УДК 330.1 **DOI** 10.17150/2500-2759.2020.30(1).89-99

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИЙ ОБОСНОВАННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ

Т.В. Огородникова[1], А.А. Соломеин[1], В.Е. Орлов[2], И.Г. Шипунова[3]
[1] Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация
[2] Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация
[3] Город Санкт-Петербург, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
13 января 2020 г.

Дата принятия к печати
6 марта 2020 г.

Дата онлайн-размещения
25 марта 2020 г.

Ключевые слова

Инвестиции; реновация; производство; основные средства; физический износ; амортизация; интегральная оценка; акселератор; процентная ставка; дефлятор; затраты; фондоотдача; коэффициент износа; период использования

Аннотация

В статье проведен анализ методики начисления амортизации и оценки состояния основных средств. Выявлено отсутствие обусловленности периода использования и порядка начисления амортизации основных средств их физическим износом в конкретных условиях производства. На основании этого сделан вывод о несоответствии теоретических оценок состояния основных средств их реальному физическому износу. Раскрыты внутренние противоречия показателя фондоотдачи, продемонстрирована его несогласованность с сущностью производства. В качестве одного из негативных последствий существующих методических подходов к оценке состояния основных средств отмечено отсутствие критерия необходимости реновационных инвестиций. В целях преодоления недостатков методики оценки состояния основных средств раскрыта связь коэффициента амортизации с техническим акселератором и интегральным показателем физического износа. Для характеристики зависимости объема производства и операционных затрат от физического износа основных средств обоснован и введен коэффициент преобразования. Представлены формальные модели показателей производства и фондоотдачи, отражающие частные и обобщающий коэффициенты преобразования основных средств, а также процентную ставку и уровень инфляции. В качестве критерия необходимости и своевременности реновационных инвестиций обоснован момент нулевой эффективности основных средств. В дополнение к нему введено понятие периода их эффективного использования.

TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE CONDITION OF FIXED ASSETS AND THE CRITERION OF THE VALIDITY OF RECOVERY INVESTMENTS

Tatyana V. Ogorodnikova[1], Aleksei A. Solomein[1], Vladimir E. Orlov[2], Irina G. Shipunova[3]
[1] Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation
[2] M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, the Russian Federation
[3] Saint Petersburg, the Russian Federation

Article info

Received
January 13, 2020

Accepted
March 6, 2020 г.

Available online
March 25, 2020

Abstract

The article analyzes the methodology for calculating depreciation and assessing the condition of fixed assets. The absence of conditionality of the period of use and depreciation allowance of fixed assets due to their physical wear and tear in specific production conditions is revealed. Thus, it is concluded that the theoretical estimates of the condition of fixed assets do not correspond to their actual physical wear and tear. The internal contradictions of the indicator of return on capital are investigated, its inconsistency with the essence of production is revealed. The absence of a criterion for the need for renovation investment is mentioned as one of the negative consequences

© Огородникова Т.В., Соломеин А.А., Орлов В.Е., Шипунова И.Г., 2020

Keywords
Investment; renewal; production; fixed assets; physical deterioration; depreciation; integral assessment; accelerator; interest rate; deflator; cost; capital productivity; depreciation reserve ratio; period of use

of the existing methodological approaches to assessing the condition of fixed assets. In order to overcome the shortcomings and negative consequences of the methodology for assessing the condition of fixed assets, the relationship between the depreciation coefficient, the technical accelerator and the integral indicator of physical wear is revealed. To characterize the dependence of the volume of production and operating costs on the physical depreciation of fixed assets, a conversion factor is substantiated and introduced. Formal models of indicators of production and return on capital are presented. They reflect partial and generalizing coefficient of conversion of fixed assets as well as the interest rate and the level of inflation. The moment of zero efficiency of fixed assets is substantiated as a criterion of necessity and timeliness of renovation investments. In addition, the concept of the period of their effective use is introduced.

Введение

Одним из первостепенных условий финансовой устойчивости предприятия является его эффективная инвестиционная деятельность [1–7]. Особого внимания требуют инвестиции в основные средства. Это вызвано двумя обстоятельствами.

Первое обстоятельство состоит в том, что в течение жизненного цикла основных средств инвестиции, связанные с ними, меняют свое целевое назначение. На этапе первоначального приобретения в ходе создания нового производства цель инвестиций — расширение ресурсной базы за счет прироста количества основного капитала. В этом случае инвестиции относятся к разряду чистых. После того как основные средства достигли определенной степени износа, целью инвестиций становится их восстановление. Оно может быть полным либо частичным. Полное восстановление заключается в замене изношенных средств на новые, частичное сводится к их капитальному ремонту. И в том, и в другом случае чистые инвестиции в данное производство сменяются восстановительными. Цепочка восстановительных инвестиций не должна прерываться до тех пор, пока не будет прекращено данное производство по причине его невостребованности на рынке. В противном случае производство остановится в связи с полным износом основных средств.

Второе обстоятельство, акцентирующее внимание на инвестиции в основные средства, обусловлено спецификой механизма преобразования основных средств в конечный продукт предприятия. Он предполагает частичный перенос их стоимости на стоимость готовой продукции в течение одного технологического цикла. Это значит, что восстановление стоимости основных средств обеспечивается реализацией на рынке некоторого множества единиц готовой продукции. Отсюда следует, что на фоне физического износа и утраты технического потенциала основные средства должны обеспечить производство необходимого для их восстановления количества продукции.

