

УДК 658.512 DOI: 10.14451/1.230.38

Исследование моделей жизненного цикла технологий

Чаруйская Марианна Александровна Доцент кафедры финансового менеджмента, кандидат экономических наук. Московский государственный технологический университет СТАНКИН.
charuyskay@mail.ru

Ключевые слова: технология, жизненный цикл технологий, S-образная кривая, модель жизненного цикла, прогнозирование технологии, оценка технологии.

В статье проводится исследование моделей жизненного цикла. Рассмотрена возможность применения данных моделей для оценки и прогнозирования развития жизненного цикла технологий. Отмечены особенности применения S-образной кривой для прогнозирования технологий в программе «ПроТехнологии» на основе аналитики научных публикаций и патентов.

Конкурентоспособность промышленных предприятий зависит от применяемых технологий, актуальность которых со временем меняется. Способность своевременного вывода из производственного процесса устаревших технологий и замены их на современные технологии является решающим фактором успеха в конкурентной борьбе в высокотехнологических отраслях. Как следствие, важной задачей является прогнозирование жизненного цикла технологий с целью оценки потенциала применяемой или рассматриваемой к применению технологии. Для оценки потенциала технологий часто используют различные модели жизненного цикла технологий.

Модель жизненного цикла технологий описывает типовой процесс развития технологий и представляет собой функцию описывающую зависимость параметра развития технологии от независимой переменной времени.

$$P = f(t).$$

Основной проблемой при определении модели жизненного цикла технологий является трудность в определении критических точек кривой жизненного цикла (точек перегиба), которые разграничивают фазы жизненного цикла технологий. Выявление фаз жизненного цикла позволяет оценить потенциал технологий и разработать стратегические меры по ее развитию [11; 13].

В соответствии с исследованиями ученых (Форда, Райана, Ансоффа, Литла, Форестера и др.) определены несколько видов моделей жизненного цикла, которые можно разделить на два типа: модели жизненного цикла технологий, основанные на спросе рынка, и модели жизненного цикла технологий, основанные на производительности [13]. Модели жизненного цикла технологий первого типа показывают успешность технологии на рынке: насколько высок спрос на технологию у целевой аудитории. Модели жизненного цикла второго типа показывают изменение технических характеристик технологии

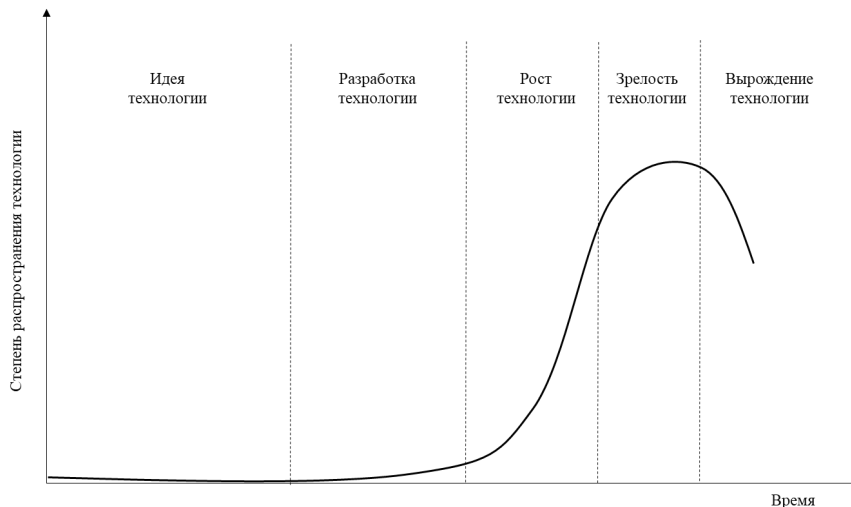


Рис. 1. Модель жизненного цикла технологии Форда и Райана [10].

с течением времени так называемую продуктивность технологии.

Рассмотрим наиболее известные модели жизненного цикла технологии более подробно.

Модель жизненного цикла технологии Форда и Райана

Модель Форда и Райана [5; 11; 13] описывает зависимость степени распространении технологии от времени.

Кривая жизненного цикла технологии приведена на рисунке 1 и имеет шесть основных фаз.

