КОНОНОВ Владимир Николаевич

Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета
и экономического анализа

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова

455000, РФ, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Контактный телефон: (3519) 23-03-73

e-mail: jenia-v@yandex.ru

ЗАМБРЖИЦКАЯ Евгения Сергеевна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета
и экономического анализа

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова

455000, РФ, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Контактный телефон: (3519) 23-03-73

e-mail: jenia-v@yandex.ru

ХАРЧЕНКО Максим Викторович

Кандидат технических наук, доцент кафедры механики

Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова

455000, РФ, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Контактный телефон: (3519) 29-85-18

e-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Жизненный цикл промышленной технологии как объект моделирования и управления¹

Исследование направлено на обобщение и систематизацию вопросов моделирования жизненных циклов промышленных технологий для целей прогнозирования и управления ими. Уточнено понятие жизненного цикла промышленной технологии как последовательности стадий развития от момента замысла до отказа от использования, проанализированы подходы к моделированию жизненных циклов промышленных технологий, определены возможности применения результатов моделирования жизненных циклов промышленных технологий на практике. Показано, что для управления жизненными циклами промышленных технологий наиболее полезными являются подходы, основанные на построении s-образных кривых и графиков накопленного эффекта (финансового результата).

JEL classification: C02, O32

Ключевые слова: жизненный цикл технологии; моделирование жизненного цикла; управление жизненным циклом промышленной технологии; промышленные технологии; логистическая функция; стадии цикла.

Введение

Обеспечение устойчивого, динамичного и сбалансированного научно-технологического развития является для России стратегическим приоритетом, закрепленным

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 11.2054.2017/4.6 в рамках государственного задания на 2017–2019 гг.).

на законодательном уровне¹ и признанным экспертным сообществом². Конкурентоспособность промышленных предприятий, отраслей и экономики страны во многом зависит от применяемых технологий и того, насколько успешно эти технологии развиваются и замещаются более прогрессивными и инновационными. Это сопряжено со значительными расходами и многочисленными рисками, предусмотреть которые можно только при понимании логики и параметров, характеризующих жизненные циклы промышленных технологий.

Обоснование управленческих решений, связанных с разработкой и внедрением новых технологий, развитием существующих и отказом от устаревших, должно опираться на результаты моделирования их жизненных циклов.

В экономической литературе жизненным циклам посвящено множество публикаций, большая часть которых касается жизненных циклов продукции (товаров), проектов, систем или организаций. Гораздо менее исследованными являются вопросы моделирования и управления жизненными циклами промышленных технологий, что актуализирует обобщение и систематизацию научных знаний в данной области, а также разработку инструментария моделирования и управления жизненными циклами промышленных технологий.

Понятие жизненного цикла промышленной технологии и подходы к его описанию

Рассмотрение жизненного цикла промышленной технологии в качестве объекта моделирования и управления в первую очередь требует определения смысла, вкладываемого в данное понятие.

В научной литературе при относительной изученности родственных понятий содержание непосредственно жизненного цикла промышленной технологии, к сожалению, должным образом не раскрыто и требует уточнения. Для четкого определения понятия «жизненный цикл промышленной технологии» воспользуемся приемами семантического анализа и представим результаты данного анализа в виде семантической сети понятий (рис. 1).

В семантической сети понятий, являющейся ориентированным графом, узлы соответствуют самим понятиям, а ребра определяют отношения между ними (в представленном варианте сети, исходя из специфики решаемой задачи, прежде всего были идентифицированы родовидовые отношения).

Раскрытие смысла самих понятий на основе данных энциклопедических словарей и научных публикаций обобщим в табл. 1.

Базовые понятия «цикл», «технология» и «промышленность» всесторонне раскрываются в многочисленных словарях и научных публикациях [2; 7; 9]. Выбор наиболее подходящих толкований, процитированных в табл. 1, был осуществлен по соображениям либо универсальности, либо близости к объекту исследования.

Дальнейшее раскрытие используемых в исследовании понятий потребовало формулирования авторских определений, поскольку рассмотренные источники были неточны и зачастую касались областей знаний, не имеющих отношения к жизненным

¹ Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»; Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»; Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 316 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Экономическое развитие и инновационная экономика“»; Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года».

