

**Раздел 5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ**

УДК 338.31

**ИНДЕКСЫ, КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ***Мороз Максим Игоревич (meg8639@mail.ru)**ФГАОУ ВПО «Балтийский Федеральный Университет им. И.Канта»*

В статье анализируются современные методики оценки пропорций физического и морального износа с помощью индексов амортизации основных фондов. Теоретически обосновывается связь амортизации и затрат на ремонтное обслуживание основных фондов. Созданы и модифицированы методологические механизмы оценки износа основных фондов.

*Ключевые слова:* индекс, ремонт, моральный и физический износ, производительность.

Методики расщепления специфики оптимальных норм морального и физического износа в значении потоков дохода от оборудования в неоднородных отраслях широко применяются зарубежными авторами. Исследование Hulten, Wykoff [9, с.81] показывает что, чем меньший возраст объекта амортизации, тем больший поток прибыли приносит основной фонд предприятия, так как морально устаревший производственный актив имеет меньше производительности, чем новое орудие производства. Орудия труда характеризуются экономической амортизацией, исследованной Hulten, Wykoff и Fraumeni [9, с.94], а так же реальной, налоговой амортизацией и нулевой амортизацией по Машкову [5, с.25]. Последовательность трансформаций форм амортизации отражена на рисунке 1, в каждой из которых происходит изменение орудия труда под влиянием факторов различной классификации, коррелирующих между собой по отражению амортизации в различных плоскостях в зависимости от влияния износа на объект амортизации.

Реальную амортизацию следует использовать в случае совершенной конкуренции по Cobb-Douglas, так как основные фонды с более высокой амортизацией (технологические отрасли) должны амортизироваться быстрее, чем сокращается реальная ценность основных фондов. Стоимость запасов основных средств должна учитывать тенденцию к ускорению амортизации для отражения реальной ценности основных фондов всего технологического парка предприятия. В США службой по Национальным доходам [10, с.43] и оценки продуктов (NIPA) устанавливается цепной индекс QCOMP в качестве индикатива амортизации в технологических отраслях для годового горизонта планирования амортизации. В Великобритании другие национальные статистические агентства (ONS) для пятилетнего периода определяют индекс других машин и оборудования QOMEXC. При существовании рассмотренных запасов будет возникать постоянная прибыль, сокращающая конкурентные преимущества предприятия, так как запасы для орудий труда должны быть полностью самортизированными из-за того что продукция в отрасли вызовет переориентацию на новый тип орудий труда, ко-

торый сможет обеспечивать производство продукции, пользующееся максимальным спросом потребителя. Различие между неконкурентной прибылью и прибылью, которую предприятие могло получить в больших размерах от использования запасов, модернизируемых агрегатов и инновационных орудий труда, представляет собой величину упущенной прибыли, которую предприятие не сможет получить без оптимизации сроков использования орудия труда. Величину упущенной прибыли возможно прогнозировать на основе индексов, группирующих параметры морального износа. Параметры индексов основаны на данных, сформированных в соответствии со стандартом ГОСТ, поэтому процесс сбора информации, необходимой для оперативного мониторинга износа не является трудоёмким из-за репрезентативных сведений о предельном состоянии орудия труда [2] и риске [1]. С целью установления оптимальных пропорций износа между нулевой амортизацией и «прибылью», извлекаемой полностью самортизированным орудием труда, необходимо определить случайность технического износа оборудования. Случайность физического износа ресурса связана с различием сроков службы оборудования, имеющего определённые технические свойства физического износа в силу технических свойств ресурса (долговечность, гибкость по отношению к внешнему физическому воздействию). Определить случайность износа возможно за счёт оценки стандартного отклонения в отрасли, которая определяет вероятность того что объект амортизации по своим техническим качествам будет обеспечивать приток дохода за счёт собственной производительности до того как оно перенесёт свою стоимость на себестоимость продукции. Данное состояние орудия производства характеризуется точкой оптимума использования орудия труда, где активная амортизация осуществляется до достижения данной точки. Согласно закону нормального распределения по статистике для рассматриваемого периода использования орудия труда оборудование продолжает приносить прибыль предприятию, не исчерпав технические способности при нулевой амортизации. Коэффициент морального износа должен основываться на предположении, что детали оборуду-

дования можно использовать в качестве замены на другие орудия труда, или что орудия труда выступают донорами для оборудования с более длительным сроком полезного использования, не являющимися полностью амортизированными на рассматриваемый момент. Следовательно, требуется увязка ремонтного обслуживания и величины амортизации основных фондов для учёта существования запасных деталей от других типов оборудования на предприятии одного производителя или соответствующей группы основных фондов, которые могут быть использованы на ремонт текущего

оборудования. Если стоимость ремонтного обслуживания превышает стоимость нового орудия труда, тогда возникает неустранимый износ, который связан с избыточными издержками. В случае же межремонтных работ (рисунок 2), износ является частичным и с целью корректной оценки морального износа орудий труда с учётом ремонтного обслуживания необходимо принять вероятность негативного влияния от каждого межремонтного цикла на оборудование в сравнении с заменой на альтернативное орудие труда.