Первый этап «разработка технологии» характеризуется фундаментальными научными исследованиями и их перспективными результатами, а также переходом к прикладными научно-исследовательским работам. По окончании этой фазы необходимо принять решение о развитии данной технологии. На этом этапе определяют сферы применения технологии, но окончательный потенциал развития технологий на первом этапе до конца не определен.

На данном этапе осуществляется принятие решения об использовании технологии внутри и вне организации, а также определяются методы защиты технологии. Основным критерием принятия решения является стоимость жизненного цикла технологии.

Второй этап жизненного цикла «рост технологии» характеризуется увеличением областей применения технологии. Именно на этом этапе технология достигает максимального потенциала развития, и, как следствие, наиболее высокой рыночной стоимости. В данный период принимается решение о патентовании технологии, ее продаже или использовании на предприятии.

Третий этап «зрелость технологии» характеризуется широким использованием технологий в максимальном количестве сфер применения. На данном этапе возможны только незначительные улучшения эффективности технологий. Именно в этот период достигается максимальное распространение технологии на рынке. Однако к концу этого этапа происходит сокращение степени использования технологии в промышленности.

Четвертый этап «вырождение технологии» характеризуется резким сокращением сфер применения за счет замены старой технологии на инновационную.

Недостатком модели жизненного цикла Форда и Райана является отсутствие каких-либо критериев оценки этапов жизненного цикла технологий. Кроме того, данная модель не предоставляет рекомендации по управлению технологиями на рынке.

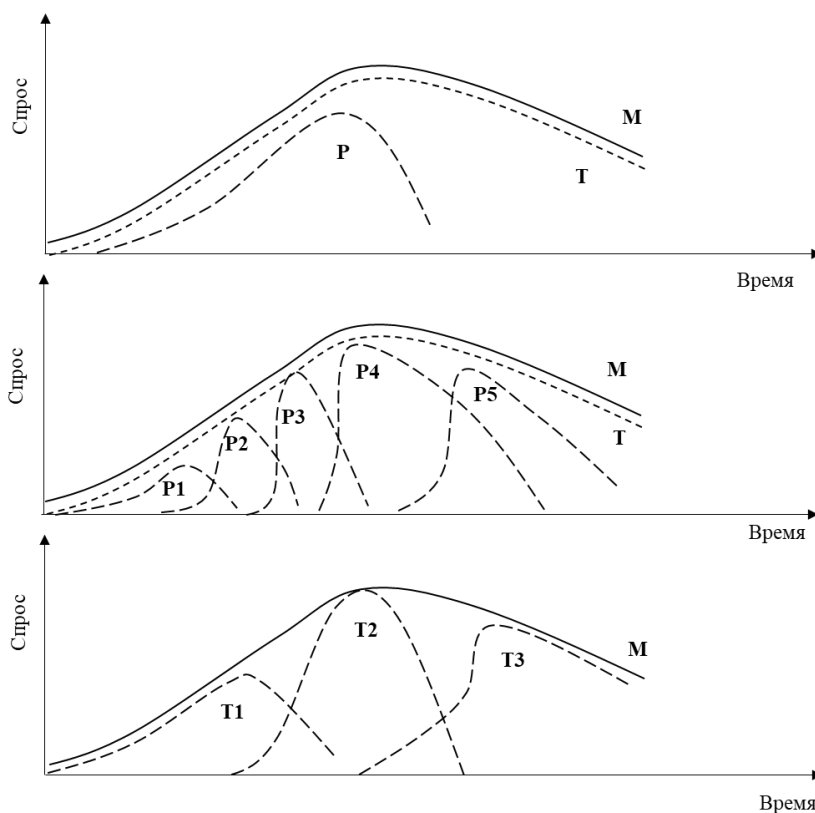


Рис. 2. Модель жизненного цикла технологий Ансоффа [10].

Модель жизненного цикла технологий Ансоффа

Модель жизненного цикла технологий Ансоффа основана на динамике рынков технологий. В соответствии с данной моделью существует тесная связь между рынком технологий, рынком продукта, степенью развития продукта и потенциалом развития технологии [10]. В соответствии с исследованиями Ансоффа изменяющийся во времени спрос на определенном рынке может быть удовлетворен с помощью определенного продукта, изготовленного по определенной технологии.

