

# Перспективы устаревания компетенций и амортизации человеческого капитала в контексте изменения производственных задач

Соня Уолтер

Научный сотрудник, аспирант, sonja\_walter@snu.ac.kr

Джеонг-Донг Ли

Профессор, leejd@snu.ac.kr

Сеульский национальный университет (Seoul National University), 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

## Аннотация

В статье анализируется зависимость амортизации человеческого капитала от характера производственных задач и уровня образования. Исследование основано на панельных данных социально-экономической статистики Германии, обработанных с помощью регрессионной модели с фиксированным эффектом, расширенного уравнения Минсера и модели Неймана–Вайса. Выяснилось, что наибольшей амортизации подвержен человеческий капитал, основанный на высшем образовании. Ряд специальных навыков устаревают быстрее, чем компетенции общего характера. Вклад образования в повышение производительности

наиболее интенсивно обесценивается на высокотехнологичных рабочих местах, характеризующихся значительной долей нестандартных интерактивных и ручных, а также стандартных когнитивных задач.

Представленные результаты указывают на необходимость разработки комплексной политики по противодействию амортизации человеческого капитала. Учебным заведениям всех уровней следует усилить акцент на формировании универсальных навыков и адаптировать образовательные программы с учетом быстрого обновления производственных технологий и меняющихся требований к компетенциям.

**Ключевые слова:** образование; человеческий капитал; амортизация; навыки; устаревание; производственные задачи; технологические изменения; оплата труда

**Цитирование:** Walter S., Lee J.D. (2022) How Susceptible are Skills to Obsolescence? A Task-Based Perspective of Human Capital Depreciation. *Foresight and STI Governance*, 16(2), 32–41. DOI: 10.17323/2500-2597.2022.2.32.41

# How Susceptible are Skills to Obsolescence? A Task-Based Perspective of Human Capital Depreciation

**Sonja Walter**

Researcher, PhD candidate, sonja\_walter@snu.ac.kr

**Jeong-Dong Lee**

Professor, leejd@snu.ac.kr

Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

## Abstract

This article investigates the link between human capital depreciation and job tasks, with an emphasis on potential differences between education levels. Using data from the German Socio-Economic Panel, fixed effects panel regression is applied to estimate an extended Mincer equation based on Neumann and Weiss's model. Human capital gained from higher education levels depreciates at a faster rate than other human capital. The depreciation rate is also higher for specific skills compared to general skills. Moreover, the productivity-enhancing value of education diminishes more rapidly in jobs with a high share of

non-routine interactive, non-routine manual, and routine cognitive tasks. These jobs are characterized by greater technology complementarity or more frequent changes in core-skill or technology-skill requirements.

The presented results point to the urgency of elaborating combined labor market and educational and lifelong learning policies to counteract the depreciation of skills. Education should focus on equipping workers with more general skills in all education levels and adapting educational programs to take into account the rapid upgrade of production technologies and changing competency requirements.

**Keywords:** education; human capital; depreciation; skills; obsolescence; tasks; technological change; earnings

**Citation:** Walter S., Lee J.D. (2022) How Susceptible are Skills to Obsolescence? A Task-Based Perspective of Human Capital Depreciation. *Foresight and STI Governance*, 16(2), 32–41.  
DOI: 10.17323/2500-2597.2022.2.32.41

Сфера образования готовит специалистов к выполнению определенных наборов задач в соответствии с рыночными реалиями. С распространением информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и робототехники меняется содержание рабочих процессов — машины берут на себя все больше типовых функций. Одновременно возникают новые задачи для специалистов. Как следствие, пересматриваются требования к их квалификации, и часть ранее приобретенных компетенций теряют актуальность для рынка труда. Такой процесс называют амортизацией человеческого капитала (ЧК). Ранее он затрагивал преимущественно персонал из наукоемких секторов. Однако с ускорением развития технологий распространение подобного тренда усиливается. Продолжающаяся цифровая трансформация охватывает все более широкий круг видов деятельности. Соответствующие решения дополняют или заменяют профессиональные навыки, что приводит к их устареванию. Прежде всего, это актуально для рабочих мест, предполагающих выполнение сложных когнитивных, интерактивных и аналитических задач с опорой на технологии, дополняющие функции людей. Поскольку компетенции работников быстро устаревают, соответственно снижается и экономическая ценность ЧК. Чтобы сохранить конкурентоспособность, работникам следует повышать квалификацию или приобретать новые профессии. Очевидно, что технологические и организационные перемены ускорятся и затронут все сферы экономики, возрастет риск обесценивания навыков. Стоит задача реагирования на данный вызов и принятия соответствующих мер политики.

Несмотря на устойчивый и долгосрочный характер наблюдаемых эффектов, тема амортизации знаний в контексте технологических изменений остается малоизученной. Авторы исследования (Backes-Gellner, Janssen, 2009) описывают различия в устаревании компетенций, указывают на необходимость учитывать специфику производственных задач как детерминант этого процесса. Однако полученные ими результаты имеют ограничения, поскольку не принимают в расчет амортизацию ЧК в зависимости от уровня образования.