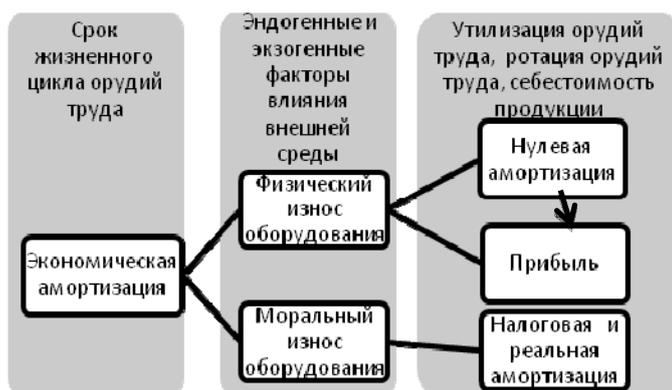


Рисунок 1. Взаимосвязь типов амортизации в различных плоскостях

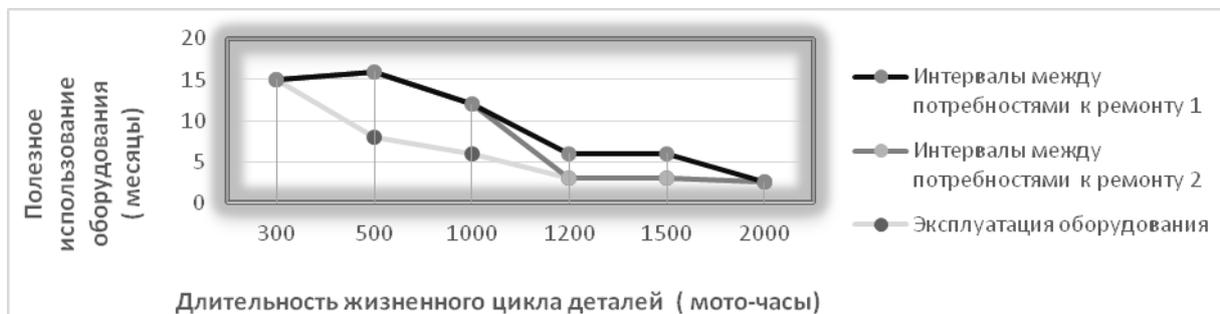


Рисунок 2. Изменение параметров эксплуатации оборудования и интервалов между ремонтами на всех этапах жизненного цикла комплектующих оборудования

Исследование рисунка 2 позволяет сделать вывод, при первоначальных ремонтных работах, интервалы между требованиями к ремонту в рамках жизненного цикла деталей осуществляются при разной производительности орудий труда, которая значительно уменьшается в последующие ремонтные периоды. Особенностью ремонтного обслуживания является тот факт, что периоды между требованиями к ремонту деталей сокращаются, так как выносливость орудий труда уменьшается после ремонтного обслуживания, а потребность в ремонтном обслуживании увеличивается с каждым осуществлённым ремонтом техники и оборудования. Черноиванов И.В.[8, с. 216] предложил инновационный способ расчёта текущей стоимости основных фондов, учитывая ремонт и признак морального износа 2-го вида - гарантийность,

изменяющую стоимость эксплуатационных расходов и морального износа 1-го вида – налоговую нагрузку, изменяющую стоимость первоначальных капитальных вложений [7, с.34]:

$$OF = [Cm + M \cdot Ц_e] \cdot \frac{100 + H_{ндс}}{100} + I_p \quad (1)$$

где  $Cm$  - остаточная стоимость основных фондов;

$M$  – рыночная конъюнктура;

$Ц_e$  – цена, восстановления орудий труда, в зависимости от гарантийности ресурса;

$H_{ндс}$  - влияние налога на добавленную стоимость на стоимость основных фондов;

$I_p$  - издержки на ремонт оборудования.