Оценка такой возможности требует определения характера и параметров зависимости объема производства и других экономических показателей от физического износа основных средств. Понимание указанной зависимости позволит интегрировать критерии технического обоснования в критерии экономического обоснования реновации основных средств. Это, в свою очередь, даст возможность не только приблизить значения прогнозных показателей использования основных средств к реальным условиям их эксплуатации, но и достаточно точно определить момент замены изношенных средств с учетом снижения их эффективности.

Итоговый результат такого подхода выразится в обеспечении непрерывности и эффективности восстановительных инвестиций, а следовательно, в непрерывности процесса производства и долгосрочной устойчивости финансового состояния предприятия.

Постановка цели исследования

Современные методики оценки эффективности инвестиций и текущего использования основных средств не предполагают рассмотрение физического износа как фактора, снижающего их отдачу. Это выражается в том, что экономические модели таких ключевых показателей, как объем производства продукции, затраты на производство, и производных от них не содержат в своей структуре факторные показатели, отражающие физический износ. Кроме того, динамика физического износа, обусловленная технологическими условиями эксплуатации основных средств, не учитывается при определении срока их эксплуатации и, как следствие, при обосновании нормы амортизационных отчислений. В результате наблюдается вариативность значений самого

ISSN 2500-2759

срока использования основных средств, суммы амортизации, производственных затрат, показателей эффективности использования основных средств, периода окупаемости инвестиционных затрат. Все это приводит к искажению прогнозных характеристик чистых и неопределенности в части оценки своевременности восстановительных инвестиций.

В свете указанных недостатков существующих методик актуализируется проблема выявления зависимости экономических показателей от физического износа основных средств и комплексная оценка их технико-экономического состояния с целью обоснования необходимости восстановительных инвестиций и возможности их реализации.

Целью исследования явилась разработка критерия своевременности восстановительных инвестиций.

Анализ существующих методик оценки состояния основных средств и их отдачи

В основе современной методики оценки физического износа основных средств лежит постулат о том, что в процессе производства основные средства подвергаются физическому и моральному износу, который компенсируется начислением амортизации.

Правилами бухгалтерского учета определено четыре способа начисления амортизации: линейный; способ уменьшаемого остатка; способ списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования; способ списания стоимости пропорционально объему продукции (работ)[1].

При линейном способе амортизация начисляется исходя из первоначальной стоимости или текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

Формула расчета суммы амортизации линейным способом имеет вид $D_i = ОС_{нач} \times \times К_{аморт}$, р., где $ОС_{нач}$ — первоначальная стоимость основных средств, р.; $К_{аморт}$ — норма амортизационных отчислений.

Норма амортизации исчисляется как обратная величина срока полезного использования основных средств: $К_{аморт} = Т^{-1}_{использ}$.

Норма амортизации показывает, какая доля стоимости основных средств переносится на стоимость готовой продукции в течение каждого отчетного периода. В качестве отчетного может быть принят любой период.

Линейный способ начисления амортизации предполагает равномерный перенос стоимости основных средств на стоимость готового продукта.

Способ уменьшаемого остатка предполагает начисление амортизации исходя из остаточной стоимости объекта основных средств на начало отчетного года и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта с учетом коэффициента корректировки, установленного организацией, но не выше 3.

Сумму амортизации в *i*-й период можно представить формулой

$$D_i = (ОС_{нач} - \sum_{n=1}^{i-1} D_n) К_{аморт} К_{коррект}, \text{ р.},$$

где D_n — сумма амортизации, начисленная в *n*-й период, предшествующий отчетному *i*-му периоду; $К_{коррект}$ — коэффициент корректировки линейной нормы амортизации.

При применении способа списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования амортизация исчисляется исходя из первоначальной или текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и соотношения, в числителе которого — число лет, остающихся до конца срока полезного использования объекта, а в знаменателе — сумма чисел лет срока полезного использования объекта.

Данный способ предполагает определение нормы амортизации для каждого отчетного периода:

$$К_{аморт_i} = \frac{Т_{ост}}{\sum_{n=1}^{Т_{использ}} f_n},$$

где $Т_{ост}$ — количество лет, оставшихся до конца периода использования к моменту расчета коэффициента; f_n — номер года в количестве лет использования основных средств.

Формула показывает, что с течением времени коэффициент амортизации, а соответственно, и сумма амортизационных отчислений уменьшаются. Таким образом, наибольшая сумма амортизации приходится на первый год эксплуатации основных средств.

При способе списания стоимости пропорционально объему продукции (работ) начисление амортизационных отчислений производится исходя из натурального показателя объема продукции (работ) в отчет-

[1] Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01 [Электронный ресурс] : приказ Минфина России от 30 марта 2001 г. № 26н : (ред. от 16 мая 2016 г.). П. 18 // СПС «КонсультантПлюс».

ном периоде и соотношения первоначальной стоимости объекта основных средств и предполагаемого объема продукции (работ) за весь срок полезного использования объекта основных средств.

Норма амортизации в этом случае определяется следующим отношением:

$$K_{аморт_i} = \frac{Q_i}{\sum_{n=1}^{T_{использ}} Q_n},$$

где Q_i — объем производства продукции в *i*-м периоде, ед. продукции; *n* — номер периода эксплуатации основных средств.

