

# Формирование концепции «обучения действием» на производстве

## Formation of the Concept of «Learning-by-Doing» in Production

DOI 10.12737/2306-627X-2022-11-3-77-81

Получено: 29 июля 2022 г. / Одобрено: 05 августа 2022 г. / Опубликовано: 30 сентября 2022 г.

**Кондратьев Д.**

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)», г. Москва  
e-mail: kandr\_at@mail.ru

**Kondratyev D.**

Moscow Aviation Institute  
(National Research University), Moscow  
e-mail: kandr\_at@mail.ru

### Аннотация

В статье рассматривается становление экономических взглядов на такой феномен, как эффект обучения действием (learning-by-doing effect). Данная концепция, появившаяся в 1930-е годы, не теряет своей актуальности в наши дни и при грамотном подходе может стать эффективным инструментом планирования, что обуславливает возможность ее практического применения в экономике фирмы. Области применения данной концепции в деятельности фирмы также приведены в статье. В основу работы положен анализ публикаций зарубежных и отечественных авторов, внесших значительный вклад в развитие теории обучения действием, влияния накопленного опыта на экономический рост фирмы. В частности, рассмотрены модель кривой обучения Т. Райта, кривой опыта Б. Хендерсона, эндогенные модели экономического роста К.Дж. Эрроу, П. Ромера, Э. Шешински, линейная динамическая модель обучения в процессе производства Л.Е. Варшавского. Практическая значимость данной работы заключается в формировании базиса для дальнейших исследований в данной предметной области. Результаты, полученные в работе, могут лечь в основу построения модели обучения на производстве для современных российских отраслей промышленности.

**Ключевые слова:** кривая обучения, кривая опыта, освоение, трудоемкость, издержки, производство.

### Abstract

The article discusses the formation of economic views on such a phenomenon as the learning-by-doing effect. This concept, which appeared in the 30s of the last century, does not lose its relevance today. So this concept can become an effective planning tool, which makes it possible to apply it in practice in the economy of a company. The areas of application of this concept in the activities of the company are also given in the article. The work is based on the analysis of publications of foreign and national authors who have made a significant contribution to the development of the theory of learning-by-doing, the impact of accumulated experience on the economic growth of the company. In particular, the model of the learning curve of T. Wright, the experience curve of B. Henderson, endogenous models of economic growth by K.J. Arrow, P. Romer, E. Sheshinsky, L.E. Varshavsky. The practical significance of this work lies in the formation of the basis for further research in this subject area. The results of the work can form the basis for formation the learning model for one of the modern national industries.

**Keywords:** learning curve, experience curve, commercial production, labor intensity, costs, production.

### Введение

Одной из основных стратегических целей деятельности фирмы является повышение ее конкурентоспособности. При этом важнейшим фактором, определяющим конкурентоспособность фирмы, является конкурентоспособность ее продукции, в первую очередь по критерию «цена-качество». Следовательно, на повышение конкурентоспособности оказывает прямое влияние эффективное управление затратами на производстве, в частности трудозатратами. Производственные издержки фирмы со временем падают, поскольку менеджеры и рабочие становятся более квалифицированными и эффективнее используют имеющиеся завод и оборудование [5]. Теория экономического роста объясняет данный феномен действием эндогенных факторов, известных как «эффект обучения действием» (learning-by-doing effect), «кривая обучения» (learning curve), «кривая опыта» (experience curve effect), «эффект обучения» (learning effect).

Эффект обучения на производстве активно использовался при планировании во времена СССР, в частности в авиастроении и автомобилестроении. К примеру, в 1970-е годы премия за снижение тру-

доемкости и рост производительности труда доходила до 20% от тарифной ставки, что способствовало освоению и достижению проектных показателей по трудоемкости [4]. В современной рыночной экономике потенциал использования данного эффекта на производстве до сих пор не раскрыт в полной мере. Таким образом, исследование развития данной концепции имеет большую актуальность, так как эффект обучения может быть эффективным инструментом прогнозирования и планирования в экономике фирмы.