В попытке восполнить образовавшийся пробел мы ставим целью выяснить влияние изменений в характере профессиональных задач на потерю актуальности ЧК разных уровней. Насколько известно, это первое исследование, в котором учитываются отмеченные аспекты с разграничением типов ЧК и групп задач. Учет различий в устаревании компетенций в привязке к особенностям производственных функций углубляет представление о моделях амортизации ЧК. Появляется возможность разрабатывать более эффективную политику для образовательной сферы и рынка труда, что критически важно для обеспечения адаптации кадровых ресурсов к меняющемуся контексту.

## Обзор литературы и теоретическая основа Обесценивание навыков

Понятие ЧК в академическом дискурсе появилось несколько десятилетий назад (Becker, 1964; Mincer, 1974;

Rosen, 1975). Оно охватывает знания и навыки, приобретенные в результате формального образования и практической работы. Текущую экономическую стоимость кадровых активов отражают размер оплаты их труда и показатели производительности. Как и любой вид капитала, профессиональная квалификация со временем может обесцениваться в двух аспектах — техническом и экономическом (Becker, 1964; Arrazola, Hevia, 2004; De Grip, Van Loo, 2002; Neuman, Weiss, 1995). Первый обусловлен внутренними факторами, такими как возраст сотрудника или недостаточное использование навыков на практике. Второй подразумевает снижение рыночной стоимости знаний и умений в связи с изменением экономической среды, из-за чего его нередко называют внешней амортизацией. В фокусе нашего анализа — именно экономический аспект.

Инновационное развитие и распространение высокотехнологичных производств ведут к замещению труда, что создает серьезный вызов для «устоявшихся» квалификаций. С развитием трудозамещающих технологий, способных выполнять повторяющиеся производственные операции, подобные эффекты проявляются все отчетливее.

### Измерение компетентностной амортизации

Эмпирические исследования, сфокусированные на количественных аспектах устаревания ЧК, остаются единичными, при этом не отличаются методологической универсальностью. В ранних работах для этих целей применялся широкий спектр моделей. Анализ закономерности связи заработной платы с возрастом и опытом показал, что компетенции специалистов со средним образованием устаревают быстрее по сравнению с вузовским (Rosen, 1975). Особенно интенсивно обесценивается квалификация женщин с университетским дипломом (Mincer, Ofek, 1982). Ряд экспертов полагают, что уровень образования не играет решающей роли (Carliner, 1982; Holtmann, 1972). Зависимость оплаты труда от возраста получила более детальное освещение в таких аспектах, как модели инвестиций в течение жизненного цикла (Becker, 1964; Haley, 1976; Heckman, 1976; Johnson, Hebein, 1974) или периоды прерывания трудовой деятельности женщин (Mincer, Ofek, 1982). В упомянутых исследованиях не разграничивается внутренняя и внешняя амортизация. Во внимание принимается только один общий показатель — техническое устаревание ЧК вследствие неполного использования навыков или зрелого возраста (De Grip, 2006; De Grip, Van Loo, 2002).

В настоящее время снижение ценности ЧК измеряется напрямую либо с применением косвенных показателей. Разграничение внутренней и внешней амортизации впервые появилось в работе (Neuman, Weiss, 1995). Опосредованное измерение амортизации реализуется, например, через соотношение образования и потенциального опыта и его влияния на размер доходов (Mincer, 1974). Связь переменных «образование» и «опыт» оценивается на основе предположения, что экономическая ценность знаний и навыков снижается в зависимости от продолжительности периода между окончанием

формального образования и потенциальным выходом на кадровый рынок. Преимущество косвенного подхода в том, что он фиксирует снижение производительности труда через размер заработной платы, что составляет ключевую проблему в большинстве стран (De Grip, 2006). Установлено, что негативные эффекты для оплаты труда в привязке к уровню образования и опыту работы сильнее проявляются в высокотехнологичных секторах, где квалификация специалистов выше (Neuman, Weiss, 1995).

Усовершенствованная версия модели применялась к исследованию рынка труда в Испании (Murillo, 2011). Интенсивность амортизации образования оценивалась на уровне 0.7% в 1995 г. и 0.4% в 2002 г. (с повышением образованности данный показатель растет), а амортизации опыта — 3.8 и 1.8% соответственно. Расчеты на базе расширенного уравнения заработной платы (Mincer, 1974) показали, что темпы устаревания квалификации выше в случае работников, функционал которых требует скорее наличия актуальных знаний, чем опыта (Backes-Gellne, Janssen, 2009).

Анализ отраслевых различий в амортизации ЧК в странах ОЭСР в 1980–2005 гг. выявил колебание ее уровня в диапазоне от 1 до 6%, причем значение показателя больше в секторах, подразумевающих высокую компетентность, независимо от использования технологий (Lentini, Gimenez, 2019). Интенсивность обесценивания знаний возрастает по мере повышения квалификации и достигает максимальных значений в высокотехнологичных отраслях (Ramirez, 2002). Согласно результатам моделирования на основе прямых оценок величина амортизации ЧК в Великобритании и Нидерландах составляет 11–17% (Groot, 1998), в Испании — 1.2–1.5% в зависимости от сектора и продолжительности безработицы (Arrazola, Nevia, 2004). Кейс Швейцарии (Weber, 2014) демонстрирует, что специальные навыки обесцениваются быстрее (0.9–1.0%), чем общие (0.6–0.7%). Разброс уровней амортизации объясняется, скорее всего, различиями в методах измерения, периодах наблюдения и массивах исходных данных. Установлена зависимость устаревания компетенций от их типа, однако недостаточно внимания уделяется фактору технологического развития, определяющему ситуацию в большинстве ведущих стран. Выявлена связь устаревания компетенций с типами производственных задач, требующих знаний либо опыта (Backes-Gellner, Janssen 2009), однако не учитывается обесценивание формального обучения. В итоге полученные результаты плохо сопоставимы и малопригодны для оценки эффективности современных образовательных систем. В других исследованиях специфика утраты актуальности этого актива в разных профессиональных сегментах рассматривается лишь косвенно (Weber, 2014; Lentini, Gimenez, 2019).

