

Оптимальная инновационная политика предприятия

Ю. Н. ИВАНОВ, Е. С. ПАЧИНА

Аннотация. Дается краткий обзор локальных оценок эффективности инвестиций: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, дисконтированный срок окупаемости, внутренняя норма доходности. Рассматривается реконструкция однопродуктового предприятия, вводится новая локальная оценка эффективности производственных новшеств для такого типа предприятий.

Ключевые слова: *инвестиции, интервал планирования, однопродуктовое предприятие, прибыль, оценка эффективности инвестиций.*

Введение

Авторы в 1980-е годы уже занимались проблемой оценки производственных новшеств. Это делалось в рамках подготовки «Комплексной программы научно-технического прогресса, 1986–2005 гг.». В то время экономика СССР была централизованной, цены назначались Государственным комитетом по ценам и министерствами и не являлись точным отражением полезности товаров, услуг, работ, поэтому рассчитанные по этим ценам локальные оценки новшеств не являлись, строго говоря, действительными. Авторы предложили базировать оценки народно-хозяйственной эффективности новшеств на модели народного хозяйства. С января 1992 года предприятиям было предоставлено право самим определять цену на свою продукцию, и с этих пор цены считаются отражающими полезность товаров, услуг, работ, и рассчитанные по ним оценки новшеств действительными. В настоящей работе рассматривается подробно [6] однопродуктовое предприятие, и для этого случая выводятся формулы локальной оценки эффективности производственных новшеств.

Четыре канонических локальных оценки

Со сменой централизованной экономики на рыночную появились рыночные цены. Индикаторы полезности спустились с макроуровня и стали доступными для их использования в локальных оценках производственных новшеств. Термин «локальный» должен пониматься как возможность оценки предприятием одного или нескольких связанных между

собой новшеств вне связи со всей массой экономики. Подчеркнем: это возможно при рыночных ценах.

Наиболее полное изложение теории таких оценок дано в учебном пособии [1], кроме того в [2, 3, 5, 7]. Из перечисленных источников три — учебники и один — методические рекомендации, так что локальные методы оценки можно считать достаточно разработанными.

В этом обзоре рассматривается самый простой вариант инвестиционного проекта: I^0 — объем капитальных средств, потребных для реализации проекта; в момент $t=0$ эти средства одномоментно вводятся, и в результате предприятие увеличивает свою прибыль на $\Delta\Pi^t$ денежных единиц за период; T — срок жизни проекта — в момент T учитывается последняя дополнительная прибыль $\Delta\Pi^T$. Еще один важный параметр — норма дисконта β ; величина $\frac{1}{(1+\beta)^t}$ называется коэффициентом дисконти-

рования; дополнительные денежные средства $\Delta\Pi^t$, образуемые в момент t , умножаются на коэффициент дисконтирования и этим приводятся к моменту $t=0$. Если объем $\frac{\Delta\Pi^t}{(1+\beta)^t}$ в момент $t=0$ поло-

жить на депозитный счет со ставкой β , то по формуле сложных процентов в момент t на этом счете будет величина $\Delta\Pi^t$. Компаундирование, то есть приведение к последнему моменту интервала рассмотрения $t=T$, здесь может оказаться неприемлемым, если будут сравниваться проекты с разными сроками жизни.

Следующие четыре локальных критерия используются для оценки эффективности инвестиционных проектов (их первоначальные английские названия переведены так же, как в [1, 2]):

- чистый дисконтированный доход (ЧДД) — N ;
- индекс доходности (ИД) — P ;
- дисконтированный срок окупаемости (ДСО) — T_{00} ;
- внутренняя норма доходности (ВНД) — $\bar{\beta}$.

Далее следуют формулы четырех критериев.