На этапе освоения новой продукции использование эффекта обучения действием особенно актуально при планировании трудозатрат. Согласно отраслевым нормативам для нормирования труда в период освоения производства, под освоением следует понимать процесс, направленный на достижение запроектированных технико-экономических показателей за счет наиболее полного использования технических возможностей оборудования и оснастки, совершенствования технологического процесса, улучшения организации и оплаты труда, приобретения рабочими необходимых навыков выполнения работ [2].

Так как освоение характеризуется повышенными затратами для фирмы, отсутствие достаточных

ганизационных мер в этот период может привести к потере финансовой устойчивости. Однако в перспективе фирма может увеличить долю рынка за счет создания более конкурентоспособной продукции, которая, при прочих равных условиях, имеет наименьшие затраты выпуска.

Исходя из этого, объектом настоящего исследования стали публикации российских и зарубежных авторов, посвященные концепции обучения на производстве.

Впервые эффект обучения на производстве был описан инженером Т. Райтом в 1936 г. для авиастроительного предприятия [11]. Его исследование, проводимое с 1922 г., показало, что средние трудозатраты на производство лайнеров снижаются по мере роста совокупного объема их производства. Под совокупным объемом производства понимается количество промышленных изделий нарастающим итогом.

Аналогичный эффект был замечен на металлургических заводах Хорндала в Швеции. Несмотря на отсутствие капиталовложений и изменений технологии в течение 15 лет, был зафиксирован рост производительности труда на 2% ежегодно.

Идеи Т. Райта нашли отражение в западной экономической литературе. Значительный вклад в развитие концепции обучения действием на производстве, разработку и анализ проблем, связанных с влиянием накопленного опыта на экономический рост фирмы, внесли такие зарубежные ученые, как А. Алчян [12], К. Эрроу [13], П. Ромер [14], Э. Шешински [15], Б. Хендерсон [16].

Вместе с тем отечественные исследования по данной теме практически отсутствуют. Одним из первых российских авторов, поднявших проблемы, связанные с «кривой обучения», является профессор Л.Е. Варшавский [6], разработавший линейную динамическую модель обучения в процессе производства. Также вопросы, связанные с эффектом обучения на производстве, анализируются в работах М.А. Мироновой [7], О.В. Павлова [8], В.М. Моргунова [9], В.П. Павлова, Л.Ф. Талиповой [10].

Цель данной работы — на основе публикаций отечественных и зарубежных авторов определить становление и развитие концепции обучения действием на производстве для проведения дальнейших исследований в данной предметной области.

Задача исследования — выявление аспектов, которые стали основополагающими при появлении и развитии концепции обучения действием на производстве.

В настоящей работе мы будем рассматривать следующий исследовательский вопрос: каким образом была сформирована концепция обучения действием на производстве.

## Методы исследования

Эмпирическую базу исследования составляют труды отечественных и зарубежных авторов, а также данные из открытых источников. В ходе исследования применялась совокупность различных методов научного познания: сбор, анализ и синтез информации, полученной в предыдущих исследованиях, ее обобщение и систематизация, дедукция и индукция в описании сущности экономических явлений.

## Результаты

Концепция обучения действием на производстве прошла несколько важнейших стадий развития. Истоки данной концепции ведут в психологию, в области которой Германом Эббингаусом в 1885 г. была описана так называемая «кривая забывания». Данная кривая отражала долю информации, забываемой человеком в течение определенного времени, и позволила сделать вывод о необходимости *повторения* заученного материала. Эта зависимость распространялась и на выполнение человеком различных задач, время на выполнение которых с каждым разом уменьшалось.

В промышленных условиях данная закономерность была впервые определена в 1936 г. Теодором Райтом для авиастроения. Согласно «закону Райта», двукратное увеличение объема произведенной продукции приводит к уменьшению времени на производство единицы продукции на определенный процент от предыдущего значения. Так, Райт заметил, что для авиастроения такое снижение составляет 20%. *Повторение* производственных операций запускает эффект обучения и повышает эффективность производства. С математической точки зрения Райтом была использована убывающая степенная функция одной переменной, графическое изображение которой получило название «кривая обучения» (рис. 1).