Технологический потенциал трудоустройства работников для разных видов задач неодинаков, поэтому логично предположить, что темпы устаревания ЧК варьируют в зависимости от функционального портфеля конкретной профессии. Для проверки данного тезиса и сравнения полученных результатов с выводами предыдущих исследований мы сфокусировались одновре-

менно на профессиональных задачах (в соответствии с классификацией, взятой из литературы на тему поляризации рабочих мест) и амортизации образования.

### **Гипотезы**

Представленный обзор литературы дает основание сформулировать гипотезы и уточнить роль производственных функций в амортизации ЧК. Напомним, что его формирование обеспечивают две компоненты — образование и приобретение опыта, однако «запасы» каждой из них подвержены обесцениванию, что в сочетании с инвестициями определяет текущую стоимость ЧК. Темпы его амортизации зависят от категории персонала. Представленные ранее классификации уровней амортизации (Murillo, 2011; Neuman, Weiss, 1995) носят промежуточный характер и подлежат уточнению. Мы полагаем, что экономическое устаревание ЧК, вызванное изменениями внешнего контекста, не затрагивает всех одинаково, а зависит от персональных навыков (базовых и специальных) и типа выполняемых задач. Базовые компетенции носят универсальный характер, приобретаются, как правило, в рамках общего среднего или высшего образования и сохраняют актуальность в длительной перспективе даже при изменении экономического ландшафта. В свою очередь специальные навыки формируются в процессе среднего профессионально-технического (СПТО) (*vocational education and training*, VET) или высшего профессионально-технического образования (ВПТО, *higher VET*), базируются на новейших знаниях и ориентированы на работу с конкретными технологиями. Однако ускоряющееся замещение одних способов производства другими ведет к быстрому обесцениванию подобной квалификации. Из этого вытекают гипотезы:

*H1a. Чем выше уровень образования персонала, тем интенсивнее амортизация навыков.*

*H1b. Компетенции специалистов с высшим и средним ПТО устаревают быстрее, чем в случае обладателей общего образования.*

Следующая группа гипотез касается связи между производственными задачами и устареванием навыков. Любая профессия охватывает комплекс задач, выполнение которых невозможно без соответствующей подготовки (Rodrigues et al., 2021). Другими словами, компетенции определяются характером производственного функционала. Технологическое развитие обуславливает изменение рабочих задач и требований к компетенциям, что ведет к устареванию последних. Выполнение ручных или повторяющихся операций постепенно передается машинам (Autor, Dorn, 2013; Autor, Handel, 2013; Frey, Osborne, 2017). Когнитивные, аналитические или интерактивные задачи нуждаются в обогащенном ЧК, который нередко усиливается технологиями. К профессиям с высокой долей нестандартных работ относятся, например, финансисты или программисты. Однако специальные навыки, приобретенные в процессе формального образования, рассчитаны на работу с технологиями, актуальными на момент его получения, и по мере вытеснения одних способов производства другими теряют ценность. Соответственно спрос на подоб-

ных специалистов часто меняется, что ускоряет амортизацию ЧК. Профессии с высокой долей ручного труда, как правило, меньше зависят от технологий, а ЧК, полученный в ходе образования, сохраняет ценность даже в условиях продолжающейся цифровой трансформации. Это касается, например, занятых в строительном и пищевом секторах (Muro et al., 2017), для которых степень снижения актуальности знаний будет меньше.

*H2a. Уровень амортизации выше для профессий со значительной долей интерактивных, аналитических и когнитивных задач, выполнение которых опирается на технологии.*

Следующее наше предположение заключается в том, что уровень амортизации ЧК зависит от масштабов изменений в характере использования технологий. Машины выполняют все более широкий круг задач, постепенно охватывая и те нестандартные функции, которые ранее оставались прерогативой человека. Поэтому в процессе технологического развития «нерутинные» профессии с большей вероятностью потребуют новых навыков, что ускорит обесценивание ЧК.

