены. Известно, что поплавковый регулятор уровня водяных часов, основанный на принципе регулирования по отклонению, был известен арабам еще в начале н. э. На мукомольных мельницах в средние века применялись центробежные маятники для регулирования частоты вращения жерновов. Первыми регуляторами, получившими широкое практическое применение в промышленности, стали регулятор питания котла паровой машины И. И. Ползунова (1765) [26] и центробежный регулятор частоты вращения паровой машины Дж. Уатта (1784) [27].

Обратная связь является фундаментальным понятием кибернетики, особенно теории управления и теории информации. Так, процесс управления предприятием можно представить в виде совокупности циклов. Это и понятно, так как отдельные фазы управления (планирование, учет, регулирование) «привязаны» к периодам времени, которые циклически повторяются в виде круговорота дней, недель, месяцев, лет. Пример цикла оперативного управления с месячной периодичностью представлен на рис. 5. Похожие циклы используются в вычислительных алгоритмах, а также в компьютерных программах. Например, когда какое-то действие необходимо повторить большое количество раз, в программировании используются *циклы*.

Жизненные циклы системы, товара, организации, изделия

Такие циклы можно представить как *последовательность* ограниченного числа *этапов* конечного во времени и повторяющегося (циклического) процесса. Данная трактовка термина

«цикл» используется нами для изучения конечных (не круговых) процессов, имеющих протяженность во времени. Ведь каждый протяженный во времени процесс имеет, по крайней мере, три этапа: 1) начало; 2) период существования; 3) конец.

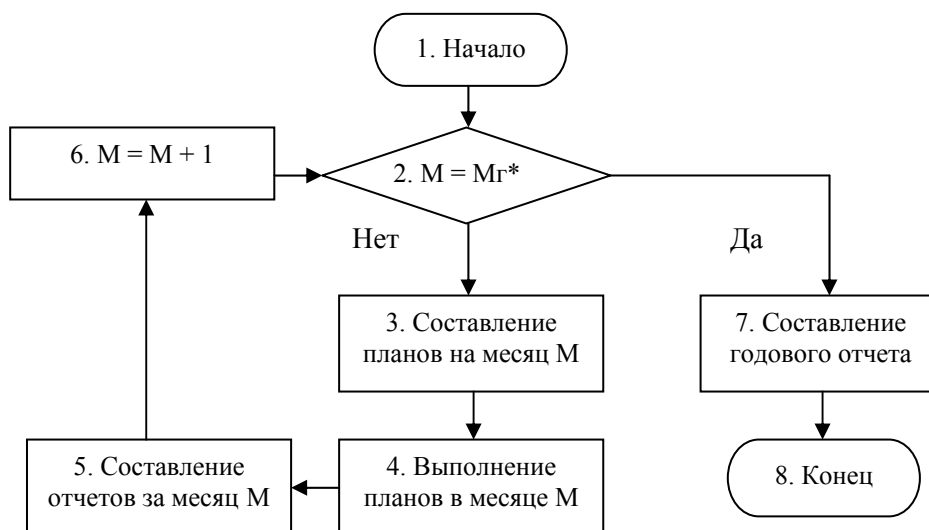


Рис. 5. Блок-схема ежемесячного планирования и учета на предприятии в рамках года
(* M_g – последний месяц года)

Любой продолжительный процесс логично сопоставить с процессом жизни человека (видимо, поэтому этот тип цикла называют «жизненный цикл»). Жизнь человека состоит из различающихся события и периодов: 1) рождение; 2) детство; 3) взросление; 4) зрелость; 5) старость; 6) смерть. Жизнь не идет по кругу в том смысле, что после смерти данный человек не рождается снова. Однако разбиение жизни человека на этапы весьма продуктивно, поскольку одинаковые периоды жизни (например, детство или старость) у разных людей имеют много общего. В эти периоды проявляются общие свойства и закономерности человеческого существования. Их можно изучать, а познав, – руководствоваться ими для объяснения того, что происходит с человеком, для прогнозирования поведения и поступков человека, для использования накопленных знаний в иных целях.

По длительности циклы принято классифицировать на краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные, сверхдолгосрочные, тысячелетние. Общим для них является то, что все они похожи по структуре на жизненные циклы человека. Все они имеют начало, период зрелости, конец. Стадия «конец» означает, что эти циклы не идут по кругу. *Отсутствие круговорота* – главный отличительный признак данного вида циклов.

Если циклы «круговорота» состоят из этапов, образующих замкнутый контур (см. рис. 2–5), то типичная кривая жизненного цикла имеет куполообразную форму (рис. 6).