В середине XX в. концепция обучения действием на производстве получила продолжение в ряде научных работ, посвященных экономической интерпретации эффекта обучения, а также его развитию как инструмента внутрифирменного прогнозирования и планирования. Например, А. Алчяном в его работе [12] была проведена оценка надежности прогнозов трудозатрат на производство планеров, сделанных с помощью кривой обучения. Согласно расчетам, средняя ошибка составила около 25%, что свидетельствует о достаточно высокой точности данной модели.

В 1962 г. К.Дж. Эрроу [13] была предложена эндогенная модель экономического роста. Согласно данной модели устойчивый экономический рост

возможен на основе технического прогресса, обусловленного обучением работников в процессе производственной деятельности. При этом Эрроу измеряет опыт величиной накопленных общих капиталовложений: их рост увеличивает возможности обучения, влияющие на темп технического прогресса и, как следствие, уровень производства.

Влияние процесса обучения действием на производстве на экономический рост фирмы доказал в 1967 г. Э. Шешински. Шешински в работе [15] была построена эндогенная модель экономического роста, в которой производительность была определена как функция времени и совокупного «производственного опыта». В свою очередь «производственный опыт» зависел от величины общих капиталовложений и кумулятивного выпуска продукции. Модель Шешински была проверена с помощью статистических данных по промышленным отраслям США, Великобритании, Канады, ФРГ, Норвегии и Австралии и показала высокую степень корреляции между заданными показателями.

Постепенно эффект обучения действием был выявлен практически во всех отраслях промышленности. Согласно проведенным исследованиям, процент сокращения трудозатрат при удвоении выпуска составил от 5% до 25% в зависимости от отрасли. При этом отраслевые показатели оставались одинаковыми и не менялись в зависимости от масштаба деятельности. В 1966 г. Брюсом Хендерсоном, основателем Бостонской консалтинговой группы (BCG), была разработана модель «кривой опыта» [16], основная идея которой имеет сходство с законом

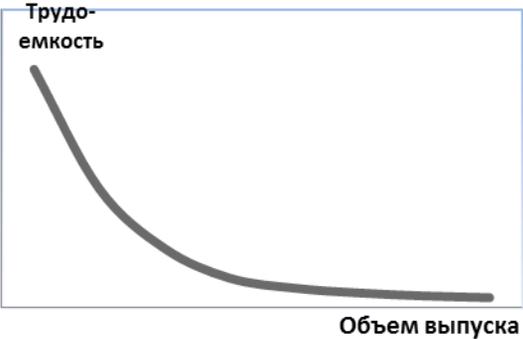
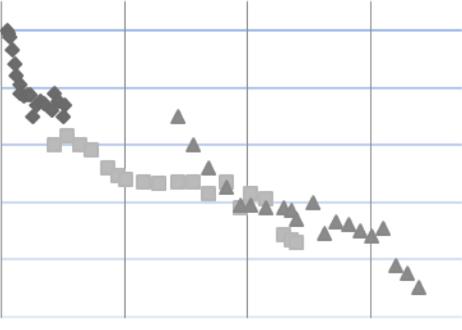
Райта: каждое удвоение объема производимой продукции приводит к уменьшению затрат на добавленную стоимость на определенный процент. Важным отличием данной модели является состав затрат, который учитывает также материальные затраты, накладные расходы и другие составляющие себестоимости единицы продукции. Данная модель является универсальной и применима не только к производству любых товаров или услуг, но и ко всем процессам, происходящим в экономике фирмы. Бостонская консалтинговая группа использовала данную модель в стратегических рекомендациях General Instrument Corporation для моделирования и прогнозирования поведения расходов. Затем, в 1968 году Хендерсон и BCG официально опубликовали свою логику кривой опыта в книге «Перспективы опыта». Б. Хендерсон справедливо полагал, что «кривая опыта — результат совместного эффекта обучения, специализации, инвестиций и масштаба» [16].

Сравним математический вид кривой обучения и кривой опыта, а также их графическую интерпретацию (см. таблицу).

Из сравнения моделей следует, что модель Т. Райта показывает в большей степени взаимосвязь между объемом выпуска и опытом, позволяющим достигнуть необходимой эффективности производства. Модель Б. Хендерсона является, по сути, эволюцией «закона Райта», определяя зависимость общих фактических затрат от общего объема производства.