*H2b. Чем интенсивнее технологическое обновление профессий, тем выше потеря актуальности компетенций.*

## Данные и методология

Уровень амортизации и определяющие его факторы мы оценивали, исходя из материалов германской панельной социально-экономической статистики<sup>1</sup> за период 1984–2017 гг. Удалось установить связи контрольных переменных (образования, заработной платы и др.) с профессиональными характеристиками персонала. Степень амортизации ЧК рассчитывалась с использованием расширенной функции заработка (Neuman, Weiss, 1995; Mincer, Ofek, 1982), что позволило проанализировать влияние снижающегося со временем эффекта образованности на размер оплаты труда. Амортизация, относящаяся к получению знаний, косвенно оценивается уравнением (1) как связь высшего образования с богатым опытом работы (периодом времени, прошедшего после завершения формального обучения ( $Edu_i \times pexper_{it}$ )). Коэффициент  $\beta_2$  показывает, как устаревание навыков влияет на заработную плату.

$$\ln w_{it} = \beta_0 + \beta_1 Edu_i + \beta_2 (Edu_i \times pexper_{it}) + \beta_3 pexper_{it} + \beta_4 pexper_{it}^2 + X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1).$$

Панельная оценка фиксированных эффектов с робастными кластерными стандартными ошибками позволила учесть автокорреляцию и гетероскедастичность остаточных членов. Контрольные переменные личных или производственных характеристик применялись поэтапно.

Для проверки зависимости скорости устаревания навыков от типа профессиональных задач сконструирована категориальная переменная на основе германской

классификации видов деятельности. В соответствии с методом, предложенным в работе (Dengler et al., 2014), каждой профессии присваивался один преобладающий тип производственных задач. Опираясь на классификации, представленные в работах (Spitz-Oener, 2006; Autor et al., 2003), мы разграничиваем нестандартные (интерактивные, аналитические, ручные) и стандартные (рутинные) функции (когнитивные, ручные).<sup>2</sup>

Для выделения задач разного типа использовалась категориальная переменная *tasks*, которая сначала добавлялась в уравнение (1) для учета их возможной связи с заработной платой. Последующие расчеты уравнения (1) для каждой группы задач позволили определить, как уровень амортизации меняется в зависимости от специфики рабочего функционала. Основные переменные представлены в табл. 1.

## Результаты

Расчеты на основе спецификаций панельной регрессии с фиксированным эффектом обобщенно отражены в табл. 2. В предпочтительной спецификации (столбец 4) коэффициент члена взаимодействия для всех уровней образования (за исключением среднего) имеет отрицательное значение, что свидетельствует об обесценивании ЧК.

Минимальный показатель годовой амортизации характерен для работников с СПТО (1.1%), за ними следуют обладатели университетских дипломов (1.2%), а максимальное значение установлено для лиц, получивших ВПТО (1.4%). Наши наблюдения согласуются с предыдущими публикациями (Lentini, Gimenez, 2019; Neuman, Weiss, 1995), подтверждая значительную уязвимость навыков специалистов с высшим образованием. В подтверждение выводов работы (Weber, 2014) также установлено, что компетенции, приобретенные в ходе специального обучения (СПТО по сравнению со средней школой и ВПТО по сравнению с университетом), деградируют быстрее. Это указывает на ограниченную применимость специализированного ЧК для выполнения других задач и его обесценивание при изменении экономического контекста. По сравнению с результатами других исследований (Murillo, 2011) рассчитанный нами уровень амортизации каждого дополнительного года потенциального опыта относительно низок (0.01%). Возможно, это связано со временем выполнения анализа: проведенные ранее исследования отмечают тенденцию к замедлению обесценивания опыта.

Согласно результатам регрессии для основных категорий производственных задач (табл. 3) степень амортизации варьирует в зависимости от образования и типа функций, что эмпирически подтверждает важность обоих факторов для устаревания компетенций. Навыки, необходимые для выполнения нестандартных интерактивных, специфических ручных и типовых

<sup>1</sup> SOEP v34i (DOI: 10.5684/soep.v34i). [https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_01.c.742267.en](https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.742267.en), дата обращения 07.11.2021.

<sup>2</sup> Данные об использовании производственных технологий взяты из публикации (Muro et al., 2017), где представлена информация по 545 профессиям за 2001–2016 гг.