В современной литературе основное внимание уделяется исследованию жизненного цикла следующих объектов: 1) жизненный цикл товара; 2) жизненный цикл организации; 3) жизненный цикл изделия (продукта). Концепция жизненного цикла товара рассматривается во всех книгах по маркетингу и менеджменту (см., например, [29, 30]). При этом достаточно распространено в отечественной и зарубежной литературе рассмотрение классической кривой жизненного цикла товара (ЖЦТ)⁴. Подробно анализируются этапы ЖЦТ и предлагается

⁴ «Каждый продукт существует на рынке определенное время. Рано или поздно он вытесняется с рынка другим, более совершенным», – так считал Теодор Левит, впервые опубликовавший концепцию жизненного цикла товара (ЖЦТ) в 1965 г. в статье «Используйте жизненный цикл продукта» в журнале «Harvard Business Review». Эта статья включена в книгу [31].

прогноз этапов на основе опытных данных аналогичных товаров и их экстраполяции на коротком промежутке времени. Классическая кривая ЖЦТ – это зависимость между объемом реализации товара и соответствующими периодами времени, отраженная в двумерной системе координат, по оси x которой откладывается текущее время, а по оси y – объемы продаж (рис. 7).

В принятом в отечественной и зарубежной литературе стандарте кривая жизненного цикла товара разбивается на ряд характеризующих товар промежутков (обычно их 4 или 5), которым присваиваются соответствующие наименования. В большинстве случаев их называют «зарождение товара (фаза «Разработка», на графике не показана)», «внедрение товара на рынок (фаза «Выведение»)», «освоение рынка (фаза «Рост»)», «насыщение рынка (фаза «Зрелость»)» и «снижение продаж (фаза «Упадок»)». Принято, что для каждого промежутка существует целый ряд предписываемых маркетинговых мероприятий. Разработаны определенные способы разбивки кривой на этапы ЖЦТ и методы их анализа.

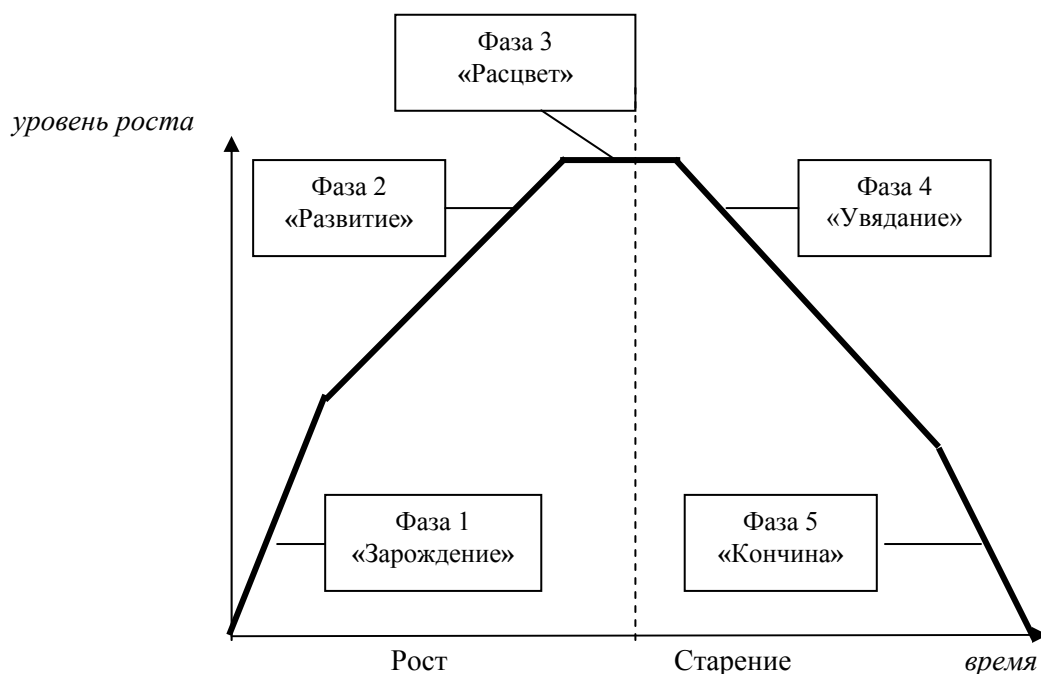


Рис. 6. Типичные фазы жизненного цикла системы, товара, организации, изделия

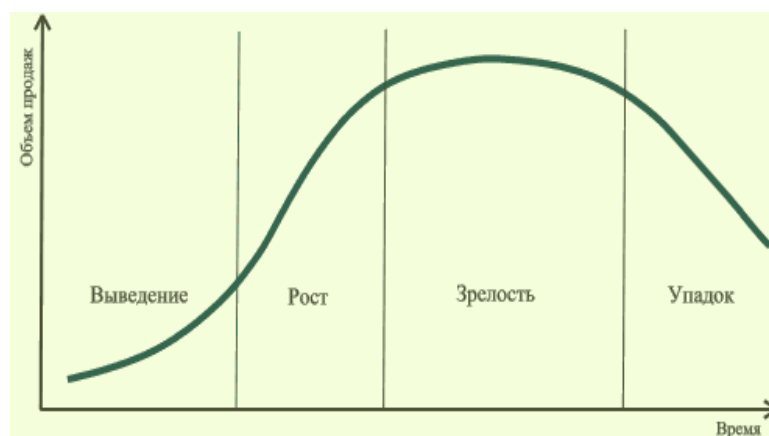


Рис. 7. Обычный график жизненного цикла товара во времени [32]