² Интернет-портал «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», раздел «Мнения экспертов». URL: <http://sntr-rf.ru/expert>.

циклам промышленных технологий. Причиной данного обстоятельства является универсальность концепции жизненного цикла, которая находит применение во многих областях знаний: экономике, биологии, социологии, информационных системах и технологиях и т. д. Подробное раскрытие вопросы, связанные с применением концепции жизненного цикла в различных областях деятельности, нашли, например, в работе Г. В. Широковой, Т. Н. Клеминой и Т. Н. Козыревой [11], а более обстоятельный анализ применения данной концепции в экономических исследованиях приведен в работах Д. Б. Берга, С. Л. Гольдштейна, Е. А. Ульяновой и П. В. Добряка [1; 2], М. Портера [12; 13].

Рис. 1. Семантическая сеть понятий, связанных с жизненным циклом промышленной технологии

В экономике концепция жизненного цикла применима при описании спроса, отраслей, технологий, организаций, продуктов (товаров, изделий), проектов, инноваций, конкуренции, экономических систем в общем и др., поскольку в развитии перечисленных сущностей могут быть выделены схожие по своим характеристикам стадии. В общем случае это стадии возникновения, роста, зрелости, спада и исчезновения. В связи с этим описание жизненного цикла становится характеристикой прохождения объектом перечисленных стадий. Для раскрытия понятия «жизненный цикл промышленной технологии» предлагаем воспользоваться следующим определением: это последовательность стадий развития промышленной технологии от момента ее замысла до отказа от использования. В многообразии подходов к описанию жизненных циклов можно выделить наиболее значимые:

- подход, основанный на построении s-образных кривых, характеризующих достижение предела возможностей (эффективности);
- подход, основанный на построении графиков, характеризующих текущий эффект (финансовый результат);
- подход, основанный на построении кривой, характеризующей накопленный эффект (финансовый результат);
- подход Гартнера, характеризующий изменение ожиданий от использования технологий.

Таблица 1

**Толкования (определения) основных понятий,
связанных с жизненным циклом промышленной технологии**

Понятие	Толкование (определение)	Источник
Цикл	(от др.-греч. κύκλος – круг) Совокупность явлений, процессов, составляющая кругооборот в течение известного промежутка времени	[9]
	Совокупность взаимосвязанных явлений, процессов, работ, образующих законченный круг развития в течение какого-либо промежутка времени	[3]
Технология	(от др.-греч. τέχνη – искусство, мастерство, умение и др.-греч. λόγος – изучение) Совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата; метод преобразования данного в необходимое; способ производства	[4]
	Совокупность производственных методов и процессов в определенной отрасли производства, а также научное описание способов производства	[7]
	Применение научных знаний для удовлетворения практических жизненных потребностей людей или изменения окружающей среды*	Интернет-сайт «Encyclopædia Britannica». URL: https://www.britannica.com/topic/technology
Промышленность	Сектор народного хозяйства, связанный с производством промышленных товаров и оказанием производственных услуг	[3]
	Отрасль производства, охватывающая переработку сырья, разработку недр, создание средств производства и предметов потребления	[7]
Промышленная технология	Совокупность методов и процессов преобразования имеющихся ресурсов в продукцию и услуги промышленного производства	А
Жизненный цикл	Последовательность стадий в развитии чего-либо от разработки концепции и (или) возникновения до исчезновения	А
Жизненный цикл технологии	Последовательность стадий развития технологии от разработки ее концепции и (или) возникновения до отказа от использования	А
Жизненный цикл промышленной технологии	Последовательность стадий развития промышленной технологии от момента ее замысла до отказа от использования	А

Примечания. Толкования (определения), источник которых помечен литерой А, являются авторскими.

* В оригинале: technology – the application of scientific knowledge to the practical aims of human life or, as it is sometimes phrased, to the change and manipulation of the human environment [8].

При схожести стадий в описании жизненных циклов отличительной чертой каждого из подходов является то, какие параметры становятся объектами моделирования: предел возможностей (эффективности), текущий или накопленный эффект (финансовый результат), ожидания от использования.