По модели Ансоффа жизненные циклы технологий могут иметь один из трех видов развития: стабильное, динамичное и бурное (рис. 2).

Стабильный жизненный цикл технологий характеризуется постепенными улучшениями технологии без резких скачков. При этом жизненные циклы технологии и продукта, который изготавливается по этой технологии, практически

совпадают. Конкурентные преимущества компании, которые используют технологии с такого рода жизненным циклом, достигаются за счет повышения качества и снижения затрат на производство. При этом инновации практически не используются как преимущество в конкурентной борьбе.

Динамический жизненный цикл технологий характеризуется высокой скоростью развития технологий. Высокая конкурентоспособность предприятия, использующего такого вида технологии, достигается за счет внедрения инновация и быстрого вывода на рынок новых продуктов с короткими жизненными циклами.

Бурный жизненный цикл технологий характеризуется частыми скачками от одной инновационной технологии к другой. Конкурентное преимущество достигается предприятиями за счет своевременного замещения технологий развивающимися. При этом главной способностью компании становится раннее обнаружение

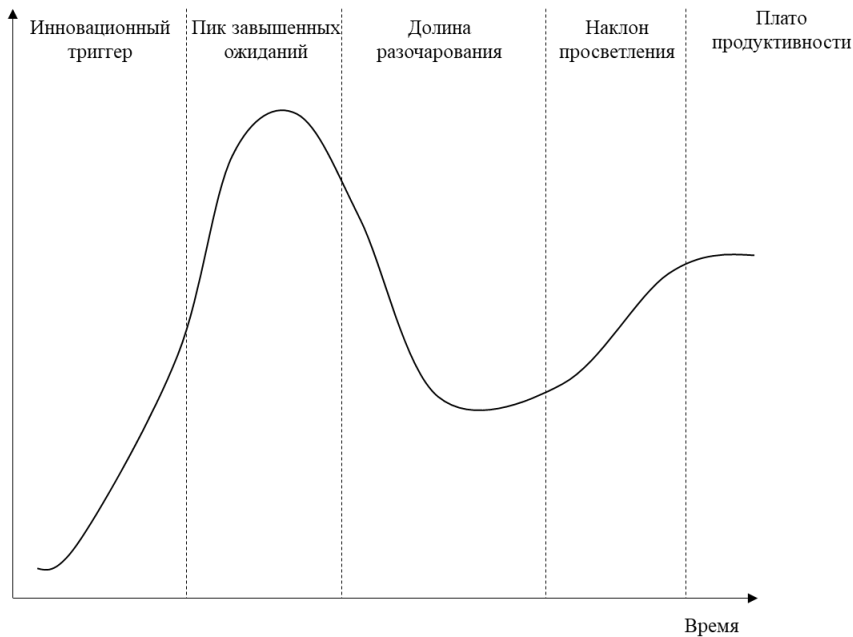


Рис. 3. Модель хайп-цикла Гартнера.

и прогнозирование жизненного цикла технологий. При использовании такого рода технологий резко возрастает риск ошибки прогнозирования потенциала развития технологий и, как следствие, принятия неправильных решений.

Основным достоинством модели Ансоффа является учет взаимосвязи жизненного цикла технологий, жизненного цикла продукта и развития рынка. Однако применение данной модели ограничено для оценки и прогноза потенциала развития технологии в связи с возможным изменением характера жизненного цикла технологий на рассматриваемом рынке.

Модель хайп-цикла Гартнера

Модель хайп-цикла [4; 7; 13], разработанная компанией Гартнер, описывает развитие технологии с точки зрения спроса (рис. 3).

В соответствии с моделью Гартнера жизненный цикл технологии выражается зависимостью инновационности технологии от времени. Инновационность технологии измеряется степенью внимания к технологиям со стороны общества и промышленности. В основе модели лежит предположение, что интерес к технологиям со стороны научного сообщества, общества и про-

мышленности имеет ту же закономерность, что и продуктивность технологии.

Первый этап жизненного цикла технологии «инновационный триггер» в соответствии с моделью Гартнера характеризуется первичным интересом к технологии со стороны общества. Данный интерес может быть вызван научными публикациями и/или новостями о научном прорыве исследуемой технологии. На данном этапе уже определена техническая жизнеспособность технологии, однако рыночный потенциал технологии не определен и с течением времени может быть как низким, так и высоким.