Принятые способы начисления амортизации дают различные количественные результаты. От того, какой способ будет избран, зависит скорость переноса стоимости основных средств на стоимость готовой продукции.

Следует отметить, что все способы предполагают учет продолжительности срока полезного использования основных средств. Налоговый кодекс определяет срок полезного использования основных средств как период, в течение которого основное средство служит организации[2]. Организация вправе самостоятельно определять срок полезного использования, руководствуясь Налоговым кодексом и Классификатором основных средств, утвержденным постановлением Правительства РФ от 1 января 2002 г. № 1. Также срок полезного использования может быть определен на основании рекомендаций производителя основных средств.

Важным обстоятельством является то, что в любом случае срок полезного использования, а значит, и величина амортизации не учитывает реальный физический и моральный износ основных средств, обусловленный специфическими условиями работы конкретного предприятия.

С величиной амортизации непосредственно связаны показатели состояния основных средств — коэффициенты годности и износа.

Коэффициент годности показывает, какая часть основных средств не амортизирована на момент его определения. Значение этого коэффициента рассчитывается как отношение остаточной стоимости к первоначальной: $K_{годн} = ОС_{ост} / ОС_0$, где $ОС_{ост}$ — остаточная стоимость основных средств на момент расчета, р.; $ОС_0$ — первоначальная стоимость основных средств на момент расчета, р.

Остаточная стоимость определяется как разница между первоначальной стоимостью и суммой амортизации, начисленной за весь период эксплуатации основных средств:

$$ОС_{i_{ост}} = ОС_0 - \sum_{i=1}^{I} D_i,$$

где *I* — количество периодов эксплуатации основных средств к моменту расчета показателя; D_i — величина амортизационных отчислений за *i*-й период, р.

Величина остаточной стоимости с каждым последующим периодом уменьшается на величину амортизации и стремится к нулю в последний период эксплуатации. Отсюда стремится к нулю и коэффициент годности: $K_{годн} \to 0$.

Коэффициент износа рассчитывается как отношение величины амортизации, начисленной за весь период эксплуатации, к первоначальной стоимости основных средств:

$$K_{изн} = \frac{\sum_{i=1}^{I} D_i}{ОС_0}.$$

Значение коэффициента показывает, какая часть стоимости основных средств была амортизирована к моменту его расчета. Сумма амортизации стремится к первоначальной стоимости основных средств, а коэффициент, соответственно, стремится к единице: $K_{изн} \to 1$.

Рассмотренные методики расчета демонстрируют два существенных обстоятельства, затрудняющих обоснование необходимости восстановительных инвестиций. Первое — отсутствие связи показателей состояния с утратой основными средствами технических возможностей в связи с физическим износом в процессе эксплуатации. Второе — зависимость количественных значений показателей от способа начисления амортизации. Полученные таким образом оценки износа и годности не отражают объективную картину состояния основных средств.

Далее рассмотрим методику расчета показателей, входящих в систему оценок эффективности использования основных средств.

Одним из таких показателей является фондоотдача. В современном представлении он показывает стоимость готовой продукции, приходящуюся на один рубль средней стоимости основных средств, или, в контексте названия, сколько рублей в виде готовой продукции отдает в течение отчетного периода один рубль, инвестированный в основные средства.

[2] Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) [Электронный ресурс] : федер. закон от 5 авг. 2000 г. № 117-ФЗ : (ред. от 27 дек. 2019 г.). Ст. 258, п. 1 // СПС «КонсультантПлюс».

ISSN 2500-2759

Математическое выражение фондоотдачи имеет вид

$$ФО_i = \frac{ГП_i}{\overline{ОС_i}},$$

где $ГП_i$ — стоимость готовой продукции, произведенной в *i*-й период, р.; $\overline{ОС_i}$ — средняя стоимость основных средств, занятых на производстве продукции, р.

На наш взгляд, такая экспликация фондоотдачи вступает в противоречие с сущностью производства как процесса преобразования ресурсов в готовую продукцию.

Определение производства и производственная функция устанавливают прямую зависимость количества продукта от количества ресурса, преобразованного в продукт за определенный период. Средняя же стоимость основных средств, наблюдаемая в течение какого-либо отрезка времени, по своей сути скорее учитывает движение основных средств, связанное с их вводом и выбытием, нежели отражает количество преобразованных ресурсов. Кроме того, изменение средней стоимости может быть вызвано изменением как физического количества основных средств, так и их цены. А это опять никоим образом не отражает процесс преобразования ресурсов в готовую продукцию.

Использование средней величины стоимости основных средств не только противоречит сущности производства, но и нарушает внутреннюю логику показателя фондоотдачи. Это выражается во временном несоответствии величин числителя и знаменателя. Если стоимость произведенной продукции очень четко соотнесена с конкретным периодом, то составляющие средней стоимости основных средств такого соотнесения не имеют.

Обычно средняя стоимость рассчитывается как средняя хронологическая или как простая средняя величина между стоимостью основных средств на начало и на конец периода. При этом величина на начало периода отражает стоимость основных средств, которая к этому моменту еще не перенесена на готовый продукт, а величина на конец периода отражает стоимость основных средств, которая только будет перенесена на стоимость готовой продукции в последующие периоды. Таким образом, показатель средней стоимости основных средств, используемый в расчете фондоотдачи, не связан с конкретным периодом преобразования ресурсов и не согласован во времени с показателем готовой продукции.