Экспериментальное подтверждение функциональности представленной формулы представляется затруднительным, ввиду сложности

прогнозирования отдельных компонентов формулы, к которым относится коэффициент рыночной конъюнктуры и сложности определения межремонтных величин для каждого типа орудия труда. Стоимость основных фондов основывается на определённом порядке выполнения ремонтных работ, использующих ресурс восстановления основных фондов, за счёт гарантийного обслуживания, который должен учитываться в моральном износе 2-го вида. На предприятии могут находиться одновременно несколько типов оборудования одной группы, в которой могут быть взаимозаменяемые детали, однако с разным коэффициентом полезности для текущего оборудования, учитывая срок полезного использования для оборудования и целесообразности его ремонта. В зависимости от комплектности орудия труда, его техническом состоянии, перечня деталей, подлежащих замене, осуществляется капитальный ремонт, либо предоставляется новое оборудование, если стоимость капитального ремонта рода больше стоимости нового орудия труда. Индикативом гарантийного межремонтного ресурса является поправочный коэффициент, выраженный в процентном соотношении к балансовой стоимости орудия труда, который позволяет

определять решение о целесообразности замены на новое оборудование на основе верхнего предела амортизации. В настоящий момент отсутствует методика, где оценка износа не учитывает пределы верхней и нижней цены за ремонт, которые определяются с учётом поправочных коэффициентов, поэтому вероятность наступления замены той либо иной детали не проходит проверку экспериментальным образом, так как ремонт оборудования является случайным нециклическим процессом, как определено в формулах выше. Соответственно определение матрицы оценки износа, отражающую репрезентативную точность, после проверки экспериментальным способом, позволит выявить точную оценку амортизационных норм соответствующих рассмотренному виду орудий труда. Для корректной оценки износа потребуется информация не только о заменяемых узлах и деталях орудия труда, но и о динамической характеристике технологического уклада отрасли. Переход от простого к расширенному производству (рисунок 3) связан со сменой технологического уклада в обществе в соответствии с 3-мя подходами ([3, с.31],[7, с.15],[6, с.19]).

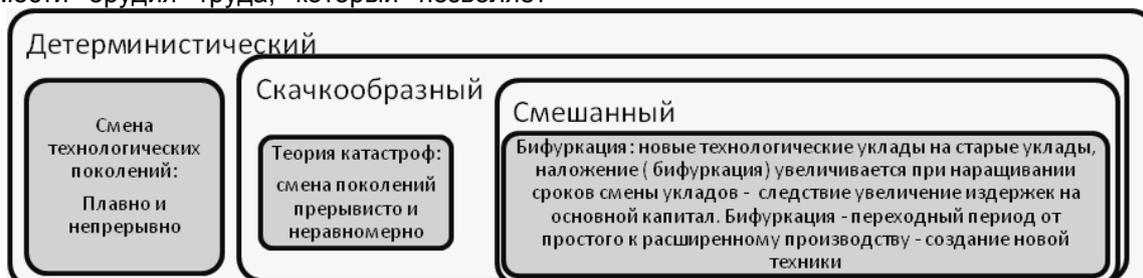


Рисунок 3. Взаимодействие технологического уклада и расширенного производства

Учитывая смену технологических поколений, следует применять различные цепи Марковица, потому что матрицы, созданные по цепям Марковица, позволяют оценить случайность темпов смены технологических укладов:

- Регулярная (случайный или волновой процесс)
- Детерминистический и скачкообразный технологический уклад)
- Нерегулярная (циклический процесс - бифуркация)

Оценка морального износа продукции связана с производительностью оборудования предприятий, базирующейся на сменности деталей, скорости замены деталей оборудования, конкурентных преимуществ различных типов основных фондов. Но существует производительности основных фондов, которые создают необходимость ремонтного обслуживания основных фондов искусственно, учитывая политику производителя основных фондов в экспансии направлений бизнеса. Исследование автора подтверждает что, производители автомашин в период с 1975 по 1995 гг., стремились сокра-

тить величину эксплуатационных издержек морального износа 2-го вида, ввиду сильной конкуренции в отрасли, но с 1995 по 2013 гг. например, производители некоторых автомобилей учитывали при конструировании автомобиля, что выпущенное их фирмой автотранспортное средство должно иметь определённый процент потребности в будущем ремонтном обслуживании. Потребность в ремонтном обслуживании для производителя обусловлена прибылью, которое основной фонд генерирует производителям в процессе эксплуатации без учёта первоначальных капитальных инвестиций в покупку автомобиля. За последнее десятилетие в индустрии сервисного обслуживания автомобилей отражает высокие темпы роста прибыли, формируя новый технологический уклад в автомобилестроительной отрасли. Поэтому требуется детерминация матрицы по отношению к эксплуатационным и капитальным затратам в среднем у различных производителей, которые позволяют статистическим органам в

оперативном режиме оценивать уровень 1 и 2 – го вида морального износа в отрасли.