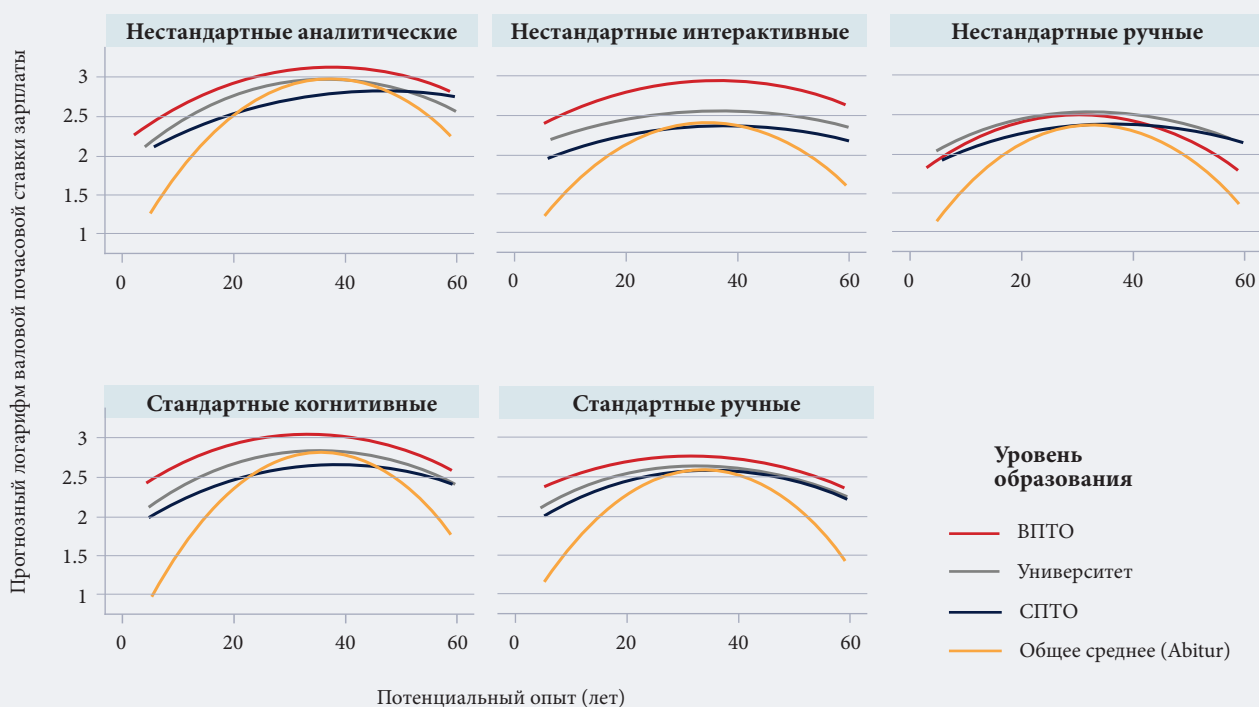


Табл. 1. Deskриптивная статистика (работа полный день свыше 30 часов в неделю)

Переменная	Число наблюдений	Среднее	Стандартное отклонение	Мин.	Макс.	
<b>Заработок (базисный год: 2015, в постоянных ценах)</b>						
lwwage15	Log валовая почасовая зарплата	266 234	2.546	0.654	-0.728	5.330
<b>Уровень образования (базовая группа: только среднее образование)</b>						
2	VET (СПТО)	488 577	0.512	0.500	0	1
3	Higher VET (ВПТО)	488 577	0.072	0.259	0	1
4	High school (Abitur) (средняя школа)	488 577	0.083	0.276	0	1
5	University (университет)	488 577	0.193	0.395	0	1
<b>Потенциальный опыт (лет)</b>						
rexper	Возраст — продолжительность образования (лет)	510 724	35.479	17.800	1	93
<b>Производственные задачи</b>						
1	Нестандартные аналитические	266 537	0.233	0.423	0	1
2	Нестандартные интерактивные	266 537	0.087	0.281	0	1
3	Нестандартные ручные	266 537	0.175	0.380	0	1
4	Стандартные когнитивные	266 537	0.326	0.469	0	1
5	Стандартные ручные	266 537	0.180	0.384	0	1

Источник: составлено авторами на основе SOEP v34i. [https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw\\_01.c.742267.en](https://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.742267.en), дата обращения 07.11.2021.

Рис. 1. Прогнозные профили «зарплата–опыт» по группам задач для ЧК разного уровня



Источник: составлено авторами.

Табл. 2. Результаты регрессии с фиксированными эффектами

Log почасовая зарплата	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>Уровень образования</b>					
VET (СПТО)	0.718*** (27.04)	0.497*** (18.20)	0.509*** (18.35)	0.488*** (14.54)	0.495*** (14.59)
Higher VET (ВПТО)	0.696*** (19.98)	0.597*** (15.95)	0.581*** (15.69)	0.555*** (12.67)	0.567*** (12.89)
High school (Abitur) (средняя школа)	-0.302*** (-9.50)	-0.280*** (-9.41)	-0.218*** (-7.13)	-0.231*** (-6.21)	-0.223*** (-5.93)
University (университет)	0.649*** (16.47)	0.613*** (12.95)	0.635*** (13.97)	0.602*** (11.34)	0.609*** (11.38)
<b>Амортизация образования</b>					
VET*рехпер	-0.015*** (-17.40)	-0.010*** (-11.51)	-0.012*** (-14.35)	-0.011*** (-11.18)	-0.011*** (-11.13)
Higher VET*рехпер	-0.016*** (-13.81)	-0.013*** (-10.25)	-0.014*** (-11.52)	-0.014*** (-9.70)	-0.014*** (-9.71)
High school*рехпер	0.013*** (9.22)	0.011*** (8.01)	0.009*** (6.68)	0.009*** (5.43)	0.008*** (5.21)
University*рехпер	-0.010*** (-9.43)	-0.010*** (-6.25)	-0.012*** (-8.78)	-0.012*** (-6.87)	-0.012*** (-6.82)
<b>Опыт</b>					
рехпер	0.040*** (7.71)	0.070*** (9.57)	0.070*** (10.38)	0.063*** (8.05)	0.064*** (8.10)
<b>Амортизация опыта</b>					
рехпер-squared	-0.001*** (-41.64)	-0.001*** (-12.55)	-0.001*** (-13.70)	-0.001*** (-10.90)	-0.001*** (-10.68)
_cons	0.881*** (14.36)	-3.248*** (-24.00)	-2.347*** (-16.19)	-2.382*** (-14.07)	-2.347*** (-13.69)
Контрольные переменные	Нет	+ personal	+ job	+ industry	+ tasks
Число наблюдений	262.7780	261.101	204.689	158.561	154.792
R-квадрат	0.407	0.425	0.388	0.386	0.385
<p><i>Примечание:</i> в качестве зависимой переменной использовался логарифм почасовой заработной платы в постоянных ценах; * p&lt;0.05, ** p&lt;0.01, *** p&lt;0.001, t-статистика в скобках, робастные кластерные стандартные ошибки.  <i>Источник:</i> составлено авторами.</p>					

когнитивных задач, подвержены более интенсивному снижению актуальности. Максимальный годовой показатель амортизации выявлен для оригинальных интерактивных задач: 2.0% в случае обладателей высшего образования и 1.9% для СПТО. Капитал специалистов с ВПТО устаревает еще быстрее (2.3%), а работников, занимающихся преимущественно уникальной аналитикой, напротив, вдвое медленнее. Причем значение ценности опыта возрастает в отношении задач с более высоким уровнем амортизации (это показывает переменная потенциального опыта *рехпер*).