При характеристике прохождения промышленной технологией жизненного цикла значимой является каждая из упомянутых групп параметров. Выбор, сделанный

в пользу какого-то одного из подходов при игнорировании прочих, заведомо окажется проигрышным, поскольку часть параметров, способных повлиять на принимаемые управленческие решения, окажется недоступной. По этой причине следует сделать вывод о необходимости обеспечения всестороннего описания жизненных циклов промышленных технологий с комплексным применением названных подходов.

Жизненный цикл промышленной технологии как объект моделирования

Подход к описанию жизненных циклов технологий, основанный на построении *s*-образных кривых, был предложен Р. Фостером [10] в контексте раскрытия динамики конкуренции и выявления зависимости между затратами, связанными с улучшением продукта или технологического процесса, и получаемыми результатами.

Представленный на рис. 2 в виде *s*-образной кривой типовой график жизненного цикла промышленной технологии обращает внимание на следующие важные закономерности:

- достаточно низкая эффективность применения промышленной технологии на начальном этапе, что можно объяснить значительными затратами на разработку и внедрение технологии, недостатком опыта и известности и многими другими факторами;
- скачкообразное увеличение эффективности на этапе совершенствования технологии, обусловленное существенным снижением затрат капитального характера на совершенствование технологии (по сравнению с теми, которые пришлось осуществить на этапе разработки и внедрения), повышением компетентности в использовании технологии, ростом ее известности;
- замедление роста эффективности по мере приближения к пределу эффективности промышленной технологии.

Рис. 2. Описание жизненного цикла промышленной технологии с помощью *s*-образной кривой (кривой Фостера)

Важнейшим понятием, подвергнутым осмыслению Р. Фостером, стал предел технологии, представляющий собой ее максимально возможную эффективность, которая не может быть превышена в силу объективного влияния физических и экономических законов. Приближение к пределу технологии с практической точки зрения должно означать необходимость поиска, разработки и внедрения новых технологий в качестве замены действующим, способным в любой момент времени перейти в категорию устаревающих.

Неслучайно своеобразный девиз «атакующие выигрывают» является частью названия научной работы Р. Фостера «Обновление производства...» [10] (в оригинале: R. Foster «Innovation: The Attacker's Advantage»). Автор динамики конкуренции подчеркивает, что перемены, когда они наступают, происходят быстро, подчиняются закономерностям, которые поддаются предсказанию и анализу [10]. В случае с жизненным циклом промышленной технологии таким анализом, результаты которого могут быть использованы в прогнозных целях, является определение переломных точек на графике s-образной кривой.

С математической точки зрения s-образные кривые жизненных циклов могут быть описаны с помощью так называемой логистической функции или уравнения П. Ф. Ферхюльста [14; 15], изначально предложенного его автором для характеристики роста биологических популяций до достижения ими предела, обусловленного возможностями среды обитания. Из современных исследований, посвященных применению логистической функции в экономике, можно отметить работы Р.М. Нижегородцева [5; 6].

Интерпретация уравнения П. Ф. Ферхюльста для описания s-образной кривой жизненного цикла промышленной технологии может быть представлена в следующем виде:

$$\xi(t) = \frac{\xi_{\max} \cdot \xi_0 \cdot e^{rt}}{\xi_{\max} + \xi_0 \cdot (e^{rt} - 1)}, \quad (1)$$

где $\xi(t)$ – функция s-образной кривой жизненного цикла промышленной технологии, характеризующая ее эффективность; $\xi_{\max}$ – предел эффективности промышленной технологии; ξ_0 – эффективность промышленной технологии в момент времени, соответствующий началу ее практической эксплуатации; e – экспонента; r – коэффициент повышения эффективности технологии; t – время.