Второй этап цикла Гартнера называется «пиком завышенных ожиданий». На данном этапе увеличивается количество в основном поверхностных отчетов и научно-популярных публикаций о потенциале и прогнозе развития технологии, что приводит к завышенным ожиданиям относительно ее эффективности и рыночного потенциала. Однако этот этап ЖЦТ характеризуется еще нестабильностью технических параметров технологий и невысокой продуктивности, что приводит к значительному падению интереса к технологии и переходу на следующий этап.

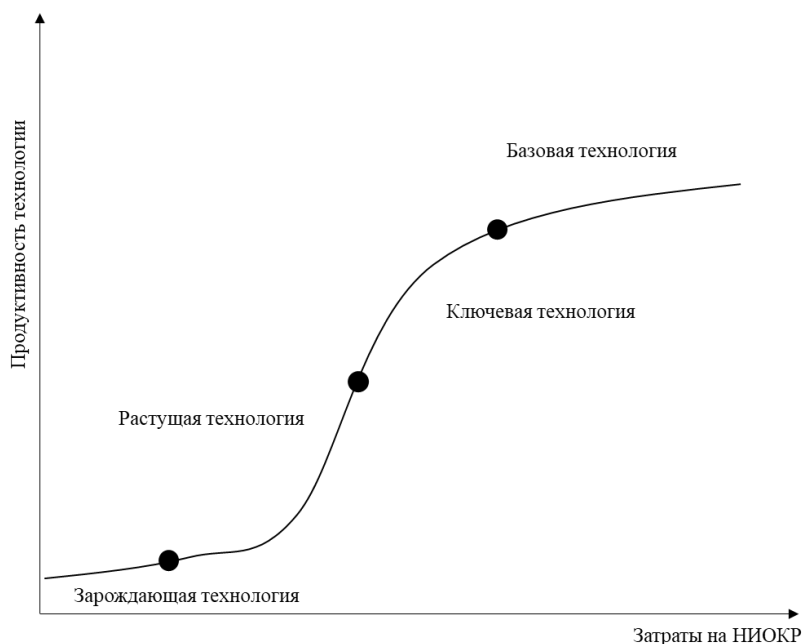


Рис. 4. Модель S-образной кривой [6].

Третий этап модели Гартнера называется «долина разочарования». На этом этапе количество сообщений в прессе о технологии минимально. Но именно в этот период определяется истинный потенциал технологии: или она затухает, или начинается дальнейшее развитие технологии и достижение ее продуктивности.

Происходит выход на следующую фазу «наклон просветления», которая характеризуется разработкой широкого ассортимента продукции, изготовленной с использованием этой технологии. Как следствие появляется тенденция роста интереса к ней и увеличение количества публикаций в прессе.

Последний этап ЖЦТ называется «плато продуктивности». На данном этапе технология достигает своей максимальной эффективности и расширяется область ее применения.

Таким образом, в соответствии с моделью Гартнера анализируя публикации, касающиеся технологии, можно определить ее уровень развития по циклу хайпа и использовать как основы для принятия стратегических решений [13]. Основным недостатком модели Гартнера является невозможность точного прогнозирования

развития жизненного цикла технологий и ее потенциала во времени.

Концепция S-образной кривой

В концепции S-образной кривой (рис. 4) можно выделить четыре этапа жизненного цикла технологий [6; 12]. Первый этап «зарождение молодой технологии». В этот период технологии, как правило, еще не представляют интереса для компаний. На данном этапе существует высокая степень неопределенности в отношении того, приживется ли технология в отрасли. Затем технология переходит к фазе роста. Вероятность того, что такие технологии осуществят прорыв на рынке, относительно высока. У такого рода технологий высокая степень готовности к рынку. Третий этап характеризуется развитием ключевых технологий. Ключевые технологии – это технологии, которые зарекомендовали себя на рынке и считаются базовыми технологиями в соответствующих отраслях, но также могут в скором времени устареть. К концу своего жизненного цикла технологии становятся устаревшими технологиями, потенциал производительности которых уже полностью исчерпан и которые вот-вот будут заменены новыми технологиями.