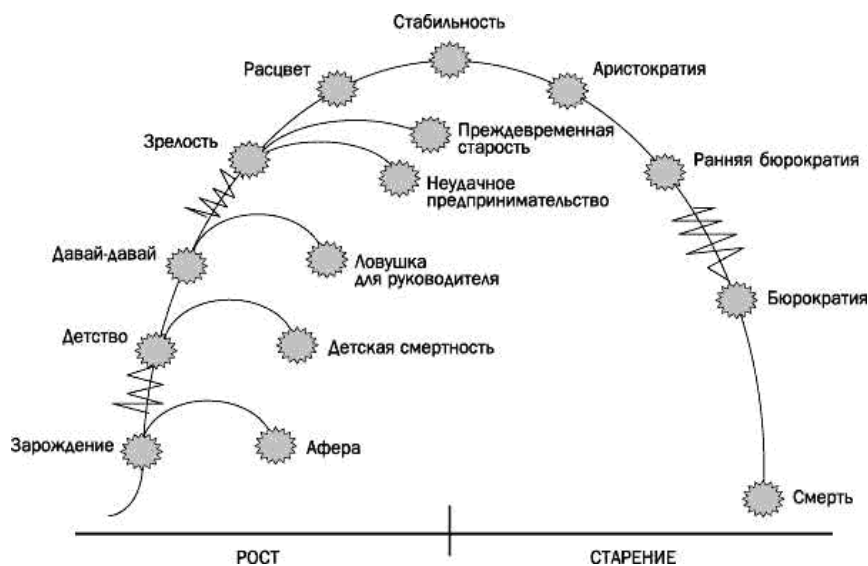


Рис. 8. Этапы жизненного цикла компании

Достаточно часто в литературе анализируется жизненный цикл организации [33; 34]. Традиционно считается, что компания переживает обычные для кривой жизненного цикла фазы (см. рис. 7). Некоторые исследователи уточняют содержание отдельных фаз в соответствии с целями своего анализа. Например, С. Р. Филонович, Е. И. Кушелевич считают [35], что этапы жизненного цикла компании делятся на две группы: рост и старение. Рост начинается с зарождения и заканчивается расцветом, после этого наступает старение, начинающееся со стабилизации и заканчивающееся смертью компании (рис. 8). Авторы данной схемы подробно рассматривают в своей статье содержание каждого выделенного ими этапа жизненного цикла компании, что позволяет им выполнить анализ и разработать рекомендации по совершенствованию процессов управления фирмой. Содержание приведенных на рис. 8 этапов изложено в [36].

Своеобразный цикл жизни организации описан в разработанной Л. Грейнером концепции «фазовой трансформации бизнеса» [37]. Согласно этой концепции развитие организации не может идти только поступательно. В жизни растущей компании неизбежно возникают проблемы, противоречия, вследствие чего периоды стабильного развития сменяются кризисами, разрешение которых является, в свою очередь, базой для дальнейшего роста. При этом можно выделить пять фаз роста бизнеса (рис. 9).

Фаза 1. Рост на основе креативности.

Фаза 2. Рост на основе развития направления.

Фаза 3. Рост на основе делегирования.

Фаза 4. Рост на основе развития координации.

Фаза 5. Рост через развитие сотрудничества.

Концепция Л. Грейнера говорит о том, что процесс развития организации *не всегда* подобен циклу жизни живого организма. Поэтому и кривая жизненного цикла *не имеет* в данном случае куполообразную форму. Организмическая аналогия здесь неполна в том отношении, что неизбежная для живого организма смерть необязательна для организации. Кроме того, на любой стадии развития у организации имеются проблемы. Они делятся на болезни роста (которые можно уподобить детским инфекционным болезням) и организационные патологии, с которыми, в отличие от болезней роста, самостоятельно организация справиться не может. Во избежание попадания на нисходящую ветвь развития организации необходимо в период между стадиями юности и расцвета предложить новую бизнес-идею (или принципиально модифицировать старую), чтобы к моменту достижения стабильности в рамках процесса развития иметь возможность превратить новый бизнес в основной. Этот подход можно