Причинами морального износа являются замена старых видов оборудования на более продуктивные с точки зрения затрат на их обслуживание и использование сырья в процессе производства, научно- технического прогресса

$$\Phi_{\text{ценностный}} = C_{\text{зам,н}} * C_{\text{б/у}}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{зам,н}}$  – стоимость основного фонда, которая регулируется с учётом инфляционных изменений в стране (дефлятор \* премия за суверенный риск);

$$C_{\text{б/у}} = \frac{\text{Годовая стоимость до истечения оставшегося срока службы основного фонда}}{\text{Общая стоимость до истечения оставшегося срока службы основного фонда}}, \quad (3)$$

В настоящий момент ежегодная рыночная переоценка оборудования не позволяет изменить норму амортизации, достаточную для оценки морального износа основных фондов в оперативном режиме, так как рынок орудий труда, характеризуется большой волатильностью в предпочтениях потребителей. Оценку спроса потребителей на выпущенное изделие некорректно осуществлять на основе стандартного отклонения в отрасли за последние 30 лет для каждого типа оборудования. Невозможен расчёт ожидаемой дисперсии, как разброса средних вокруг ожидаемого значения замены оборудования на более прогрессивное орудие труда, так как появляются новые типы оборудования, не учтённые в регрессии, поэтому научно-технический прогресс воздействует на предпочтения потребителей непредсказуемым образом.

В результате сформировалась обоснованная методика расчёта амортизационных отчислений, основанная на математическом аппарате, позволяющем поддерживать техническую составляющую производства на уровне, гарантирующем соответствие выпуска изделий научно-техническому прогрессу в отрасли. Автор предлагает сгенерировать нормы амортизации для разных групп основных фондов по малой теореме Ферма, как частному случаю теоремы Эйлера, сгруппировать различные комбинации активов в отрасли с целью создания цепной матрицы по Марковицу, отклонение от которой позволит определить срок полезного использования орудия труда. Учитывая различную структуру переменных влияющих на моральный и физический износ оборудования разных отраслей, для каждого фактора в цепочке комбинации будут устанавливаться собственные индикаторы, которые зависят от пропорций влияния капитальных или эксплуатационных затрат

и конкуренции, которые формируют стимулы к замене данного оборудования. Поэтому английский экономист Lane [9, с.94] предлагает оценить стоимость замещения основных фондов по ценностному фактору  $\Phi_{\text{ценностный}}$ , базирующемуся на ценах вторичного сырья.

на рассматриваемую группу основных фондов в отрасли. С целью формирования матрицы, учитывающей различные комбинации оборудования на производстве и замен деталей, необходимо дифференцировать ключевые переменные определения нормы амортизации - предельного продукта, сырья для производства готовой продукции, рабочей силы используемой на данном оборудовании, возможности заменить детали, узлы, агрегаты орудия производства на запасные детали, имеющиеся в запасах технологического парка от другого оборудования, входящего в одну группу или относящегося к одинаковому производителю. С целью определения средневзвешенных сроков полезного использования орудий труда, взвешенные по предельному продукту нового орудия труда, необходимо сравнить производственную функцию морально устаревшего орудия труда и орудия труда, с инновационными технико-экономическими характеристиками.

$$Pr = g(\Pi, Tp, Cp), \quad (4)$$

где  $\Pi$ ,  $Tp$ ,  $Cp$  - являются показателями производительности, трудовых ресурсов, сроков полезного использования орудия труда и взаимозаменяемости деталей в ремонт.