Рассмотрев графики кривой обучения и кривой опыта, становится очевидно, что сокращение затрат не может происходить бесконечно. В какой-то мо-

Таблица 1

Модель Т. Райта	Модель Б. Хендерсона
$T = ax^k, \tag{1}$ <p>где <math>T</math> — среднее время на производство единицы изделия; <math>a</math> — время, необходимое для производства первой единицы изделия; <math>x</math> — совокупное количество единиц изделия; <math>k</math> — коэффициент обучения</p> $k = \frac{\log \text{коэффициента кривой обучения}}{\log 2}$	$C_n = C_1 * n^{-a}, \tag{2}$ <p>где <math>C_n</math> — стоимость <math>n</math>-й единицы продукции; <math>C_1</math> — стоимость первой единицы продукции; <math>n</math> — совокупный объем производства; <math>a</math> — эластичность затрат по отношению к выпуску</p>
 <p style="text-align: center;">Кривая обучения</p>	 <p style="text-align: center;">Кривая опыта</p>

Источник: составлено автором.

мент кривая выходит на «плато», достигая своего предела. Для фирмы это выражается в том, что излишне длительное следование кривой обучения сокращает восприимчивость к инновациям, сужает специализацию для рабочих, а переход к иной стратегии требует существенных затрат. Практическим примером такой ситуации является компания «Форд», реализовавшая эффект обучения на производстве в процессе выпуска модели Т. Далее был осуществлен переход к стратегии улучшения качества изделия, несмотря на то, что потребители теряли интерес к данной модели автомобиля. В результате переход к модели А был столь затруднительным, что в 1927 г. Форд в целях реформирования менеджмента, производственных и технологических процессов закрыл на год крупнейшее предприятие.

Важно отметить, что кривые обучения широко использовались в прогнозировании себестоимости авиационной продукции в СССР. Министерством авиационной промышленности разрабатывались нормативные модели с использованием кривых. Чаще всего применялось сочетание метода экстраполяции с использованием экономико-математических моделей. И.И. Шапиро в своей книге [1] приводит зависимость времени от размеров партии деталей в условиях одного типа производства, выражаемую следующей формулой (3):

$$T = \frac{C}{n^x}, \quad (3)$$

где  $T$  — нормативное время на выполнение приема или комплекса приемов в мин;  $C$  — исходное время на выполнение приема или комплекса приемов в мин;  $n$  — размер партии обрабатываемых деталей в шт.;  $x$  — значение показателя степени варьирует в зависимости от типа выполняемых работ.

Также указывается, что данная зависимость определена на основании многочисленных результатов хронометражных наблюдений математическим и графо-аналитическим методами. Несложно заметить, что данное математическое выражение соответствует вышеописанному закону Т. Райта.

Аналогичная формула приводится в пособии «Основы ценообразования» Центрального института повышения квалификации кадров Министерства авиационной промышленности СССР [3]. Однако она дополняется системой корректирующих коэффициентов, устанавливаемых заранее и направленных на расширение возможностей экономико-математической модели и повышение точности расчетов. Среди основных корректирующих коэффициентов можно выделить коэффициенты, учитывающие рост собственных затрат во времени, влияние периода от выпуска первого изделия до выпуска серийно

освоенного изделия на собственные затраты, отчисления в фонд освоения новой техники (существовавший во времена СССР).

В настоящее время исследование концепции обучения действием на производстве остается очень актуальным с точки зрения построения эффективных процессов прогнозирования и планирования, поскольку потенциал использования эффекта обучения на производстве до сих пор не раскрыт в полной мере. Среди отечественных исследований по данной тематике можно выделить работы профессора Л.Е. Варшавского, которым разработана не статическая, а динамическая модель затрат  $C_t$  на производство продукции  $Q_t$  (Варшавский, 2009 г.):

$$C_t = C_0 Q_t - E_t = C_0 Q_t - A Q_t, \quad (4)$$

где  $C_0$  — величина первоначальных удельных затрат на производство продукции (или удельных затрат на начало базового периода);  $A$  — оператор, характеризующий связь между величиной экономии затрат в процессе обучения  $E_t$  и объемами производства в текущий и предыдущие моменты времени.