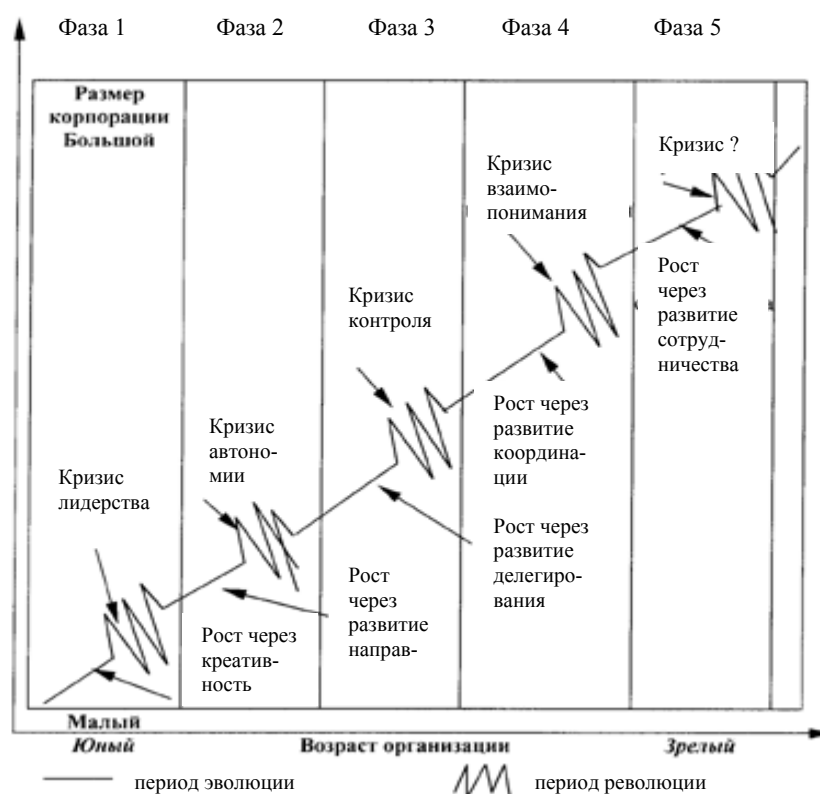


Рис. 9. Фазы развития предприятия

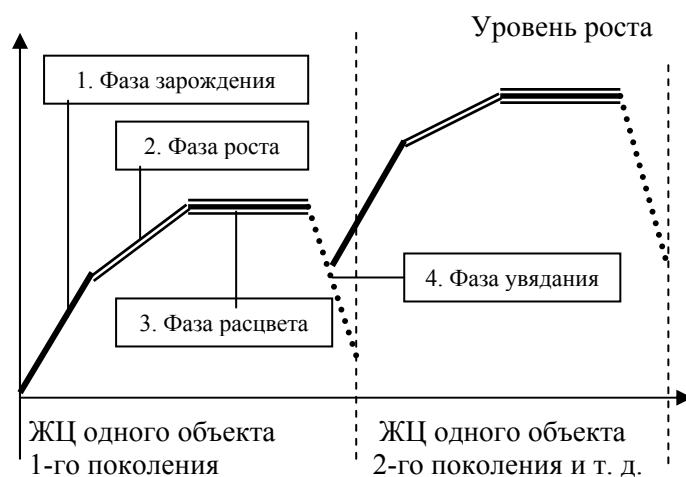


Рис. 10. Каскад жизненных циклов (ЖЦ)

назвать «реинкарнацией» бизнеса. Практически все компании, существующие длительное время (более ста лет), так или иначе по несколько раз проходили эту реинкарнацию. Пример преобразований американской торговой сети «Sears», позволивших ей просуществовать более ста тридцати лет приводит в своей книге П. Друкер [38]. Идея реинкарнации компании проста, однако число компаний, которые оказываются способными ее реализовать, крайне ограничено.

Приведенный выше текст позволяет сделать следующий важный вывод. Если говорить об отдельном товаре, то цикл его жизни имеет фазы зарождения, существования, кончины.

Но если говорить о группе товаров, то и здесь справедлива идея реинкарнации: после того, как товар перестал пользоваться спросом, как правило, появляется новый товар, выполняющий аналогичную функцию. И жизненный цикл для товара повторяется. Скажем, в первых фотоаппаратах использовались пластины. Затем появились более удобные пленочные аппараты. В настоящее время повсеместно применяются цифровые фотоаппараты. Аналогичную цепь смены поколений в группе родственных товаров можно наблюдать практически для каждого вида изделий (звукозаписывающие устройства, компьютеры, автомобили, самолеты, телефоны, многие другие изделия). Более того, подобные цепи смены поколений наблюдаются в цикле существования популяций живых организмов (систематических групп в живой природе). В этом случае образуется непрерывный (или сколь угодно долгий) каскад жизненных циклов (рис. 10).