При стремящемся к бесконечности параметре времени значение логистической функции будет приближаться к пределу эффективности промышленной технологии:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \xi(t) = \xi_{\max}. \quad (2)$$

Помимо описания поведения самой s-образной кривой, математический аппарат удобно может быть применен для определения переломных точек функции кривой жизненного цикла промышленной технологии. Для этого следует определить первую (3) и вторую (4) производные функции кривой жизненного цикла:

$$\xi(t)' = \frac{r \cdot \xi_{\max} \cdot \xi_0 \cdot e^{rt} \cdot (\xi_{\max} - \xi_0)}{(\xi_{\max} + \xi_0 \cdot (e^{rt} - 1))^2}; \quad (3)$$

$$\xi(t)'' = \frac{r^2 \cdot \xi_{\max} \cdot \xi_0 \cdot e^{rt} \cdot (\xi_{\max} - \xi_0)}{(\xi_{\max} + \xi_0 \cdot (e^{rt} - 1))^3} \cdot (\xi_{\max} + \xi_0 \cdot (1 + e^{rt})). \quad (4)$$

Пример описания s-образной кривой с помощью логистической функции с нахождением ее первой и второй производных представлен на рис. 3.

Первой производной логистической функции $\xi(t)'$ характеризуется скорость роста эффективности использования промышленной технологии. Момент достижения первой производной максимального значения свидетельствует о дальнейшем замедлении роста эффективности. Резерв роста эффективности промышленной технологии в этот момент времени будет оставаться по-прежнему значительным, а вложение средств в совершенствование используемой технологии будет целесообразным и оправданным.

Рис. 3. Определение переломных моментов на графике кривой жизненного цикла промышленной технологии

Минимум второй производной $\xi''(t)$ соответствует моменту времени, когда рост эффективности использования промышленной технологии критически замедляется. Достижение данного момента на практике будет означать нецелесообразность вложений в совершенствование существующей промышленной технологии потому, что, как считает Р. Фостер, не надо вкладывать деньги в то, что уже нельзя усовершенствовать [10].

Достижение минимума второй производной логистической функции $\xi(t)$ может рассматриваться в качестве сигнала о необходимости поиска, разработки и внедрения новых промышленных технологий, которые рано или поздно должны прийти на смену используемой. В контексте конкурентной борьбы весомое конкурентное преимущество приобретет тот, у кого получится раньше воспользоваться возможностями новой, более совершенной промышленной технологией. При наличии у новой альтернативной технологии, по сравнению с используемой более высокого предела эффективности, совершенствование именно новой технологии окажется целесообразным.

Помимо использования логистической функции для описания приближения промышленной технологии к пределу своей эффективности, по мнению некоторых специалистов, могут быть применены и другие типы s-образных кривых. В частности, Д. Сахал [8], занимавшийся изучением особенностей диффузии инноваций, обращал внимание на целесообразность применения в ряде случаев асимметричных s-образных кривых, таких как функция Гомпертца или функция логнормального распределения.

Дополнительно при изучении жизненного цикла промышленной технологии необходимо обратить внимание на следующие важные очевидные моменты:

- расходы на разработку и внедрение новой промышленной технологии практически во всех случаях являются значительными (а иногда огромными и просто неподъемными для отдельно взятой компании), что следует рассматривать как ограничивающий фактор при принятии управленческих решений;
- результат от использования промышленной технологии будет достигнут не мгновенно, он распределен во времени и накапливается по мере эксплуатации технологии.

Принятие во внимание указанных особенностей в процессе моделирования является удобным в случае представления жизненного цикла промышленной технологии как результата реализации инвестиционного проекта. Ключевым отслеживаемым параметром в данном случае станет накопленный эффект (финансовый результат) от использования промышленной технологии. Типовой вид графика жизненного цикла промышленной технологии при этом будет выглядеть так, как показано на рис. 4.

Рис. 4. График жизненного цикла промышленной технологии как инвестиционного проекта

Из оставшихся упомянутых подходов к описанию жизненных циклов технологий построение графиков жизненных циклов, характеризующих текущий эффект (финансовый результат), следует рассматривать в качестве дополнения к тем, на которых иллюстрируется накопленный эффект (финансовый результат).

Подход, основанный на построении кривой Гартнер (по названию консалтинговой компании, его разработавшей), применительно именно к промышленным технологиям,

хотя и может быть применен, для принятия управленческих решений гораздо менее ценен, в сравнении с остальными рассмотренными подходами¹. Кривая Гартнер строится для и учитывает специфику информационных, а не промышленных технологий.