Для углубленного понимания различий в темпах обесценивания мы построили предиктивные профили «зарботок–опыт» для разных типов задач на основе результатов спецификации модели 5. Из рис. 1 видно, что профили доходов существенно варьируют по типам функций и уровням образования. Величина оплаты труда, включая надбавки за образование, в целом ниже для выполняющих ручные задачи и выше для тех, кто отвечает за аналитические, интерактивные и когнитивные. К завершению карьеры доходы специалистов с СПТО оказываются выше, чем у обладателей ВПТО. В случае уникальных ручных задач СПТО и ВПТО обеспечивают более значительный доход, чем общее высшее образование. Кроме того, заработная плата выпускников средних школ быстро достигает пика, и в течение некоторого времени они опережают по этому показателю работников с СПТО и ВПТО, а затем резко сдают позиции. Несмотря на пониженную образовательную ква-

лификацию, в начале карьеры различия в уровне амортизации могут в отдельных случаях компенсировать разницу в доходах. Следовательно, даже выпускникам университетов требуется постоянно обновлять знания, чтобы поддерживать ценность своего ЧК.

Детальный анализ профессий с высокой долей интерактивных или когнитивных задач указывает на существенное изменение технологий, используемых таким персоналом. Дополняющие цифровые решения широко применяются прежде всего для выполнения когнитивных и аналитических функций, причем скорость их эволюции умеренная (табл. 4). Возможно, этим и объясняется повышенный уровень амортизации навыков для исполнителей подобных задач. Напротив, в отношении нестандартных ручных процессов применение технологий резко активизируется. Например, на них базируется деятельность в строительстве, гостиничном бизнесе, общественном питании, логистике. В 2001 г. цифровые решения использовались в таких целях достаточно редко (Muro et al., 2017), однако к 2016 г. темпы их применения удвоились, что ускорило потерю актуальности компетенций. Таким образом, несмотря на сохранение средней интенсивности устаревания навыков за рассматриваемый период, в последние годы скорость этого процесса возросла. По сравнению с другими профессиями использование технологий здесь остается относительно низким, однако не исключено, что в результате более значительных изменений обесценивание компетенций усилится.

Табл. 3. Результаты: амортизация человеческого капитала по типам производственных задач

Log почасовая зарплата	Нестандартные задачи			Стандартные задачи	
	аналитические	интерактивные	ручные	когнитивные	ручные
<i>Уровень образования</i>					
VET (СПТО)	0.394** (-3.07)	0.677*** (-7.62)	0.541*** (-8.56)	0.635*** (-10.84)	0.503*** (-8.07)
Higher VET (ВПТО)	0.462*** (-3.4)	0.803*** (-6.49)	0.572*** (-5.73)	0.792*** (-11.08)	0.563*** (-5.27)
High school (Abitur) (средняя школа)	-0.244 (-1.83)	-0.181 (-1.69)	-0.15 (-1.87)	-0.08 (-1.36)	-0.316*** (-4.24)
University (университет)	0.393** (-2.68)	0.931*** (-6.01)	0.646*** (-4.04)	0.869*** (-10.14)	0.411* (-2.07)
<i>Амортизация образования</i>					
VET*рехпер	-0.010** (-2.98)	-0.019*** (-4.54)	-0.015*** (-8.42)	-0.016*** (-9.48)	-0.012*** (-7.42)
Higher VET*рехпер	-0.012*** (-3.30)	-0.023*** (-4.51)	-0.019*** (-6.27)	-0.021*** (-8.62)	-0.015*** (-5.27)
High school*рехпер	0.008* (-1.97)	0.008 (-1.12)	0.000 (-0.01)	0.003 (-1.63)	0.011*** (-3.48)
University*рехпер	-0.009* (-2.36)	-0.020*** (-3.97)	-0.016*** (-4.76)	-0.019*** (-6.36)	-0.011* (-2.46)
<i>Опыт</i>					
рехпер	0.031* (-2.43)	0.091*** (-3.58)	0.075*** (-3.94)	0.091*** (-7.44)	0.072*** (-3.34)
<i>Амортизация опыта</i>					
рехпер-squared	-0.001*** (-3.85)	-0.001*** (-5.22)	-0.001*** (-6.05)	-0.001*** (-6.81)	-0.001*** (-5.66)
_cons	-1.798*** (-3.70)	-1.655*** (-3.52)	-3.561*** (-10.00)	-1.620*** (-6.68)	-3.077*** (-7.26)
Число наблюдений	46 523	17 716	30 927	62 462	28 791
R-квадрат	0.366	0.320	0.283	0.449	0.369

*Примечание:* \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001, t-статистика в скобках, робастные кластерные стандартные ошибки.  
*Источник:* составлено авторами.