Этапы жизненного цикла изделия по сферам его существования

Этапы жизненного цикла изделия по сферам его существования		
Сфера потребления	Сфера проектирования	Сфера производства
1. Формирование потребности в изделии		
2. Определение потребителей и цены		
3. Составление технического задания (ТЗ)		
	4. Разработка и защита технического предложения	
	5. Разработка и защита эскизного проекта	
	6. Разработка и защита технического проекта	
	7. Разработка рабочего проекта	
	8. Разработка технологической документации	
	9. Разработка технологического оснащения	
	10. Разработка организационной документации	
	11. Изготовление технологического оснащения	
		12. Изготовление первых образцов
13. Испытания первых образцов на соответствие ТЗ		
	14. Корректировка рабочего проекта	
	15. Корректировка технологической документации	
	16. Корректировка документации технологического оснащения	
	17. Корректировка организационной документации	
	18. Изготовление средств дооснащения производства	
		19. Изготовление заказных изделий
20. Использование изделий по назначению		
21. Утилизация изношенных изделий		

Наконец, в центре внимания многих исследователей находятся вопросы, связанные с жизненным циклом изделия. Более того, появились нормативные документы, регламентирующие состав, последовательность и содержание работ на каждом этапе жизненного цикла изделия (ЖЦИ). Так, в соответствии с «Рекомендацией по стандартизации Р 50.1.031-2001» понятие ЖЦИ [39] определяется как совокупность этапов, через которые проходит изделие за время своего существования: 1) маркетинговые исследования; 2) составление технического задания; 3) проектирование; 4) технологическая подготовка производства; 5) изготовление; 6) поставка; 7) эксплуатация; 8) ремонт; 9) утилизация. В таблице приведена классификация drobных этапов ЖЦИ в разрезе сфер существования изделия, составленная по литературным источникам [40]. Как можно видеть, такое представление ЖЦИ не является продуктивным с точки зрения рециркуляции изделий. Вопросы рециркуляции изделий – это, прежде всего, вопросы эксплуатации, ремонта, утилизации изделий. В стандартной схеме ЖЦИ этим этапам уделяется недостаточное внимание. Так, в таблице показано, что из 21-го этапа ЖЦИ только два («Использование изделий по назначению» и «Утилизация изношенных и невостребованных изделий») отображают процессы, связанные с этой темой.

По сути дела, известные схемы ЖЦИ – это схемы, предназначенные для управления *эволюцией* изделия. Назначение этих схем – управлять процессом скоростного обновления изделия в соответствии с требованиями рынка. Между тем для целей нашего исследования больший интерес представляют этапы существования изделия *после того, как оно изготовлено*. Поэтому ЖЦИ в нашем случае должен представлять совокупность преобразований, претерпеваемых изделием на этапах эксплуатации и утилизации.

Модифицированная схема жизненного цикла изделия

Стандартная концепция жизненного цикла изделия (ЖЦИ) претендует на универсальность, на возможность с ее помощью решать познавательные и практические задачи любого этапа ЖЦИ. Но в отличие от концепции ЖЦТ (где эти задачи действительно решаются) концепция ЖЦИ не является столь удачной и универсальной.

Понятие «жизненный цикл изделия» активно стало применяться примерно 15–20 лет назад. Именно тогда были начаты работы по автоматизации инженерной деятельности, прежде всего в рамках систем автоматизированного проектирования (САПР). Эти работы потребовали уточнить состав и содержание этапов существования изделия, откуда и появился термин «жизненный цикл изделия» (*англ.* – Product Lifecycle). Технология управления жизненным циклом продукта⁵ (PLM – Product Lifecycle Management) – это следующий логический шаг в развитии систем автоматизации, планирования и проектирования жизни бизнеса (не только изделия). Именно в рамках технологии PLM состав и содержание этапов жизненного цикла изделия (ЖЦИ) были доведены до уровня стандартов, обязательных к применению. Другими словами, развитие технологии PLM обусловили развитие концепции ЖЦИ [40].

Предшественником PLM является концепция «непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции» – CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) [41]. Методика CALS была разработана в 80-х гг. военным ведомством США для повышения эффективности управления и планирования в процессе заказа, разработки, производства, поставок и эксплуатации военной техники. В настоящее время больше в ходу понятие «поддержка жизненного цикла изделия» (Product Lifecycle Management, PLM [42]), т. е. «гражданский» вариант CALS. Но в принципе все эти аббревиатуры обозначают одно и то же: интеграцию программных решений, применяемых на протяжении ЖЦ и направленных на повышение качества, сокращение издержек производства и ускорение выпуска продукции в продажу. Другими словами, данные технологии предназначены для повышения конкурентоспособности предприятий за счет более быстрого вывода на рынок новых изделий, что не всегда обоснованно (часто обновляют только ради повышения цены). Стандартная концепция ЖЦИ обладает также другими недостатками.

⁵ Далее мы будем употреблять термины «продукт» и «изделие» как синонимы. Дело в том, что англоязычный термин «Product» (в аббревиатуре PLM) используется в нашей литературе в значении «Изделие».