С целью учета сменности деталей, следует ввести дополнительную переменную для отражения эластичности к ремонту  $P$  (учитывающая замену, смену узлов и агрегатов оборудования), тогда производственная функция примет вид:

$$Pr = g(\Pi, Tp, Cp, P), \quad (5)$$

Отношение между индивидуальными активами будут определяться через натуральные логарифмы значений переменных, где  $\Delta$  - отражает признак прироста.

$$Pr = \sum_{i=1}^j \left[ \left( \frac{\partial \ln Pr}{\partial \ln \Pi} \right) \right] * \Pi + \sum_{i=1}^j \left[ \left( \frac{\partial \ln Pr}{\partial \ln Tp} \right) \right] * Tp + \sum_{i=1}^j \left[ \left( \frac{\partial \ln Pr}{\partial \ln Cp} \right) \right] + \sum_{i=1}^j \left[ \left( \frac{\partial \ln Pr}{\partial \ln P} \right) \right] \quad (6)$$

Прирост производственной функции отражается как  $Pr = \frac{\partial \ln Pr}{\partial Cp}$  при верхнем пределе  $j$ .

Прирост производственной функции выражает моральный износ 2-го вида и учитывает стоимость необходимых инвестиций в восстановление основных фондов предприятий. Производственная функция различных основных фондов вида  $i$  позволяет устанавливать взаимозаменяемость деталей в ремонте, выраженную натуральным логарифмом  $Pr$ ,  $P$ , а так же натуральным логарифмом  $Pe$  – как показателем производительности труда, на основе которого возможно получить итоговую формулу требуемых инвестиций в основные фонды  $Инв$ :

$$Инв = \left[ \frac{\ln Pr}{\ln Pe_i} \cdot \frac{\ln Pr}{\ln P} \right] \cdot P_i$$

$$Инв = [((\ln Pr / (\ln Pe_i))) / ((\ln Pr / \ln P))] \cdot P_i, (7)$$

Сумма инвестиций по модифицированной формуле полезности предельного продукта позволяет определить величину морального износа 2 вида для морально устаревших основных фондов для сравнения с производственной функцией новых основных фондов, основанной на отношении доли каждого типа основных фондов к индикативу, определяемого статистическим органом в отрасли на основе установленной взаимосвязанности производственных функции новых и морально устаревших орудий труда. Тогда на основе производственной функции имеющейся комбинации оборудования на предприятии можно выяснить долю эластичности существующей комбинации основных фондов к сумме максимальной прибыли, которую может принести предприятию объем предельных продуктов, которые могут быть произведены данным предприятием в текущей отрасли, при текущей группировке основных фондов. Преимуществами разделения производственной и ценностной функции заключается в том, что определяются различия в удельном весе производимой предприятием готовой продукции и ценностью данной продукции для потребителя. Выявленное различие позволит определить репрезентативные показатели эластичности спроса на оборудование в индустрии, сравнения конкурентных преимуществ в отрасли, макроэкономического окружения.

Оценка износа морально устаревшего орудия труда позволит выбрать оптимальный срок полезного использования орудия труда до периода, когда возникнет экономическая целесообразность в замене устаревшего орудия труда на более совершенное. Потребность в замещении орудий труда возникает из-за влияния эндогенных и экзогенных факторов, воздейст-

вующих на стоимость орудия труда. Определение оптимальной величины амортизации для морально устаревшего орудия труда изменит срок оптимального использования орудия труда, в течение которого предприятие будет получать прибыль, формирующую конкурентные преимущества на международном рынке из-за соблюдения требуемого уровня качества готовой продукции. Различия в требованиях к размеру затрат и наработки морально устаревшего оборудования от альтернативного орудия труда, предприятие сможет нивелировать с помощью предложенного автором механизма оценки величины амортизации, которая позволит продвигать на рынок продукты по конкурентоспособным ценам.

### Литература

1. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ГОСТ Р 54122-2010, Безопасность машин и оборудования, ГОСТ ЕН 1070-2003, статья 3.10 (комбинация вероятностей и степени тяжести возможных травм или нанесения другого вреда здоровью в опасной ситуации) – Стандарт информ, Москва-2012
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ГОСТ Р 54122-2010, Безопасность машин и оборудования, ГОСТ Р 53480-2009, статья 46 (состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима и нецелесообразна по причинам опасности экономическим или экологическим) – Стандарт информ, Москва-2012
3. Васильцова В.М., Воспроизводство основного капитала в условиях перехода к рынку: Автореф. докт. экон. наук. - СПб., 1996. - 35с.
4. Круглов С.И., Моральное старение техники: Автореф. Дисс. ...докт. экон. наук. - Ивановский гос.университет, 1997. - 32с.
5. Машков С.В., Нулевая амортизация и её экономическое следствие. - АПК – экономика, управление: ежемесячный теоретический и научно- практический журнал. – 2007. -№4. –С. 63-66
6. Северный А.Э., Булганин Д.С. и др. Организация вторичного рынка сельскохозяйственной техники (состояние опыт, перспективы). М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. 42 с
7. Селезнев А.Ф., Учет цикличности воспроизводства в инвестиционной стратегии // Экономист. - 1998. - № 2. - С. 24 - 32.
8. Черноиванов В.И., Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – 4-49 М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
9. Hulten C.R. and Wykoff F.C., The Measurement of economic depreciation, In Deprecia-

tion, Inflation and the Taxation of Income from Capital. Charles R. Hulten (ed). Washington, DC: The Urban Institute Press. Pp. 81-125