Данная модель может использоваться применительно к производству продукции в различных отраслях промышленности, например, для моделирования затрат на производство военных или гражданских самолетов.

### Обсуждение и заключение

Рассмотрев историческое развитие концепции обучения на производстве и основные модели (кривой обучения и кривой опыта), можно сделать вывод, что данные кривые могут рассматриваться в контексте предприятия, отрасли или экономики в целом. Важно отметить, что кривая опыта является не средством уменьшения затрат на производство, а инструментом прогнозирования снижения затрат при определенном уровне и способе производства. В свою очередь инструментами, направленными на снижение стоимости производства, могут быть новое оборудование, оптимизация и стандартизация бизнес-процессов, программы обучения персонала и т.д.

Ограничением исследования является то, что в нем рассматривается именно эффект обучения на производстве, однако существует и противоположная закономерность, так называемый «эффект забывания». Данный эффект может быть вызван резким снижением или прекращением выпуска продукции, что может привести к «забыванию» накопленных навыков и, как следствие, увеличению затрат на производство продукции. Также в данной статье не рассматриваются с математической точки зрения лимиты кривых освоения и опыта.

Практическое использование кривых обучения может быть одним из важнейших элементов планирования на предприятии. Это может выражаться в следующих сферах деятельности фирмы:

- управление процессом освоения новой продукции;
- производственное планирование;
- нормирование труда;
- бюджетирование деятельности предприятия;

### Литература

1. Шاپиро И.И. Технический прогресс и нормирование труда. М.: Машиностроение, 1968. С. 242.
2. Отраслевые нормативы для нормирования труда в период освоения производства / Министерство тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Павлодар, 1981. С. 50.
3. Костылев И.В., Мухоморов П.И., Столяренко В.Я. Основы ценообразования / Министерство авиационной промышленности СССР. Центральный институт повышения квалификации кадров. М., 1988. С. 60.
4. Абалкин Л.И. АвтоВАЗ на рубеже эпохи: монография / под общей ред. Л.И. Абалкина / Институт экономики РАН. М., 2006. С. 270.
5. Пиндайк Р., Рабинфельд Д. Микроэкономика / пер. с англ. СПб.: Питер, 2011. С. 608, 231.
6. Варшавский Л.Е. Методологические основы моделирования развития олигополистических рынков продукции с длительным жизненным циклом (на примере рынка гражданской авиационной техники) // Прикладная эконометрика. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва). № 4. С. 53–74.
7. Миронова М.А. Методика «кривой освоения» как инструмента планирования и нормирования труда на предприятии // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 5. С. 322–326.
8. Павлов О.В. Динамическая оптимизация производственной деятельности предприятия с учетом эффекта кривой обучения // Экономика, организация и управление организациями, отраслями, комплексами, 2015, С. 88–92.
9. Моргунов В.М. Эффект обучения на производстве: экономический и математический анализ / В.М. Моргунов // М.: Lambert Academic Publishing, 2012.
10. Павлов В.П., Талипова Л.Ф. Концепция «кривой обучения» в решении производственных задач // Вестник экономики, права и социологии, 2016, № 1, С. 52–54.
11. Wright T.P. Factors affecting the cost of airplanes // Journal of the aeronautical sciences. 1936. Vol. 3, no. 4. P. 122–128.
12. Alchian A. Reliability of progress curves in airframe production // Econometrica. — 1963. — Vol. 31. — № 4. — P. 679–693.
13. Arrow K.J. The economic implications of learning by doing // Review of economic studies. — 1962. — Vol. 29. — № 3. — P. 155–173.
14. Romer P.M. Increasing Returns and Long-Time Growth // Journal of Political Economy. — 1986. — Vol. 94, № 5. — P. 1002–1037.
15. Sheshinsky E. Tests of the «learning by doing» hypothesis // Review of economics and statistics. — 1967. — Vol. 49. — № 4. — P. 568–578.
16. Хендерсон Б.Д. Рассмотрение кривой опыта: почему это работает? // Стратегии, которые работают: Подход BCG: сб. статей. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2005. С. 37–42.