Жизненный цикл промышленной технологии как объект управления

Конкурентные преимущества в бизнесе приобретают те компании, которые при меньших затратах достигают большего эффекта. Однако и осуществляемые затраты, и получаемые результаты далеко не в последнюю очередь обуславливаются применяемыми промышленными технологиями. Таким образом, принципиальным становится понимание того, когда следует инициировать поиск, разработку и внедрение новых технологий, когда требуется вкладывать средства в совершенствование используемой технологии и когда от этого, а в дальнейшем и от самой технологии целесообразно будет отказаться.

Ответы на перечисленные вопросы могут быть получены при восприятии жизненного цикла промышленной технологии в качестве объекта управления, для чего потребуются воспользоваться средствами моделирования, рассмотренными ранее.

В общем виде последовательность взаимных действий, связанных с принятием управленческих решений по поводу жизненного цикла уже эксплуатируемой технологии, может быть упрощенно представлена в виде алгоритма (рис. 5).

Рис. 5. Упрощенный алгоритм принятия стратегического управленческого решения по эксплуатируемой промышленной технологии

Определение ключевых параметров, характеризующих жизненный цикл промышленной технологии, или (в идеале) его описание в виде функциональной зависимости позволит ответить на принципиальный вопрос: «на какой стадии жизненного цикла находится промышленная технология?». От ответа будет зависеть принимаемое стратегическое решение по поводу эксплуатируемой промышленной технологии.

При нахождении промышленной технологии в начале жизненного цикла, на стадии стремительного роста эффективности, и даже при замедлении роста эффективности, но сохранении его достаточных резервов оправданным является вложение средств в совершенствование существующей технологии. На графиках, представленных на рис. 3, эти этапы соответствуют промежутку времени от старта использования промышленной технологии до достижения второй производной функции минимума эффективности промышленной технологии, когда падение роста эффективности наиболее ощутимо.

Достижение промышленной технологией стадии жизненного цикла, соответствующей максимальному замедлению роста эффективности, может рассматриваться как сигнал о необходимости поиска, разработки и внедрения новой технологии. При этом решение о немедленной разработке и внедрении одной из таких новых технологий

¹ Gartner's official web-page «Gartner Hype Cycle». URL: <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>; Inside Gartner Research: How the art, science and rigor behind our research process and proprietary methodologies help you make the right decisions, every day, 2016 http://www.gartner.com/imagessrv/research/methodologies/inside_gartner_research.pdf.

далеко не всегда будет однозначным из-за длительности жизненных циклов промышленных технологий и комбинаций параметров жизненных циклов сравниваемых технологий.

При отборе новых альтернативных технологий первым подлежащим проверке параметром является оценочный уровень их пределов эффективности. Замена эксплуатируемой технологии новой будет оправдана при наличии так называемых технологических разрывов, когда предел эффективности у технологии каждого следующего поколения окажется выше, чем у предыдущего, как это показано на рис. 6.

Рис. 6. Технологические разрывы на графиках жизненных циклов промышленных технологий

Вместе с тем более высокий предел промышленной технологии следующего поколения не гарантирует получение компанией экономических выгод в кратко- или даже среднесрочной перспективе. Например, моделирование влияния параметров предела эффективности $\xi_{\max}$ и коэффициента его повышения на текущую эффективность использования двух сравниваемых технологий для комбинаций, когда $\xi_{\max 2} > \xi_{\max 1}$ дало результаты, показанные на рис. 7. Несмотря на то, что вторая из сравниваемых технологий имеет более высокий предел эффективности, его достижение из-за меньшей скорости роста эффективности откладывается на более поздние периоды времени. На практике такая ситуация вероятна в силу большей капиталоемкости второй технологии.

Внешний вид s-образных кривых, представленных на рис. 7, даже для ситуации, когда промышленные технологии будут запущены одновременно, свидетельствует о том, что первая из сравниваемых технологий успеет практически полностью пройти свой жизненный цикл к моменту, когда вторая технология по текущей эффективности превзойдет первую. С учетом этого разработку и эксплуатацию каждой из этих технологий целесообразно рассматривать в качестве самостоятельного инвестиционного проекта. Запуск второй технологии при этом может быть отложен до момента окупаемости первой.

В общем случае на практике каждая комбинация уже эксплуатируемых и альтернативных новых промышленных технологий будет в чем-то уникальной. Для анализа возможностей этих технологий и прохождения ими жизненных циклов следует использовать весь спектр рассмотренных подходов с их корректировкой для каждой конкретной ситуации.