Кроме этого, логику показателя фондоотдачи нарушает и вариативность оценки стоимости основных средств. Если оценка произведена по начальной стоимости, то расчет ведется на основе величины, сложившейся еще до начала эксплуатации средств и их преобразования в готовую продукцию. Если же в расчет принимается остаточная стоимость, то результат отражает в себе величину стоимости основных средств, которая только будет перенесена в будущем в течение всего оставшегося срока эксплуатации. Ни тот, ни другой вариант оценки не связывает стоимость основных средств с отчетным периодом, в котором производилась готовая продукция. И в этом случае наблюдается нарушение принципа согласованности величин числителя и знаменателя, отсюда — невозможность получить корректную размерность итоговой величины фондоотдачи.

Рассмотрение фондоотдачи в контексте сущности производства позволило выявить внутренние противоречия этого показателя, которые не позволяют дать объективную оценку эффективности использования основных средств и, как следствие, применять данный показатель в целях принятия управленческих решений в части дальнейшей эксплуатации основных средств или их замены. Этот недостаток распространяется и на другие существующие показатели эффективности использования основных средств.

Показатели состояния и фондоотдачи основных средств в контексте отражения их физического износа

Для устранения внутренних противоречий показателей состояния и фондоотдачи основных средств и для дальнейшего их использования в процессе определения критерия своевременности восстановительных инвестиций будем исходить из определения сущности производства. Оно гласит, что производство — это процесс преобразования ресурсов в готовую продукцию. Производственная функция, описывающая данный процесс, ставит в зависимость объем производства от количества преобразованных ресурсов.

Количественной характеристикой преобразования основных средств в готовую продукцию выступает физический износ, который проявляется в потере основными средствами своих физических качеств и, как следствие, экономической эффективности.

Ранее мы вводили понятия технического акселератора и интегрального индекса состояния основных средств [8]. Технический акселератор характеризует относительное

ISSN 2500-2759

изменение какого-либо экономического показателя использования основных средств при изменении связанной с ним технической характеристики на 1 %. Обобщающий интегральный индекс состояния основных средств оценивает темпы роста их эффективности по возможному спектру экономических показателей в единицу времени. Обобщающий индекс состояния конкретной единицы основных средств по всем экономическим показателям равен

$$\tilde{I} = \prod_{i=1}^{m} I_{y_i},$$

где m — количество экономических показателей, отражающих динамику технических параметров основных средств; I_{y_i} — частный индекс состояния основных средств по конкретному экономическому показателю.

Частный индекс состояния характеризует темпы роста отдельного экономического показателя эффективности основных средств, вызванного изменением связанных с ним технических характеристик:

$$I_{y_i} = \prod_{j=1}^{n} (\beta_j c_j + 1),$$

где n — количество технических параметров, связанных с i-м экономическим показателем; β_j — показатель технического акселератора по j-му техническому параметру; c_j — относительный прирост значения технического параметра x_j за единицу времени.

Относительное изменение технико-экономического состояния основных средств, вызванное их физическим износом, можно найти путем вычитания единицы из обобщающего интегрального индекса: $\Delta\tilde{I} = \tilde{I} - 1$.

Так как в результате физического износа технические характеристики основных средств ухудшаются, значение показателя $\Delta\tilde{I}$ всегда меньше нуля. То, что данный показатель в комплексе отражает изменение технических и экономических свойств основных средств в процессе создания других видов благ, дает основание признать его мерой преобразования основных средств в готовую продукцию. А это, в свою очередь, позволяет отождествить его с нормой амортизации. Назовем данный показатель *коэффициентом преобразования* $К^{преобр}$ основных средств в готовую продукцию: $К_{аморт} \equiv К^{преобр}$.

В соответствии с определением производства представляется логичным использовать его при расчете показателя фондоотдачи:

$$ФО_i = \frac{ГП_i}{К_i^{преобр} ОС_{нач}},$$

где $К_i^{преобр}$ — обобщающий коэффициент преобразования основных средств i-го периода.

Согласно представленной модели фондоотдача — это стоимость готовой продукции, полученной посредством преобразования основных средств в количестве, эквивалентном одному рублю их начальной стоимости.

В свете признания тождественности коэффициента преобразования и нормы амортизации показатель фондоотдачи будет характеризовать стоимость готовой продукции, приходящуюся на рубль амортизации основных средств: $ФО_i = ГП_i / D_i$, где D_i — величина амортизации основных средств i-го периода, р. Сумма амортизации равна $D_i = К_i^{преобр} ОС_{нач}$, р.

Представление нормы и величины амортизации посредством коэффициента преобразования основных средств меняет направление оценки их состояния. Существующий порядок — от срока использования к оценке степени физического износа — меняет свое направление — от степени износа к сроку использования. Это позволяет связать срок использования с потерей технико-экономических возможностей и тем самым преодолеть вариативность оценок состояния основных средств.

Кроме того, применение коэффициента преобразования преодолевает несогласованность по времени факторных показателей, входящих в структуру аналитических моделей фондоотдачи. Это обусловлено тем, что он относится к определенному периоду.

Идея введения в структуру модели фондоотдачи коэффициента преобразования позволяет преодолеть еще один недостаток существующей методики оценки эффективности основных средств. Он состоит в том, что модели показателя готовой продукции не отражают влияние на него физического износа основных средств. Это лишает руководителей предприятия возможности объективного прогноза денежных потоков, обеспеченных конкретными инвестициями, и определения критериев целесообразности дальнейшего использования основных средств.