- разработка экономических нормативов;
- финансово-экономический анализ деятельности предприятия.

Результаты, полученные в работе, могут стать базой для проведения дальнейших исследований, связанных с процессами обучения на производстве. Это может лечь в основу построения модели обучения на производстве для одной из современных российских отраслей промышленности.

### References

1. Shapiro I.I. Tekhnicheskij progress i normirovanie truda / I.I. Shapiro // «Mashinostroenie», Moskva, 1968. S. 242.
2. Otrasleyve normativy dlya normirovaniya truda v period osvoeniya proizvodstva / Mashinostroitel'stvo traktornogo i sel'skohozyajstvennogo mashinostroeniya// Pavlodar, 1981. S. 50.
3. Kostylev I.V., Muhomorov P.I., Stolyarenko V.YA. Osnovy cenobrazovaniya / I.V. Kostylev, P.I. Muhomorov, V.YA. Stolyarenko // Ministerstvo aviacionnoj promyshlennosti SSSR. Central'nyj institut povysheniya kvalifikacii kadrov, Moskva, 1988. S. 60.
4. Abalkina L.I. AvtoVAZ na rubezhe epohi: monografiya / pod obshchej red. L.I. Abalkina // Institut ekonomiki RAN, Moskva, 2006. S. 270.
5. Pindajk R., Rabinfel'd D. / Mikroekonomika / perevod s angl. — SPb.: Piter, 2011. S. 608, S. 231.
6. Varshavskij L.E. Metodologicheskie osnovy modelirovaniya razvitiya oligopolisticheskikh rynkov produkcii s dlitel'nym zhiznennym ciklom (na primere rynka grazhdanskoj aviacionnoj tekhniki) / L.E. Varshavskij // Prikladnaya ekonometrika, izdatel'stvo Rossijskaya akademiya narodnogo hozyajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente RF (Moskva), № 4, S. 53–74.
7. Mironova M.A. Metodika «krivoj osvoeniya» kak instrumenta planirovaniya i normirovaniya truda na predpriyatii / M.A. Mironova // Audit i finansovyj analiz, 2015, № 5, S. 322–326.
8. Pavlov O.V. Dinamicheskaya optimizaciya proizvodstvennoj deyatel'nosti predpriyatiya s uchetom effekta krivoj obucheniya / O.V. Pavlov // Ekonomika, organizaciya i upravlenie organizacijami, otraslyami, kompleksami, 2015, S. 88–92.
9. Morgunov V.M. Effekt obucheniya na proizvodstve: ekonomicheskij i matematicheskij analiz / V.M. Morgunov. — M.: Lambert Academic Publishing, 2012.
10. Pavlov V.P., Talipova L.F. Konceptiya «krivoj obucheniya» v reshenii proizvodstvennyh zadach/ V.P. Pavlov, L.F. Talipova // Vestnik ekonomiki, prava i sociologii, 2016, № 1, S. 52–54.
11. Wright T.P. Factors affecting the cost of airplanes // Journal of the aeronautical sciences. 1936. Vol. 3, no. 4. P. 122–128.
12. Alchian A. Reliability of progress curves in airframe production // Econometrica. — 1963. — Vol. 31. — № 4. — P. 679–693.
13. Arrow K.J. The economic implications of learning by doing // Review of economic studies. — 1962. — Vol. 29. — № 3. — P. 155–173.
14. Romer P. M. Increasing Returns and Long-Time Growth // Journal of Political Economy. — 1986. — Vol. 94, № 5. — P. 1002–1037.
15. Sheshinsky E. Tests of the «learning by doing» hypothesis // Review of economics and statistics. — 1967. — Vol. 49. — № 4. — P. 568–578.
16. Henderson B.D. Rassmotrenie krivoj opyta: pochemu eto rabotaet? / B.D. Henderson // Strategii, kotorye rabotayut: Podhod BCG: sb. statej. Moskva, Mann, Ivanov i Ferber, 2005. S. 37–42.