## Заключение

Развитие технологий меняет сферу занятости и требования к навыкам, что ведет к устареванию ЧК, приобретенного в ходе формального образования. Цифровизация радикально преобразует характер выполнения профессиональных задач и спрос на компетенции, что создает дополнительные возможности для одних специалистов и риски для других. Углубленное понимание влияния указанных процессов на амортизацию ЧК имеет критическое значение для занятых, работодателей и политиков.

В настоящем исследовании проанализировано устаревание навыков в процессе экономических изменений с учетом факторов технологического развития — интенсивности использования новых инструментов и меняющегося характера производственных задач. Установлено, что ЧК работников, выполняющих преимуще-

ственно нестандартные интерактивные, специфические ручные и типовые когнитивные задачи, обесценивается быстрее, чем в случае других функций. Это может объясняться двумя факторами, указанными в табл. 4. Новые цифровые решения повышают эффективность реализации перечисленных функций и применяются для этих целей активнее, чем где-либо еще. Чем интенсивнее использование технологий, тем радикальнее меняются требования к знаниям. Как следствие, возрастает скорость обесценивания базового ЧК. В ряде професий характер распространения цифровых технологий меняется особенно динамично. Прежде всего, речь идет о рабочих местах с большой долей нестандартных ручных задач, ускорившаяся цифровизация которых ведет к устареванию компетенций. Поскольку данный процесс продолжается, рабочая среда, вероятно, будет

Табл. 4. Связь между производственными задачами и устареванием ЧК

Тип задач	Примеры задач	Интенсивность использования дополняющих технологий	Изменение степени использования технологий	Уровень устаревания ЧК
Нестандартные аналитические	Исследования, проектирование	Средняя	Незначительное	Низкий
Нестандартные интерактивные	Управление, развлекательная деятельность	Высокая	Значительное	Высокий
Нестандартные ручные	Ремонт, обслуживание	Низкая	Значительное	Средний
Стандартные когнитивные	Бухгалтерский учет, расчеты	Высокая	Среднее	Средний
Стандартные ручные	Управление машинами	Низкая	Незначительное	Низкий

*Источник:* составлено авторами на основе (Muro et al., 2017), данные об использовании технологий и группы задач взяты из (Spitz-Oener, 2006).



меняться еще более кардинально, в результате темпы устаревания навыков увеличатся.

Несмотря на то что в случае выполнения стандартных функций амортизация ЧК происходит медленнее, не следует рассматривать этот фактор как позитивный, поскольку, как показывают исследования поляризации труда, работники, выполняющие типовые когнитивные задачи, постепенно замещаются технологиями. Ожидается, что виды деятельности, основанные на подобном функционале, в современном виде постепенно исчезнут, что еще сильнее ускорит обесценивание навыков.

В противовес распространенному мнению, что технологии не способны выполнять нестандартные задачи, наши результаты выявили относительно высокий уровень амортизации работников с таким функционалом, при том что спрос на него растет.

Типичными мерами политики для решения обозначенных проблем видятся повышение квалификации работников и увеличение охвата населения высшим образованием. Впрочем, и это не защищает от устаревания навыков.

Основная задача высшего образования — сформировать общий ЧК, применимый для выполнения разнообразных неспециализированных задач. Однако если в процессе перемен устаревают знания, связанные с профессиональной группой в целом, даже общее высшее образование не гарантирует устойчивости, а значит, простого повышения уровня образованности уже недостаточно. Ценность ЧК, базирующегося на университетском образовании, ежегодно снижается для всех типов производственных задач, причем значительными темпами. Не исключено, что для работников, выполняющих преимущественно нестандартные ручные задачи, соотношение «зарплата–опыт» даже ухудшится по сравнению с другими уровнями образования, менее подверженными амортизации. В отсутствие непрерывного обучения первоначальные инвестиции в высшее образование могут «раствориться». Для предотвраще-

ния серьезных проблем предстоит расширять содержание образования и постоянно инвестировать в него с учетом обесценивания ЧК.

Создание инклюзивного рынка труда подразумевает возможность приобрести цифровые навыки наиболее уязвимым группам населения, что потребует значительных усилий по подготовке кадров. Для других категорий критическую роль играет способность адаптироваться и приобретать новые компетенции для выполнения функций, не подлежащих машинному замещению. Целесообразно проводить комплексную политику в отношении рынка труда и образования, нацеленную на борьбу с устареванием человеческого капитала. Многие страны осознали важность такого подхода, тем не менее в области образования необходимы дополнительные меры в этом направлении.