Формулы для четверки локальных оценок начинаются с выражения ЧДД. Чистый дисконтированный доход есть разность между суммой дисконтированных дополнительных прибылей $\Delta\Pi^t$ и вложениями I^t :

$$N = -I^0 + \sum_{t=1}^T \frac{\Delta\Pi^t - I^t}{(1+\beta)^t},$$

при $\Delta\Pi^1 = \dots = \Delta\Pi^T = \Delta\Pi$ и $I^1 = \dots = I^T = 0$ получается:

$$\begin{aligned} N &= -I^0 + \Delta\Pi \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+\beta)^t} = \\ &= -I^0 + \Delta\Pi \frac{1-(1+\beta)^{-T}}{\beta}. \end{aligned} \tag{1}$$

Первая формула представляет ЧДД в общем виде — с переменными дополнительными прибылями $\Delta\Pi^t$ и переменными дополнительными вложениями I^t . Во второй формуле все прибыли остаются одинаковыми $\Delta\Pi^1 = \dots = \Delta\Pi^T = \Delta\Pi$ и дополнительных вложений после I^0 нет: $I^1 = \dots = I^T = 0$. Последнее выражение в (1) получается после применения известной формулы аннуитета. Отметим, что I^0 есть чистые затраты — разность между вложениями на реконструкцию и выручкой от продажи старого ненужного оборудования.

Из последней формулы (1) следует, что максимальное значение суммы и, соответственно, N получается при $\beta = 0$, когда все прибыли входят в сумму с коэффициентами дисконтирования, равными 1; при этом сумма равняется T :

$$N \leq -I^0 + \Delta\Pi \cdot T. \tag{2}$$

Определим отношение $I^0/\Delta\Pi$ как собственный срок окупаемости (в отличие от дисконтированного срока окупаемости — см. ниже):

$$T_0 = I^0/\Delta\Pi; \tag{3}$$

величина T_0 есть длительность, в течение которой сумма накопленных (но не дисконтированных) прибылей $\Delta\Pi$ равняется начальному вложению I^0 .

Теперь условие неотрицательности ЧДД N записывается так:

$$0 \leq \frac{N}{I^0} \leq -1 + \frac{T}{T_0} \rightarrow T > T_0. \tag{4}$$

Срок жизни проекта T должен быть больше собственного срока окупаемости T_0 — это значит, что сумма прибылей (недисконтированных), равная вложению в проект, накапливается за срок T_0 , а остаток $T - T_0$ идет в чистый доход.

Второй критерий эффективности проекта — индекс доходности (ИД) P есть отношение суммы дисконтированных дополнительных прибылей к начальным вложениям:

$$1 \leq P = \frac{\Delta\Pi}{I^0} \cdot \frac{1-(1+\beta)^{-T}}{\beta} \leq \frac{T}{T_0} \rightarrow T > T_0. \tag{5}$$

Сначала в (5) выписано определение индекса доходности и слева указана граница ($P \geq 1$), ниже которой проект не может считаться приемлемым; затем отношение $I^0/\Delta\Pi$ заменено на T_0 — собственный срок окупаемости; полученное выражение имеет правый предел, который вычисляется так же, как и в случае ЧДД (см. (4)). Здесь появляется то же отношение между собственным сроком окупаемости T_0 и сроком жизни проекта. ИД связан с ЧДД следующим соотношением:

$$P = \frac{N}{T_0} + 1, \tag{6}$$

откуда следует, что $P \geq 1$, если $N \geq 0$.

Дисконтированный срок окупаемости T_{00} определяется равенством начального вложения I^0 и суммы дисконтированных прибылей:

$$\begin{aligned} I^0 &= \Delta\Pi \frac{1-(1+\beta)^{-T_{00}}}{\beta} \rightarrow T_{00} = \frac{1-(1+\beta)^{-T_{00}}}{\beta} = \\ &= \sum_{t=1}^{T_{00}} \frac{1}{(1+\beta)^t} \rightarrow T_{00} = -\frac{\ln(1-T_0\beta)}{\ln(1+\beta)}. \end{aligned} \tag{7}$$

Первая запись в (7) — определение дисконтированного срока окупаемости — равенство I^0 и суммы дисконтированных прибылей. Затем замена отношения I^0 к $\Delta\Pi$ на T_0 — собственный срок оку-

паемости (см. (3)); далее возвращение записи правой части равенства в виде суммы (см. (1)), и, наконец, выражение для T_{00} .