1. Концепция PLM неявно предполагает только специфический класс изделий, а именно технически сложные, наукоемкие продукты, где требуется быстрое прохождение начальных этапов ЖЦИ и быстрый вывод на рынок новых моделей или модификаций изделий. Между тем существует много иных изделий, для которых начальные этапы жизни менее важны, чем этапы эксплуатации, ремонта, модернизации. Возьмем, к примеру, такие «изделия», как трубопровод, автомобильная или железная дорога, здания и сооружения, электростанции, плотины, ЛЭП и т. д. Для таких объектов этап проектирования – далекое прошлое. И нет задачи быстрой замены данного типа объектов.

2. В настоящее время в народном хозяйстве имеется достаточно много изделий, производство которых уже прекратили. Есть случаи, когда и предприятий, на которых их делали, уже нет. Состав этапов жизни таких изделий, конечно, будет отличаться от стандартной схемы ЖЦИ.

3. В основу концепции PLM заложена идея (может быть, и в неявном виде) частой смены типов, моделей, поколений изделий. С рациональной точки зрения эта идея небезупречна. Очень часто обновляется программное обеспечение для компьютеров, модели самих компьютеров, модели мобильных телефонов, автомобилей, видеотехники и т. д. Думается, что если пересмотреть содержание этапов ЖЦИ в рамках PLM, больше уделить внимание не проектированию, а удобству применения изделий, удобству их эксплуатации, то можно было бы искать оптимальный ритм обновления изделий и учесть при этом тот факт, что потребитель тратит на новые модификации не только деньги, но и время, необходимое для освоения новых образцов.

4. В основу концепции PLM заложена также идея непрерывного усложнения технических изделий и устройств, наделяния их новыми функциями, большая часть которых зачастую потребителем не используется. В качестве примера можно назвать эволюцию моделей мобильных телефонов, компьютерных программ, некоторых автомобилей (последствия см. в п. 3)

5. Стандартное содержание этапов ЖЦИ с акцентом на проектирование и применение новых материалов в производстве (в том числе на основе, например, нано- и биотехнологий, катализа, иных химических технологий) задают неверные приоритеты для науки и бизнеса. Вместо того, чтобы создавать эффективные технологии эксплуатации и утилизации изделий (в том числе и с помощью микробов, средств биологии и нанотехнологий), основное внимание науки и бизнеса уделяется ускоренному проектированию, разработке, смене поколений и моделей изделий.

6. С точки зрения построения схем рециркуляции изделий стандартную схему ЖЦИ нельзя признать удачной. В сфере потребления важны такие качества изделия, как ремонтпригодность, особенности его эксплуатации, возможность утилизации (в том числе и повторного использования изделия, узлов, деталей, материалов). Этим этапам стандартная схема ЖЦИ уделяет недостаточно внимания. Представляется, что для построения схем рециркуляции изделий такие этапы ЖЦИ, как «эксплуатация (включая обслуживание и ремонт) изделия» и «утилизация» должны быть более подробно детализированы.

У применяемой в рамках PLM стандартной совокупности этапов ЖЦИ есть и несомненные преимущества. Здесь удалось систематизировать и «прописать» действительно *все этапы* и стадии жизненного цикла изделий. Сама идея PLM – создать и поддерживать цифровую модель изделия в течение всего срока его службы – весьма продуктивна. Такая модель позволяет проводить компьютерные эксперименты не с изделием, а с его виртуальным образом. Это открывает огромные возможности для управления ЖЦИ.

Модифицированная схема ЖЦИ должна содержать фазы существования изделия в *сфере потребления*. Представляется очевидным, что для потребителя жизнь изделия начинается с момента, когда предмет покинул предприятие (перешел в сферу потребления), и заканчивается в тот момент, когда отслужившее свой срок изделие передано на рациональную утилизацию. Соответствующая этому утверждению укрупненная схема модифицированного ЖЦИ представлена на рис. 11.

На рис.12 представлена рациональная схема организации экономики, построенная на принципах круговорота (подобно круговороту веществ на Земле говорилось ранее) изделий, такой экономики, в которой не будет отходов. Внедрение этой схемы означает *переворот*