10. Whelan K, Computers, obsolescence, and productivity, Washington, D.C.: Board of Governors of the Federal Reserve, 2000

УДК 658.14/17(075.8)

## МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ КАПИТАЛА

Пятницкий Дмитрий Витольдович (vtddm@mail.ru)

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет»

Модели анализа рентабельности капитала предлагается подразделять на структурные и мультипликативные. Для их соответствия друг другу даны рекомендации по порядку следования факторов в моделях. Доказывается, что структурные модели проще, практичнее и информативнее мультипликативных.

**Ключевые слова:** прибыль, рентабельность собственного капитала, рентабельность активов, факторы первого и второго порядка, количественный фактор, качественный фактор.

В оценке стоимости компаний все большую роль играют подход, базирующийся на экономической добавленной стоимости (экономической прибыли), под которой понимается разность чистой операционной прибыли (NOPLAT) и издержек (реальных и вмененных), связанных с привлеченным капиталом [1]. Величина NOPLAT определяется рентабельностью инвестированного капитала. В связи с этим повышается значение точного измерения, анализа и прогнозирования рентабельности капитала в оценке бизнеса и в управлении стоимостью компании [3]. Кроме того, проанализированные ниже модели могут быть использованы в комплексном экономическом анализе с целью разработки инвестиционных стратегий и для обоснования управленческих решений в финансовой сфере.

Мультипликативные модели анализа рентабельности совокупного капитала, а также рентабельности активов и инвестированного капитала являются в той или иной степени модификациями формулы Дюпона, где основными двумя факторами являются рентабельность про-

дукции и коэффициент оборачиваемости капитала. Другие (вспомогательные) факторы отражают соотношение различных показателей прибыли и видов используемого капитала. В структурных моделях рентабельность совокупного капитала (рентабельность активов, рентабельность инвестированного капитала) зависит от рентабельности реальных и финансовых активов и структуры привлеченного капитала (совокупного и инвестированного).

Г.В.Савицкая [2] предлагает использовать для анализа рентабельности совокупного капитала (*ВЕР*) две модели с разным набором факторов. Факторы первой модели (мультипликативной): соотношение между брутто-прибылью (*ЕВИТ*) и операционной прибылью (*П<sub>РП</sub>*), рентабельность операционного капитала (*РОК*), удельный вес операционного капитала (*ОК*) в совокупном капитале (*KL*). Рентабельность операционного капитала зависит от факторов второго порядка - коэффициента оборачиваемости операционного капитала (*К<sub>ОБ</sub>*) и рентабельности оборота (*ROB*):

$$ВЕР = \frac{ЕВИТ}{KL} = \frac{ЧП + \% + T}{KL} \quad (1)$$

$$ВЕР = \frac{ЕВИТ}{KL} = \frac{ЕВИТ}{П_{РП}} \cdot \frac{BP}{OK} \cdot \frac{П_{РП}}{BP} \cdot \frac{OK}{KL} = W_{\Pi} \cdot K_{ОБ} \cdot R_{ОБ} \cdot УД_{ОК} \quad (2)$$

$$ROK = \frac{П_{РП}}{OK} = \frac{BP}{OK} \cdot \frac{П_{РП}}{BP} = K_{ОБ} \cdot R_{ОБ} \quad (3)$$

$$ВЕР = W_{\Pi} \cdot ROK \cdot УД_{ОК} \quad (4)$$

где *ВЕР* – рентабельность совокупного капитала;

*ЕВИТ* – прибыль до уплаты процентов и налогов (брутто-прибыль);

*KL* – среднегодовая сумма совокупного капитала;

*ЧП* – чистая прибыль;

*T* – налог на прибыль;

*OK* – среднегодовая сумма операционного капитала;

*%* – проценты к платежу;

*П<sub>РП</sub>* – прибыль от реализации продукции;

*BP* – выручка от реализации продукции;

*W<sub>Π</sub>* – соотношение между брутто-прибылью и операционной прибылью (прибылью от реализации продукции);