Дисконтированный срок окупаемости T_{00} больше, чем собственный T_0 . Время T_{00} является верхним пределом суммы, и вопрос в том, каково должно быть число членов суммы при заданном значении β . Если $\beta = 0$, то все слагаемые равны единице, и верхний предел равен T_0 ; если $\beta > 0$, то каждое слагаемое меньше единицы, и верхний предел в сумме (7) больше, поэтому:

$$T_{00} \geq T_0. \quad (8)$$

Последняя запись в (7) есть явное выражение T_{00} через T_0 и β . Чтобы величина T_{00} была действительной, должно быть:

$$\beta < \frac{1}{T_0}. \quad (9)$$

При приближении β к этому пределу дисконтированный срок T_{00} неограниченно возрастает. Четвертый критерий оценки — внутренняя норма доходности (ВНД) $\bar{\beta}$, при которой ЧДД обращается в ноль:

$$\begin{aligned} N &= -I_0 + \Delta\Pi \frac{1 - (1 + \bar{\beta})^{-T}}{\bar{\beta}} = \\ &= 0 \rightarrow T_0 = \frac{1 - (1 + \bar{\beta})^{-T}}{\bar{\beta}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Снова отношение $I_0/\Delta\Pi$ заменяется на T_0 , и для вычисления $\bar{\beta}$ надо решать трансцендентное уравнение (10), в котором два параметра T_0 и T . Отношение между T_0 и T должно быть таким, какое зафиксировано в (4); в противном случае ЧДД имеет знак минус при любом значении β . Действительно, величина аннуитета $\left[1 - (1 + \beta)^{-T}\right]/\beta$ является монотонно убывающей функцией β , принимающей максимальное значение T при $\beta = 0$, и, следовательно, имеющей одну точку пересечения при $N = 0$.

Подведем итоги. Представлены четыре критерия для оценки эффективности инвестиционных проектов. Для самого простого случая ($I^0 > 0, I^1 = \dots = I^T = 0; \Delta\Pi^1 = \dots = \Delta\Pi^T = \Delta\Pi$) они записываются так:

$$\text{ЧДД} = N = -I^0 + \Delta\Pi \frac{1 - (1 + \beta)^{-T}}{\beta}; \quad N > 0,$$

при $T > T_0$;

$$\text{ИД} = P = \frac{\Delta\Pi}{I^0} \cdot \frac{1 - (1 + \beta)^{-T}}{\beta}; \quad P \geq 1,$$

при $T > T_0$;

$$\text{ДСО} = T_{00} : T_{00} = -\frac{\ln(1 - T_0\beta)}{\ln(1 + \beta)}; \quad \beta < 1/T_0;$$

$$\text{ВНД} = \bar{\beta} : \frac{1}{T_0} \frac{1 - (1 + \bar{\beta})^{-T}}{\bar{\beta}} = 1; \quad \bar{\beta} > 0,$$

при $T > T_0$,

где $T_0 = I^0/\Delta\Pi$.

Справа от критериальных формул выписаны ограничения на параметры T и β , приводящие к приемлемым результатам.

Работа с инвестиционным проектом начинается с получения двух характеристик: инвестиций в проект I^0 (затраты) и дополнительных прибылей $\Delta\Pi$ (результаты). Еще надо выбрать норму дисконта β , и работа по вычислению критериального показателя может быть проделана.

Еще раз отметим признаки приемлемости проекта:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} = N \geq 0, \quad \text{ИД} = P \geq 1, \\ \text{ДСО} = T_{00} \leq T, \quad \text{ВНД} = \bar{\beta} \geq \beta. \end{aligned} \quad (12)$$

При выбранной β чистый дисконтированный доход ЧДД должен быть неотрицательным, а индекс доходности ИД не меньше единицы. Впрочем, если $\text{ЧДД} \geq 0$, то $\text{ИД} \geq 1$ и наоборот: если $\text{ИД} \geq 1$, то $\text{ЧДД} \geq 0$ — см. (6). Дисконтированный срок окупаемости ДСО не должен превышать срок жизни проекта T . Внутренняя норма доходности $\bar{\beta}$ должна быть не меньше выбранной нормы дисконта β . Что касается нормы дисконта β , то чаще всего в этой роли видят вкладную ставку надежного банка.