Рис. 7. Влияние предела эффективности и коэффициента его повышения на текущую эффективность промышленной технологии

Заключение

Совершенствование используемых и внедрение новых промышленных технологий является значимым фактором поддержания конкурентоспособности промышленных предприятий. Принятие обоснованных управленческих решений, связанных с поиском, разработкой, внедрением, совершенствованием и заменой промышленных

технологий, возможно посредством управления их жизненными циклами, под которыми понимаются последовательности стадий развития от момента замысла до отказа от использования.

Для управления жизненными циклами промышленных технологий наиболее полезными являются подходы к их описанию и моделированию, основанные на построении *s*-образных кривых и графиков накопленного эффекта (финансового результата).

S-образные кривые, описываемые при помощи логистической функции, позволяют уточнить ряд ключевых характеристик жизненного цикла промышленной технологии, таких как предел ее эффективности и скорость роста эффективности. Нахождение первой и второй производных логистической функции дополнительно позволяет определить переломные точки жизненного цикла промышленной технологии, которые могут быть использованы в качестве маркеров при принятии управленческих решений.

Источники

1. Берг Д. Б., Гольдштейн С. Л. Специфика процесса конкуренции и его жизненного цикла // Математические модели в экономике: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. А. Ф. Шорикова. Екатеринбург, 2002. С. 64–71.
2. Берг Д. Б., Ульянова Е. А., Добряк П. В. Модели жизненного цикла: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014.
3. Большой экономический словарь / под ред. А. Н. Азрилияна. 5-е изд. доп. и перераб. М.: Ин-т новой экономики, 2002.
4. Некрасова Н. А., Некрасов С. И. Философия науки и техники: Тематический словарь-справочник. М.: МИИТ, 2009.
5. Нижегородцев Р. М. Логистическое моделирование экономической динамики. Ч. I // Проблемы управления. 2004. № 1. С. 46–53.
6. Нижегородцев Р. М. Логистическое моделирование экономической динамики. Ч. II // Проблемы управления. 2004. № 1. С. 52–58.
7. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. М.: А ТЕМП, 2008.
8. Сахал Д. Технический прогресс: концепции, модели, оценки. М.: Финансы и статистика, 1985.
9. Советский энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. 4-е изд. М.: Сов. энциклопедия, 1988.
10. Фостер Р. Обновление производства: атакующие выигрывают. М.: Прогресс, 1987.
11. Широкова Г. В., Клемина Т. Н., Козырева Т. П. Концепция жизненного цикла в современных организационных и управленческих исследованиях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 8: Менеджмент. 2007. № 2. С. 3–31.
12. Porter M. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. N. Y.: The Free Press, 1980.
13. Porter M. The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. N. Y.: The Free Press, 1985.
14. Verhulst P. F. Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population. Bruxelles: Hayez, 1845.
15. Verhulst P. F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement // Correspondance Mathématique et Physique publiée par A. Quetelet. 1838. No. 10. Pp. 113–121.

The Life Cycle of an Industrial Technology as an Object of Modelling and Control

by Vladimir N. Kononov, Yevgenia S. Zambrzhitskaya and Maksim V. Kharchenko

The research aims to generalise about and systematise the issues of modelling of industrial technologies' life cycles for the purposes of forecasting and controlling them. The paper clarifies the concept of industrial technology life cycle and treats it as a sequence of development stages from the moment of conception to the point of disuse. The authors examine approaches to modelling of industrial technologies' life cycles and identify possibilities to apply the results of modelling of industrial technologies' life cycles in practice. The researchers demonstrate that the approaches based on designing s-shaped curves and graphs of accumulated effect (financial result) are the most convenient to control the life cycles of industrial technologies.

Keywords: technology life cycle; life cycle modelling; control of industrial technology life cycle; industrial technologies; logistic function; stages of life cycle.