Для корректного введения в модель готовой продукции показателей износа основных средств выделим частные и обобщающие коэффициенты преобразования. Частные коэффициенты характеризуют потерю качественных характеристик основных средств по одному экономическому показателю. Обобщающий коэффициент характеризует потерю качественных характеристик по всей совокупности экономических показателей.

ISSN 2500-2759

Одним из частных коэффициентов преобразования является коэффициент потери часовой производительности основных средств. Он характеризует относительное изменение номинальной часовой производительности в отчетном периоде в сравнении с ее величиной в предыдущем периоде. Математическое выражение коэффициента преобразования основных средств по производительности имеет вид

$$К_{ПО_i}^{преобр} = \frac{ПО_i^{час}}{ПО_{i-1}^{час}} - 1,$$

где $ПО_i^{час}$ — номинальная часовая производительность основных средств *i*-го периода, ед. продукции/машино-час; $ПО_{i-1}^{час}$ — номинальная часовая производительность основных средств предыдущего периода, ед. продукции/машино-час.

В связи с тем что номинальная производительность оборудования снижается каждый последующий период в связи с физическим износом основных средств, данный коэффициент преобразования всегда будет принимать отрицательные значения.

В зависимости от целей исследования при расчете представленного коэффициента в числителе может быть отражена проектная либо фактическая величина номинальной производительности, сложившаяся на определенный момент времени. Эти величины могут отличаться друг от друга в силу изменения условий эксплуатации основных средств. Такая ситуация характерна для производств, где меняются природно-климатические условия, характеристики предмета воздействия основных средств или технология.

В соответствии с введенными показателями технического акселератора частный коэффициент преобразования основных средств по производительности можно представить следующим выражением:

$$К_{ПО_i}^{преобр} = \prod_{j=1}^{n} (в_j c_j + 1) - 1,$$

где *n* — количество технических параметров, связанных с часовой производительностью основных средств.

В зависимости от характера связи производительности оборудования с его техническими параметрами коэффициент преобразования может быть величиной постоянной или переменной.

Наличие функциональной зависимости объема производства от часовой производительности оборудования позволяет ввести коэффициент преобразования основных средств по производительности в факторную модель объема производства.

В случае, когда $К_{ПО_i}^{преобр} = const$, при прочих равных условиях данная модель имеет вид $Q_i = Q_0^{номинал}\left[1 + (i - 0,5)К_{ПО_i}^{преобр}\right]$, ед. продукции, где $Q_0^{номинал}$ — объем выпуска продукции при номинальной часовой производительности основных средств в начальный момент их эксплуатации, ед. продукции.

Если коэффициент преобразования — величина переменная, объем производства можно представить в следующем виде:

$$Q_i = Q_0^{номинал}\left[1 + \sum_{t=1}^{i-1} К_{ПО_{i-t}}^{преобр} + 0,5К_{ПО_i}^{преобр}\right],$$

ед. продукции,

где *t* — количество периодов, предшествующих текущему *i*-му периоду.

В связи с тем что значение коэффициента преобразования по производительности меньше нуля, объем производства — величина, убывающая во времени, представленные модели наглядно демонстрируют отрицательное влияние физического износа на первостепенный показатель деятельности предприятия. Их расширение до факторов более высокого порядка посредством развертывания внутренней структуры коэффициента преобразования позволит дать количественную оценку влияния физического износа основных средств по отдельным техническим характеристикам на итоговые результаты операционной деятельности предприятия. Это, в свою очередь, повысит степень точности прогнозов динамики денежных потоков.

В свете предложенной модели объема производства показатель фондоотдачи принимает следующий вид:

$$ФО_i = \frac{Q_0^{номинал}\left[1 + (i - 0,5)К_{ПО_i}^{преобр}\right]P}{К_i^{преобр} ОС_{нач}},$$

где *P* — цена реализации готового продукта, р./ед. продукции.

Структура модели фондоотдачи раскрывает негативное влияние на нее физического износа основных средств. Это позволяет переосмыслить роль данного показателя в деле управления ресурсами предприятия. В представленном виде он дает возможность не только отследить динамику денежных притоков от операционной деятельности на фоне физического износа производственных ресурсов, но и сопоставить их с величиной амортизации,

ISSN 2500-2759

обеспечивающей процесс воспроизводства основных средств. Это, в свою очередь, является этапом определения критерия своевременности восстановительных инвестиций.

Математическая модель динамики технических параметров основных средств

По существу, критерием своевременности восстановительных инвестиций является нулевая прибыль от эксплуатации основных средств. Это следует из логики наших предыдущих рассуждений, согласно которой в процессе производства отдача основных средств в виде готовой продукции снижается. Отметим, что при этом затраты, связанные с их эксплуатацией, растут. Таким образом, прибыль, получаемая от использования конкретной единицы основных средств, стремится к нулю. До тех пор, пока она не примет отрицательное значение, предприятие имеет возможность покрывать реновационные затраты.

Момент, когда прибыль от использования основных средств принимает нулевое значение, назовем *моментом нулевой эффективности* основных средств, а период эксплуатации основных средств до этого момента — *периодом эффективного использования* основных средств.

В отличие от технического срока эксплуатации период эффективного использования основных средств учитывает не только параметры физического износа, но и экономические условия деятельности предприятия, как внутренние, так и внешние.