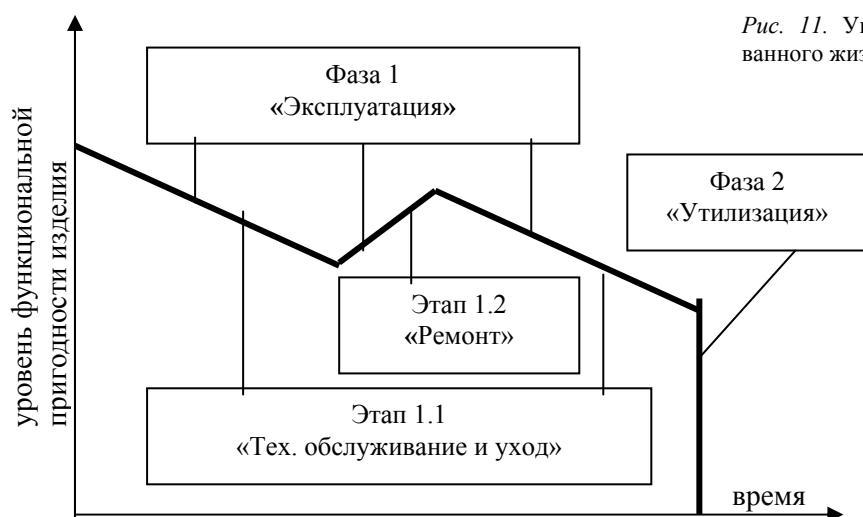


Рис. 11. Увеличенная схема модифицированного жизненного цикла изделия

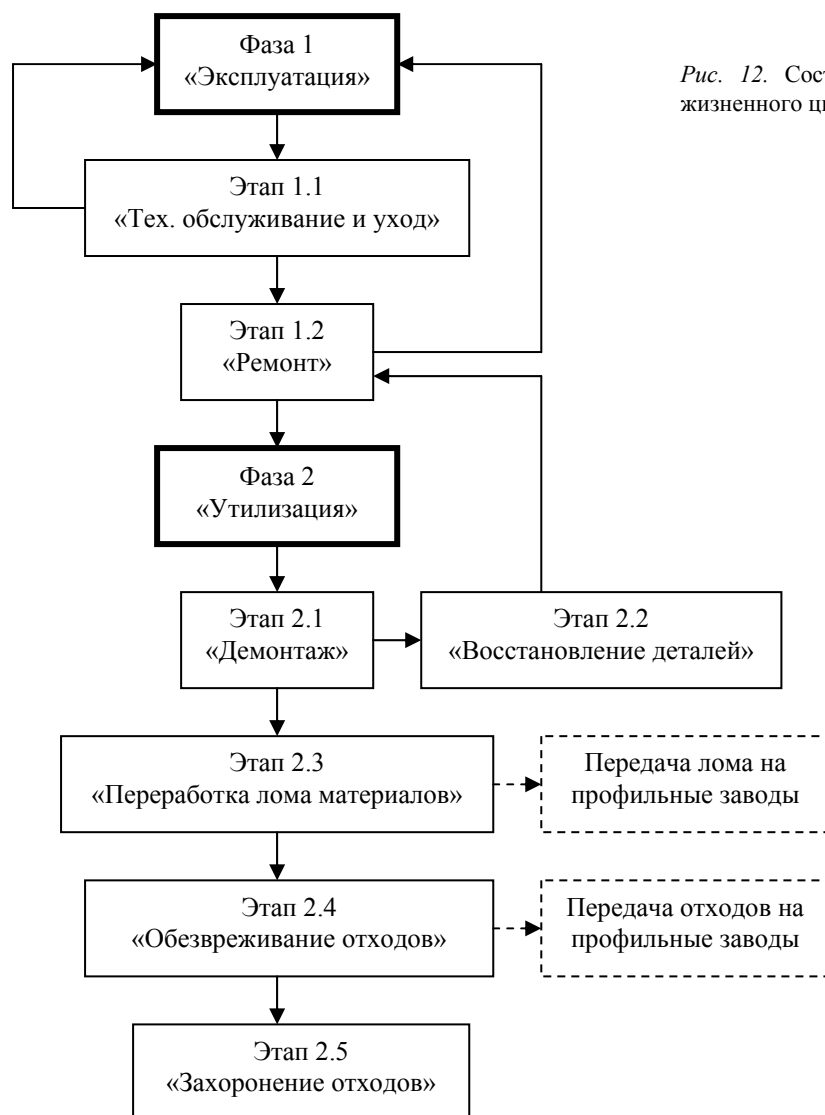


Рис. 12. Состав этапов модифицированного жизненного цикла изделия

в организации хозяйственной деятельности людей – *переход к схеме безотходного потребления изделий*. Для внедрения безотходного ЖЦИ есть все: технологии, знания, опыт реализации отдельных этапов, нормативные акты. Вместе с тем для внедрения данной схемы нужно создать организационно-экономический механизм, функционирование которого обеспечило бы «работу» безотходного ЖЦИ в автоматическом режиме. В основе такого механизма могут быть положены схемы, обеспечивающие возврат изделия на завод для его рациональной утилизации (аренда, лизинг, РЕПО, залоговые и иные схемы). Разработка такого механизма – задача дальнейших исследований.