References:

1. Berg D.B., Goldshtein S.L. Spetsifika protsessa konkurentsii i ego zhiznennogo tsikla [Specificity of the competition process and its life cycle]. In: Shorikov A. F. (ed.) *Matematicheskie modeli v ekonomike* [Mathematical models in economics]. Yekaterinburg, 2002, pp. 64–71.
2. Berg D.B., Ulyanova Ye. A., Dobryak P.V. *Modeli zhiznennogo tsikla* [Life cycle models]. Yekaterinburg: Ural University Publ., 2014.
3. Azriliyan A.N. (ed.) *Bolshoy ekonomicheskii slovar* [The big explanatory dictionary]. Moscow: Institute of New Economy, 2002.
4. Nekrasova N. A., Nekrasov S.I. *Filosofiya nauki i tekhniki: Tematicheskii slovar'-spravochnik* [Philosophy of science and technology: Thematic dictionary and reference book]. Moscow: Russian University of Transport, 2009.
5. Nizhegorodtsev R.M. Logisticheskoe modelirovanie ekonomicheskoy dinamiki Ch. I [Logistic modelling of economic dynamics. Chapter I]. *Problemy upravleniya – Problems of Management*, 2004, no. 1, pp. 46–53.
6. Nizhegorodtsev R.M. Logisticheskoe modelirovanie ekonomicheskoy dinamiki Ch. II [Logistic modelling of economic dynamics. Chapter II]. *Problemy upravleniya – Problems of Management*, 2004, no. 1, pp. 52–58.
7. Ozhegov S.I., Shvedova N. Yu. *Tolkovyy slovar' russkogo yazyka* [The explanatory dictionary of the Russian language]. Moscow: A TEMP Publ., 2008.
8. Sakhal D. *Tekhnicheskii progress: kontseptsii, modeli, otsenki* [Technical progress: Concepts, models, estimates]. Moscow: Finansy i statistika Publ., 1985.
9. Prokhorov A.M. (ed.) *Sovetskii entsiklopedicheskii slovar'* [Soviet encyclopaedic dictionary]. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1988.
10. Foster R. *Obnovlenie proizvodstva: atakuyushchie vyigryvayut* [Production modernisation: The attackers win]. Moscow: Progress Publ., 1987.
11. Shirokova G. V., Klemina T.N., Kozyreva T.P. Kontseptsiya zhiznennogo tsikla v sovremennykh organizatsionnykh i upravlencheskikh issledovaniyakh [The concept of the life cycle in modern organisational and management research]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 8: Menedzhment – Bulletin of the Saint Petersburg University. Series 8: Management*, 2007, no. 2, pp. 3–31.
12. Porter M. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. N. Y.: The Free Press, 1980.
13. Porter M. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. N. Y.: The Free Press, 1985.
14. Verhulst P. F. *Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population*. Bruxelles: Hayez, 1845.
15. Verhulst P. F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. In: *Correspondance Mathématique et Physique* publiée par A. Quetelet, no. 10, 1838, pp. 113–121.

Contact Info:

Vladimir N. Kononov, Cand Sc. (Econ.),
Associate Prof. of Accounting and Economic
Analysis Dept.

Phone: (3519) 23-03-73

e-mail: jenia-v@yandex.ru

Nosov Magnitogorsk State Technical University
38 Lenina St., Magnitogorsk, Russia, 455000

Yevgenia S. Zambrzhitskaya, Cand Sc. (Econ.),
Associate Prof. of Accounting and Economic
Analysis Dept.

Phone: (3519) 23-03-73

e-mail: jenia-v@yandex.ru

Nosov Magnitogorsk State Technical University
38 Lenina St., Magnitogorsk, Russia, 455000

Maksim V. Kharchenko, Cand Sc. (Eng.),
Associate Prof. of Mechanics Dept.

Phone: (3519) 29-85-18

e-mail: kharchenko.mv@bk.ru

Nosov Magnitogorsk State Technical University
38 Lenina St., Magnitogorsk, Russia, 455000

Ссылка для цитирования: Кононов В.Н., Замбржицкая Е.С., Харченко М.В. Жизненный цикл промышленной технологии как объект моделирования и управления // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19, № 3. С. 137–150. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-12

For citation: Kononov V.N., Zambrzhitskaya Ye. S., Kharchenko M. V. Zhiznennyy tsikl promyshlennoy tekhnologii kak obyekt modelirovaniya i upravleniya [The life cycle of an industrial technology as an object of modelling and control]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 137–150. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-3-12