Для компаний очень важно определить правиль-

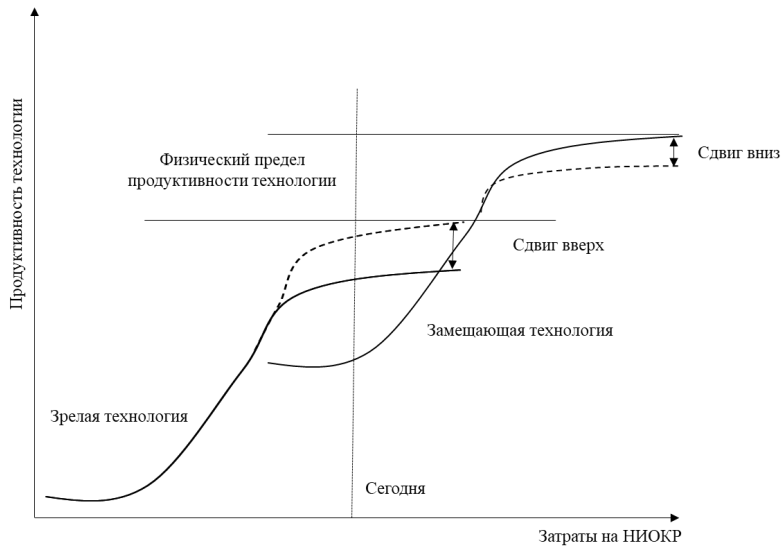


Рис. 5. S-образные кривые технологий [10].

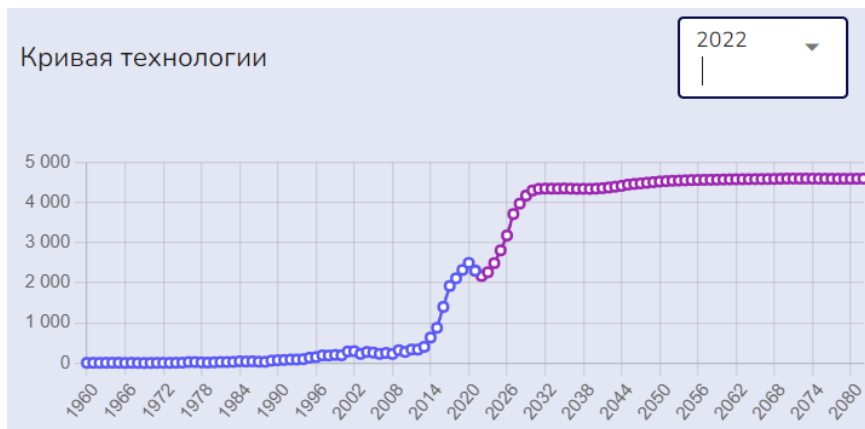


Рис. 6. Модель жизненного цикла технологий для аддитивных технологий [1].

ное время для перехода с одной технологии на другую. Сравнение жизненных циклов нескольких технологий по модели S-образной кривой может помочь в оценке оставшегося потенциала технологии и повысить качество принятия решений по развитию существующих технологий и разработке новых технологий. На рисунке 5 показана S-образная кривая для двух разных технологий.

На ранних этапах при принятии решения о разработке технологий важно учитывать риски преждевременного затухания технологий. Для снижения данных рисков необходимо использовать концепцию S-образной кривой для оценки того, какие технологии позволят достигнуть наиболь-

шей дифференциации в конкурентной среде.

На практике фактическая продуктивность технологии (или степень использования технологического потенциала) обычно отклоняется от теоретического предела продуктивности, определяемого S-образной кривой (рис. 5). Сдвиг первоначально прогнозируемой продуктивности технологии возможен как вверх (lock-in), так и вниз (lock-out). На этот сдвиг влияют усилия, которые компания вкладывает в исследование и разработку технологии: хотя риски или ограничения внедрения, неэффективность и нехватка ресурсов в исследованиях и разработках могут привести к уменьшению продуктивности технологических характеристик, обычно усилия

направлены на предотвращение и задержку внедрения замещающей технологии, которая приводит к повышению продуктивности технологии сверх прогнозируемого предела [3; 9].

В соответствии с моделью S-образной кривой существует всего несколько показателей, которые позволяют однозначно определить, на каком этапе жизненного цикла находится технология. Одним из таких способов является библиометрический анализ или систематический поиск и анализ публикаций. Основным недостатком модели S-образной кривой является отсутствие инструмента оценки потенциала продуктивности технологии.