Список литературы

1. Словарь иностранных слов. 8-е изд. М.: Рус. яз., 1981.
2. Ожегов С. И. Словарь русского языка. 12-е изд. М.: Рус. яз., 1978.
3. Малая советская энциклопедия. Том девятый. М.: Сов. энциклопедия, 1931. Т. 9.
4. Яковец Ю. В. Циклы. Кризисы. Прогнозы. М.: Наука, 1999. 448 с.
5. Философский словарь / Под ред. И. Т. Фролова. 4-е изд. М.: Политиздат, 1981.
6. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989.
7. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973. 349 с.
8. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 767 с.
9. Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: Танаис ЛИ-ДИК, 1994. 544 с.
10. Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв.: В 3 т. М.: Весь мир, 2007. 731 с.
11. Сорокин П. А. Социальная и культурная динамика. СПб.: Изд-во Русского гуманитарного христианского института (РГХИ), 2000. 1056 с.
12. Богданов А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука: В 2 кн. М.: Экономика, 1989.
13. Тойнби А. Постижение истории. М.: Прогресс, 1990.
14. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 456 с.
15. Чижевский А. Л., Шишина Ю. В ритме Солнца. М.: Наука, 1969. 112 с.
16. Вернадский В. И. Очерки геохимии. М.; Л.: Горгеонефтиздат, 1934. 380 с.
17. Вильямс В. Р. Собр. соч. М., 1951. Т. 6.
18. Арнольди К. В., Арнольди Л. В. О биоценозе // Зоологический журнал. 1963. Т. 42, вып. 2.
19. Современные проблемы фотосинтеза (К 200-летию открытия фотосинтеза). М., 1973.
20. Воронов А. А. Основы автоматического управления. 3 изд. М.: Энергия, 1974. 520 с.
21. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1972. 992 с.
22. Самуэльсон П. Экономика. Вводный курс. М.: Прогресс, 1964. 843 с.
23. Cannon W. B. The Wisdom of the Body. N. Y., 1932.
24. Основы автоматического управления / Под ред. В. С. Пугачева. М.: Наука, 1974. 720 с.
25. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Наука, 1983. 344 с.
26. Данилевский В. В., Ползунов И. И. Труды и жизнь первого русского теплотехника. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 446 с.
27. Конфедератов И. Я. Джемс Уатт – изобретатель паровой машины. М.: Наука, 1969. 222 с.
28. Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: Танаис ДИ-ДИК, 1994.
29. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ. М.: Бизнес-книга, 2005. 702 с.
30. Голубков Е. П. Основы маркетинга. М.: Финпресс, 2004. 312 с.
31. Классика маркетинга. Сборник работ, оказавших наибольшее влияние на маркетинг. СПб. Питер, 2001.
32. Маркетинг: Учебник / А. Н. Романов, Ю. Ю. Корлюгов, С. А. Красильников и др. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2005. 560 с.
33. Пригожин А. И. Методы развития организаций. М.: МЦФЭР, 2003. 863 с.

34. Лавизина О. Некоторые аспекты управления жизненным циклом организации, понимаемой как социальная система // Менеджмент в России и за рубежом. 2003. № 5. С. 47–60.
35. Филонович С. Р., Кушелевич Е. И. Теория жизненных циклов организации И. Адизеса и российская действительность // Социологические исследования. 1996. № 10. С. 63–71.
36. Adizes I. Corporate Lifecycles: How and Why Corporations Grow and Die and What to Do about It. Englewood Cliffs. N. J.: Prentice Hall, 1988.
37. Грейнер Л. Эволюция и революция в процессе роста организаций // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Серия: Менеджмент. СПб.: СПбУ, 2002. С. 76–92.
38. Друкер П. Задачи менеджмента в XXI веке. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2002. 272 с.
39. Рекомендации по стандартизации. Р 50.1.031-2001, группа П87. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Стадии жизненного цикла продукции. Дата введения 2002-07-01.
40. Колчин А. Ф., Овсянников М. В., Стрекалов А. Ф., Сумароков С. В. Управление жизненным циклом продукции. М.: Анахарсис, 2002. 304 с.
41. Братухин А. Г., Давыдов Ю. В., Елисеев Ю. С. и др. CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия). М.: МАИ, 2000.
42. Ушаков Д., Левин Д., Малюх В. Энциклопедия PLM. М.: Эком, 2008. 448 с.

Материал поступил в редколлегию 19.09.2011

A. N. Pukhalskiy, K. P. Korsun, O. V. Cherdantseva

MODIFIED SCHEME LIFECYCLE OF PRODUCT

In nature we observe that matter follows a cycle. A different story we observe with artificial things: things of no use are rarely recycled. In the article we study patterns related to cycles of different nature and try to analyze the life cycle of products: 1) the term «cycle» is defined; 2) life cycles of a system, good, organization, product are researched; 3) a modified version of product life cycle is described.

Keywords: cycle, commodity, system, management, product lifecycle management (PLM).