К внутренним условиям относятся уровень переменных затрат на единицу продукции и величина постоянных затрат, которые зависят от множества технологических, организационных, природно-климатических условий. К внешним условиям относятся темпы изменения уровня цен, вызванного изменением конъюнктуры как микрорынков товаров и ресурсов, так и макрорынков, включая финансовый. Также к внешним условиям относится денежно-кредитная политика государства, результат которой — процентная ставка и уровень цен.

Базовое уравнение, описывающее состояние нулевой эффективности, имеет вид

$$MP_i = FC_i, \text{ р.}, \quad (1)$$

где MP_i — маржинальная прибыль, полученная в течение i-го периода, р.; FC_i — постоянные затраты, понесенные предприятием в течение i-го периода, р.

Так как момент замены относится к конкретному виду, или единице, основных средств, все величины, отраженные в данном выражении, также должны быть связаны с этим видом, или единицей. Для того чтобы избежать перегрузки выражения символами, примем эту связь в качестве постулата.

Искомой величиной данного уравнения является i — порядковый номер периода эксплуатации основных средств после их ввода. Он показывает, по истечении скольких месяцев или лет доход, получаемый в результате эксплуатации основных средств, будет покрывать реновационные расходы без остатка. Это и будет момент нулевой эффективности основных средств.

Параллельно с моментом нулевой эффективности определяется период эффективной эксплуатации основных средств. Это количество временных отрезков (лет, месяцев) эксплуатации основных средств до момента нулевой эффективности.

Маржинальная прибыль представляет собой разницу между доходом от реализации готовой продукции и переменными затратами на производство данного вида продукции: $MP_i = ГП_i - VC_i$, р., где VC_i — сумма переменных затрат на производство продукции, р.

Последовательно раскроем элементы представленной модели.

Так, с учетом коэффициента преобразования и уровня цен показатель готовой продукции можно представить в следующем виде: $ГП_i = Q_0^{номинал}\left[1 + (i - 0{,}5)K_{ПО_i}^{преобр}\right] \times$ $\times P_0(1+\gamma)^i$, р., где P_0 — цена единицы готовой продукции в начальный момент времени эксплуатации основных средств, р./ед.; γ — относительный средний прирост цен.

Включение в модель показателя объема производства в натуральном выражении, уменьшающегося с учетом коэффициента преобразования, позволяет оценить потери дохода в связи с физическим износом основных средств.

Вместе с этим стоимость готовой продукции зависит от уровня цен. Величина $1 + \gamma$ представляет собой дефлятор, который в случае роста цен принимает значения больше единицы, в случае их снижения — меньше единицы. Таким образом, рост уровня цен может компенсировать потерю дохода в связи с сокращением производительности основных средств, а снижение цен, наоборот, эту потерю умножает.

Одновременно с величиной готовой продукции влиянию факторов износа и уровня цен подвержены переменные затраты. Модель этого показателя имеет аналогичную структуру:

ISSN 2500-2759

$VC_i = Q_0^{номинал}\left[1 + (i - 0{,}5)K_{ПО_i}^{преобр}\right]AVC_0(1+\gamma)^i$, р., где AVC_0 — переменные затраты на единицу продукции в начальный момент времени, р./ед.

Маржинальная прибыль представляется следующим выражением: $MP_i = Q_0^{номинал}\left[1 + (i - 0{,}5)K_{ПО_i}^{преобр}\right]MP_0^{уд}(1+\gamma)^i$, р., где AMP_0 — маржинальная прибыль, получаемая от реализации единицы готовой продукции, р./ед. продукции; $MP_0^{уд}$ — удельная маржинальная прибыль от реализации единицы продукции, р./ед. продукции.

Постоянные затраты от объема не зависят, но при этом при прочих равных условиях они растут под воздействием износа основных средств и инфляции. Величина постоянных затрат в этом случае имеет вид $FC_i = FC_0\left[1 + (i - 0{,}5)K_{FC}^{преобр}\right](1+\gamma)^i$, р., где $K_{FC}^{преобр}$ — коэффициент преобразования основных средств, характеризующий влияние физического износа на постоянные затраты, связанные с обслуживанием и ремонтом основных средств.

Кроме перечисленных факторов, высокая первоначальная стоимость и характер преобразования основных средств обусловливают необходимость учета величины процентной ставки при определении периода их эффективного использования.

В зависимости от источника первоначальных инвестиций возможны две модели влияния процентной ставки на период эффективного использования основных средств.

В первом случае, когда предприятие использует собственные средства для приобретения основных средств, задача формирования реновационных ресурсов заключается в получении дохода, достаточного для отчисления амортизации в фонд восстановления. Источником такого дохода является как операционная, так и финансовая деятельность, в результате которой предприятие получает процентный доход от размещения амортизационных отчислений на финансовом рынке. Момент нулевой эффективности будет соответствовать моменту наступления равенства дохода, оставшегося после покрытия реальных текущих затрат на производство продукции, величине амортизационных отчислений. В целях нашего исследования к реальным текущим затратам отнесем все затраты, кроме амортизации. Логика такого определения продиктована тем, что амортизация представляет собой распределенные во времени единовременные затраты, понесенные в прошлом, и не имеет реального содержания в текущем периоде.

В соответствии с этим уравнение (1) приобретает вид $MP_i - FC_i^{(-D_i)} + I_t^P = D_i$, где $FC_i^{(-D_i)}$ — постоянные затраты i-го периода за вычетом амортизации; I_t^P — сумма процентных начислений i-го периода, р.