Выводы настоящего исследования могут оказаться полезными при разработке эффективных программ обучения, предоставляющих персоналу возможности периодически повышать квалификацию и овладевать остро востребованными навыками. Образовательная политика должна предусматривать «апгрейд» компетенций, позволяющий быстро адаптироваться к меняющимся рыночным условиям в ситуации ускоряющегося и все более радикального технологического прогресса. Компаниям, заинтересованным в повышении продуктивности персонала, следует расширять возможности его обучения. Самим работникам рекомендуется отслеживать процесс перемен и периодически планировать повышение квалификации. При концентрации усилий на приобретении новых навыков и развитии существующих дальнейший прогресс технологий обеспечит значительные преимущества.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Национального исследовательского фонда Кореи (National Research Foundation, NRF) (№ 2017R1A2B4009376), финансируемого правительством Кореи (MSIT). Его предварительные результаты были представлены на 7-й Международной конференции по развитию высшего образования (HEAd'21).*

## Библиография

- Arrazola M., Hevia J.D. (2004) More on the estimation of the human capital depreciation rate. *Applied Economics Letters*, 11(3), 145–148. <https://doi.org/10.1080/1350485042000203742>
- Autor D., Dorn D. (2013) The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, 103(5), 1553–1597. DOI: 10.1257/aer.103.5.1553
- Autor D., Handel M. (2013) Putting tasks to the test: Human capital, job tasks, and wages. *Journal of Labor Economics*, 31(S1), S59–S96. <https://doi.org/10.1086/669332>
- Autor D., Levy F., Murnane R.J. (2003) The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
- Backes-Gellner U., Janssen S. (2009) Skill obsolescence, vintage effects and changing tasks. *Applied Economics Quarterly*, 55(1), 83–104. DOI: 10.3790/aeq.55.1.83
- Becker G. (1964) *Human Capital*, New York: Columbia University Press.
- Carliner G. (1982) The wages of older men. *Journal of Human Resources*, 17(1), 25–38. <https://doi.org/10.2307/145522>
- De Grip A. (2006) *Evaluating human capital obsolescence*, Paris: OECD. <https://www.oecd.org/els/emp/34932083.pdf>, дата обращения 25.03.2022.
- De Grip A., Van Loo J. (2002) *The economics of skills obsolescence: A review*, Bingley (UK): Emerald Group Publishing Limited.
- Dengler K., Matthes B., Paulus W. (2014) *Occupational tasks in the German labour market* (FDZ-Methodenreport 12/2014), Berlin: Institute for Employment Research. [https://doku.iab.de/fdz/reporte/2014/MR\\_12-14\\_EN.pdf](https://doku.iab.de/fdz/reporte/2014/MR_12-14_EN.pdf), дата обращения 24.02.2022.

- Frey C.B., Osborne M.A. (2017) The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Groot W. (1998) Empirical estimates of the rate of depreciation of education. *Applied Economics Letters*, 5(8), 535–538. <https://doi.org/10.1080/135048598354500>
- Haley W.J. (1976) Estimation of the earnings profile from optimal human capital accumulation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 44(6), 1223–1238. <https://doi.org/10.2307/1914256>
- Heckman J.J. (1976) A life-cycle model of earnings, learning, and consumption. *Journal of Political Economy*, 84(4, Part 2), S9–S44. <https://www.jstor.org/stable/1831101>
- Holtmann A. (1972) On-the-job training, obsolescence, options, and retraining. *Southern Economic Journal*, 38(3), 414–417. <https://doi.org/10.2307/1056910>
- Johnson T., Hebein F.J. (1974) Investments in human capital and growth in personal income 1956–1966. *The American Economic Review*, 64(4), 604–615. <https://www.jstor.org/stable/1813313>
- Lentini V., Gimenez G. (2019) Depreciation of human capital: A sectoral analysis in OECD countries. *International Journal of Manpower*, 40(7), 1254–1272. <https://doi.org/10.1108/IJM-07-2018-0207>
- Mincer J. (1974) *Schooling, Experience, and Earnings*, Cambridge, MA: NBER.
- Mincer J., Ofek H. (1982) Interrupted work careers: Depreciation and restoration of human capital (NBER Working Paper 0479), Cambridge, MA: NBER. DOI: 10.3386/w0479
- Murillo I.P. (2011) Human capital obsolescence: Some evidence for Spain. *International Journal of Manpower*, 32(4), 426–445. <https://doi.org/10.1108/01437721111148540>
- Muro M., Liu S., Whiton J., Kulkarni S. (2017) Digitalization and the American workforce, Washington, D.C.: Brookings Institution. [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/11/mpp\\_2017nov15\\_digitalization\\_full\\_report.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/11/mpp_2017nov15_digitalization_full_report.pdf), дата обращения 16.01.2022.
- Neuman S., Weiss A. (1995) On the effects of schooling vintage on experience-earnings profiles: Theory and evidence. *European Economic Review*, 39(5), 943–955. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00019-V](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00019-V)
- Ramirez J. (2002) Age and schooling vintage effects on earnings profiles in Switzerland. In: *The Economics of Skills Obsolescence* (eds. A. de Grip, J. van Loo, K. Mayhew), Bingley: Emerald Group Publishing Limited, pp. 83–99. [https://doi.org/10.1016/S0147-9121\(02\)21006-7](https://doi.org/10.1016/S0147-9121(02)21006-7)
- Rodrigues M., Fernández-Macías E., Sostero M. (2021) *A unified conceptual framework of tasks, skills and competences*, Brussels: European Commission.
- Rosen S. (1975) *Measuring the obsolescence of knowledge*, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Spitz-Oener A. (2006) Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235–270. <https://doi.org/10.1086/499972>
- Weber S. (2014) Human capital depreciation and education level. *International Journal of Manpower*, 35(5), 613–642. <https://doi.org/10.1108/IJM-05-2014-0122>