S-образная кривая обычно строится на основе решения соответствующих дифференциальных уравнений. Наиболее часто используемые для описания жизненного цикла технологий кривые Ферхюста. Данная кривая применяется для симметричных кривых и описывается следующим дифференциальным уравнением [2]:

$$\frac{dT}{dt} = \alpha T \left(1 - \frac{T}{A_0} \right),$$

где A_0 – уровень насыщения; α – скорость роста функции.

Решением данного уравнения является следующая функция:

$$T(t) = \frac{A_0}{1 + A_1 e^{-\alpha t}}.$$

Нашей командой была разработано программное обеспечение – система «ПроТехнологии» для выявления текущих и потенциальных трендовых технологий.

Библиографический список

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682619 Российская Федерация. Программный компонент прогнозирования системы «Про технологии» выявления текущих и потенциальных трендовых технологий: № 2023681424 : заявл. 17.10.2023; опубл. 27.10.2023 / М. А. Чаруйская [и др.] ; Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Разработанная система осуществляет оценку и прогноз жизненного цикла технологий на основании методики раннего обнаружения технологий, которая включает в себя последовательный поиск и анализ технологий по трем видам источников: публикаций, патентов и отчетов научных центров мирового уровня [8]. Система позволяет производить оценку выявленных технологий по технологическому и рыночному потенциалу. Для прогнозирования жизненного цикла технологии была выбрана модель S-образной кривой. Выбор был обусловлен большим количеством исследованием данной модели и наличием математического аппарата [8].

На рисунке 6 приведена модель жизненного цикла для аддитивных технологий.

Для построения модели жизненного цикла технологий применяется рекуррентная нейронная сеть: LSTM-модель. Обучение проводилось с использованием различных наукометрических баз, таких как Scopus для статей или WIPO и Elibrary для патентов. Количество в определенный год патентов складывалось, если выбранные параметры отрасли знаний и технологического направления соответствовали патентам из разных наукометрических баз. Разрабатываемые модели прогноза обучались на соответствующих данных патентов или статей с учетом развития той или иной технологии.

Таким образом, в результате проведенного исследования был выбран метод прогнозирования жизненного цикла технологии S-образной кривой. Выбранный инструментарий используется для разработки системы выявления текущих и потенциальных трендовых технологий.

2. Семёнычев В. К., Кожухова В. Н. Анализ и предложения моделей экономической динамики с кумулятивным логистическим трендом : монография. – Самара : СамНЦ РАН, 2013. – 156 с.
3. Breuer T. Management von Technologieplattformen in diversifizierten Unternehmen. – Aachen : Shaker Verlag, 2006.
4. Fenn J., Raskino M. Mastering the Hype Cycle – How to Choose the Right Innovation at the Right Time. – Boston : Gartner, 2008.

5. *Ford D., Ryan C.* Taking technology to market // *Harv. Bus. Rev.* – 1981. – 1(2). – P. 117–126.
6. *Foster R. N.* *Innovation.* – Wiesbaden : Gabler, 1986.
7. *Honsel G.* Fieberkurve der Aufmerksamkeit // *Technology Review.* – 2006. – No. 10. – P. 80–82.
8. *Nezhmetdinov R. A., Charuiskaya M. A., Kovalev I. A.* Enterprise Development Planning and AI-Based Technological Forecasting // *Russian Engineering Research.* – 2023. – Vol. 43, no. 10. – P. 1284–1288.
9. *Schöning S.* Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien. – Aachen : Shaker Verlag, 2006.
10. *Schuh G., Klappert S.* *Technologiemanagement Handbuch Produktion und Management.* – Berlin : Springer, 2011. – 371 p.
11. *Specht D., Möhrle M.* *Lexikon Technologiemanagement.* – Wiesbaden : Gabler, 2002.
12. *Strebel H.* *Innovations- und Technologiemanagement.* – Wien : Aufl. facultas wuv, 2007.
13. *Tiefel T.* *Technologielebenszyklus-Modelle – Eine kritische Analyse.* In: Tiefel, T. (Hrsg.) *Gewerbliche Schutzrechte im Innovationsprozess.* – Wiesbaden : DUV, 2007.