Сумма процентов на амортизацию, начисленная в i-м периоде, равна

$$I_t^P = D_i \frac{r(r^{i-1} - 1)}{r - 1},$$

где r — процентная ставка.

С учетом всех факторов влияния уравнение (1) принимает вид

$$\frac{Q_0^{номинал}(1-(i - 0{,}5)K_{ПО_i}^{преобр})AMП_0 - FC_0^{(-D_i)}(1+ (i - 0{,}5)K_{FC}^{преобр})}{D_i\left(1 - \frac{r(r^{i-1} - 1)}{r - 1}\right)} =$$

$$= \frac{1}{(1+\gamma)^i}.$$

Или, в контексте предложенного понимания фондоотдачи, равенство можно представить выражением

$$ФО_0 \frac{(1-(i - 0{,}5)K_{ПО_i}^{преобр})}{\left(1 - \frac{r(r^{i-1} - 1)}{r - 1}\right)} AMП_0 -$$

$$- P_0 \frac{(1+(i - 0{,}5)K_{FC}^{преобр})}{\left(1 - \frac{r(r^{i-1} - 1)}{r - 1}\right)} = \frac{1}{(1+\gamma)^i},$$

где $ФО_0$ — начальная фондоотдача основных средств, выраженная в натуральных единицах продукции, ед. продукции/р.; P_0 — соотношение реальных текущих затрат и амортизации.

Множитель при показателе фондоотдачи характеризует соотношение темпов снижения отдачи основных средств с темпами роста процентных доходов от размещения амортизации. Чем меньше величина в знаменателе, тем большими темпами растут процентные доходы, компенсирующие потерю операционных доходов в связи с износом основных средств.

Множитель при P_0 характеризует изменение структуры постоянных затрат.

В целом чем медленнее снижается фондоотдача, тем длительнее период эффективного использования основных средств.

В случае недостатка собственных средств предприятие прибегает к займам. Как правило, это долгосрочные банковские кредиты. Исполнение кредитных обязательств обеспечивается операционной деятельностью. К моменту полной амортизации основных средств предприятие должно полностью погасить кредитные обязательства для обеспечения способности привлекать новые займы в реновационных целях.

ISSN 2500-2759

Состояние нулевой эффективности основных средств в этом случае сводится к равенству маржинальной прибыли, полученной в *i*-й период, за вычетом реальных постоянных затрат сумме амортизации и процентных платежей. Математически его можно представить следующим выражением: $MP_i - FC_i^{(-D_i)} + I_t^P = D_i + I_i^P$.

Величина расходов по процентам на заемные средства равна $I_t^P = OCr - (i-1)D_i r$, р.

В процессе преобразования выражения (1) получаем равенство

$$\frac{Q_0^{номинал}(1-(i-0,5)K_{ПО_i}^{преобр})AMП_0 - FC_0^{(-D_i)}(1+(i-0,5)K_{FC}^{преобр})}{D_i\left(1+\frac{r}{K_{интегр}^{преобр}}-(i-1)r\right)} =$$

$$= \frac{1}{(1+\gamma)^i}.$$

Или

$$ФО_0 \frac{(1-(i-0,5)K_{ПО_i}^{преобр})}{\left(1+\frac{r}{K_{интегр}^{преобр}}-(i-1)r\right)} AMП_0 -$$

$$- P_0 \frac{(1+(i-0,5)K_{FC}^{преобр})}{\left(1+\frac{r}{K_{интегр}^{преобр}}-(i-1)r\right)} = \frac{1}{(1+\gamma)^i}.$$

Находя значения левой части уравнения при различных *i*, сравниваем их с табличными значениями коэффициента дисконтирования. Значение *i*, при котором будет соблюдено равенство, указывает на момент нулевой эффективности основных средств, в который следует производить их замену. Дальнейшее использование основных средств будет иметь следствием убытки.

Для того чтобы не допустить убытки от дальнейшей эксплуатации основных средств, к этому моменту предприятие должно полностью сформировать амортизационный фонд для их реновации. То есть период преобразования и амортизации должен быть равен периоду эффективного использования основных средств. В противном случае в качестве источника восстановительных инвестиций придется привлекать либо нераспределенную прибыль, что сократит чистые инвестиции, либо заемные средства, что связано с рисками ухудшения финансового состояния предприятия. Кроме того, если период эффективного использования основных средств окажется короче периода кредитования, то предприятие рискует попасть в разряд неплатежеспособных заемщиков.

Таким образом, представление производства как процесса преобразования ресурсов в готовую продукцию позволило выявить факторы физического износа, их функциональную связь с амортизацией, состоянием и фондоотдачей основных средств. Все это в конечном итоге способствовало обоснованию критерия необходимости восстановительных инвестиций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипина Н.В. Влияние инвестиционной составляющей на экономические показатели малых и средних фирм / Н.В. Антипина. — DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(2).26 // Baikal Research Journal. — 2017. — Т. 8, № 2. — URL: http://brj-bguep.ru/reader/article.aspx?id=21482.

2. Черхарова Н.И. Оптимизационная модель налоговой нагрузки с внутренними переменными управления / Н.И. Черхарова, С.С. Ованесян // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. — 2013. — № 2 (46). — С. 203–209.

3. Сорокина Е.М. Анализ совместного влияния прямых и косвенных факторов на денежные потоки предприятия / Е.М. Сорокина // Экономический анализ: теория и практика. — 2003. — № 3 (6). — С. 29–35.

4. Тертышник М.И. Проблемы определения и оценки производственных мощностей и производственного потенциала предприятия / М.И. Тертышник // Финансовая экономика. — 2018. — № 6. — С. 769–772.

5. Шуплецов А.Ф. Экономико-математическая модель совершенствования внутрифирменного планирования в промышленной компании / А.Ф. Шуплецов, П.В. Харитонова // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). — 2013. — № 6. — URL: http://brj-bguep.ru/ reader/article.aspx?id=18659.

6. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития / Й.А. Шумпетер. — Москва : Прогресс, 1982. — 455 с.

7. Доугерти К. Введение в эконометрику / К. Доугерти. — Москва : Инфра-М, 1999. — 402 с.

8. Огородникова Т.В. Технический акселератор и интегральная оценка технико-экономического состояния основных средств: математическая модель / Т.В. Огородникова, А.А. Соломеин, В.Е. Орлов. — DOI: 10.17150/2411-6262. 2019.10(4).11 // Baikal Research Journal. — 2019. — Т. 10, № 4. — URL: http://brj-bguep.ru/reader/article.aspx?id=23397.

REFERENCES

1. Antipina N.V. Influence of investment constituent on economic indicators of small and medium-sized firms. *Baikal Research Journal*, 2017, vol. 8, no. 2. DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(2).26. Available at: http://brj-bguep.ru/reader/article.aspx?id=21482. (In Russian).

ISSN 2500-2759

2. Cherkharova N.I., Ovanesyan S.S. Optimization Model of Tax Load with Internal Variables of Management. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo = Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2013, no. 2 (46), pp. 203–209. (In Russian).

3. Sorokina E.M. Analysis of Combined Influence of Direct and Indirect Factors on the Cash Flow of the Enterprise. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2003, no. 3 (6), pp. 29–35. (In Russian).

4. Tertyshnik M.I. Issues of Defining and Assessing Production Assets and Production Capacity of an Enterprise. *Finansovaya ekonomika = Financial Economy*, 2018, no. 6, pp. 769–772. (In Russian).

5. Shupletsov A.F., Kharitonova P.V. Economic and Mathematical Model of Improving Internal Planning at Industrial Company. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii (Baikalskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i prava) = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2013, no. 6. Available at: http://brj-bguep.ru/ reader/article.aspx?id=18659. (In Russian).

6. Schumpeter J.A. *Theory der Wirtschaftlichen Entwicklung*. Leipzig, Dunker & Humblot, 1912. (Russ. ed.: Schumpeter J.A. *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya*. Moscow, Progress Publ., 1982. 455 p.).

7. Dougherty C. *Introduction to Econometrics.* New York, Oxford, Oxford University press, 1990. 399 p. (Russ. ed.: Dougherty C. *Vvedenie v ekonometriku*. Moscow, Infra-M Publ., 1999. 402 p.).

8. Ogorodnikova T.V., Solomein A.A., Orlov V.E. Technical Accelerator and Integrated Assessment of Technical and Economic State of Fixed Assets: a Mathematical Model. *Baikal Research Journal*, 2019, vol. 10, no. 4. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).11. Available at: http://brj-bguep.ru/reader/article.aspx?id=23397. (In Russian).

Информация об авторах

Огородникова Татьяна Владимировна — доктор экономических наук, доцент, директор Института народного хозяйства, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: OgorodnikovaTV@bgu.ru.

Соломеин Алексей Александрович — кандидат экономических наук, доцент, кафедра социологии и психологии, заместитель директора Института народного хозяйства, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: SolomeinAA@bgu.ru.

Орлов Владимир Евгеньевич — магистрант, Высшая школа экономики, управления и права Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация, e-mail: Orlovve@inbox.ru.

Шипунова Ирина Георгиевна — кандидат экономических наук, доцент, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: Shigg@mail.ru.

Authors

Tatyana V. Ogorodnikova — D.Sc. in Economics, Associate Professor, Director of the National Economy Institute, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: OgorodnikovaTV@bgu.ru.

Aleksei A. Solomein — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Department of Sociology and Psychology, Deputy Director of the National Economy Institute, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: SolomeinAA@bgu.ru.

Vladimir E. Orlov — Undergraduate Student, Higher School of Economics, Management and Law of M.V. Lomonosov Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, the Russian Federation, e-mail: Orlovve@inbox.ru.

Irina G. Shipunova — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Saint Petersburg, the Russian Federation, e-mail: Shigg@mail.ru.

Для цитирования

Технико-экономическая оценка состояния основных средств и критерий обоснованности восстановительных инвестиций / Т.В. Огородникова, А.А. Соломеин, В.Е. Орлов, И.Г. Шипунова. — DOI: 10.17150/2500-2759.2020.30(1).89-99 // Известия Байкальского государственного университета. — 2020. — Т. 30, № 1. — С. 89–99.

For Citation

Ogorodnikova T.V., Solomein A.A., Orlov V.E., Shipunova I.G. Technical and Economic Assessment of the Condition of Fixed Assets and the Criterion of the Validity of Recovery Investments. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2020, vol. 30, no. 1, pp. 89–99. DOI: 10.17150/2500-2759.2020.30(1).89-99. (In Russian).

ISSN 2500-2759