Четверка критериев (11) вычисляется для каждого инвестиционного проекта. Повторим: проект приемлем, если выполняются только что приведенные неравенства (12). Однако важным применением этих критериев является выбор наилучшего из двух или нескольких проектов.

В учебнике [7] специальным разделом выделены потенциальные трудности в применении методики.

Примеры даны для неравномерных дополнительных прибылей, для неравных начальных вложений в проекты и для различных сроков жизни проектов. Самое главное, что по одним критериям один проект превосходит другой, а по другим наоборот.

Лицо, принимающее решение, оказывается в непростой ситуации.

1. Примеры нововведений

Рассматривается новая техника, новые технологии и новые продукты. Введению новшеств сопутствуют изменения удельных характеристик: материалоемкости, трудоемкости, капиталоемкости мощности, капиталоемкости оборота; изменяться может также производственная мощность. Здесь мы следуем в основном типологии нововведений, которая сложилась в 1980 годы при разработке «Комплексной программы научно-технического прогресса, 1986–2005 гг.».

Механизация производства

Механизация производства — это внедрение механизмов и машин для замены тяжелого ручного труда машинным. Механизацию земляных работ обеспечивают землеройные машины, экскаваторы, скреперы, бульдозеры, автогрейдеры, гидромониторы, землесосы, землечерпалки, автосвалы, ленточные конвейеры, электровозы. Для механизации горных и строительных подземных работ служат проходческие машины, буровзрывное оборудование, конвейерный и железнодорожный транспорт, шахтные подземные машины, комбайны, автокраны. Механизация широко применяется также в погрузочно-разгрузочных, дорожно-строительных, бетонных, лесозаготовительных работах, в железнодорожном строительстве и в других отраслях народного хозяйства. Средства механизации разнообразны, их применение направлено на уменьшение трудоемкости производства. Для хозяина предприятия механизация выгодна, но работники теряют рабочие места и средства для существования.

Автоматизация производства

Автоматизация — этап машинного производства, характеризующийся выполнением всех основных и вспомогательных операций машинами и передачей функций управления производственными процессами от человека к техническим устройствам. Наиболее распространены следующие направления автоматизации машинного производства: автоматизированный механический цех для серийной обработки деталей; автоматические линии и системы автоматических линий массового производства; гибкая

производственная система мелкосерийного и серийного производства; роботизированные комплексы. Все автоматизированные системы включают автоматический транспорт, автоматические накопители, а также управляющие вычислительные комплексы. По сравнению с неавтоматизированным производством эти системы обеспечивают многократное увеличение производительности труда, сокращение станочного оборудования и высвобождение производственных площадей. Иными словами, сокращение трудоемкости и увеличение производственной мощности. Опять, как и при механизации, выгода достается хозяевам предприятия, а ущерб — рабочему классу.

Замена одного вида сырья на другой вид

При замене исключаются из материальных затрат затраты на покупку старого вида сырья и включается расход на новый: капиталоемкость мощности может измениться, если новое оборудование будет стоить больше или меньше старого. Затраты на реконструкцию включают стоимость нового оборудования и его монтаж минус стоимость старого, если его удастся продать. Пример: замена мазута на газ в котельной. Еще один пример: замена пластмасс на наполненные пластмассы (норпласты — см. ниже) в производстве дренажных труб, тары, литевых изделий. Третий пример: нетканые текстильные материалы вместо традиционных тканей; нетканые материалы обладают большей прочностью и жесткостью.

Замена оборудования

Актуальный пример нововведения этого типа — замена традиционных ламп накаливания на энергосберегающие светильники. В этом случае уменьшается расход электроэнергии на освещение. Капиталоемкость мощности увеличивается за счет большей стоимости новых светильников. Затраты на реконструкцию равны стоимости новых светильников за вычетом старых, если на них найдутся покупатели.

Увеличение выхода годного продукта

Если в России будут внедрены высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур вместе с технологиями их возделывания, то произойдет зеленая революция, которую многие страны проходили полвека назад. Для этого нужен высокоурожайный посадочный материал, а также техническое и технологическое обеспечение производства новых сортов — это затраты на нововведение; результаты — на тех же площадях повышенный урожай культур. В пересчете на один центнер производимого продукта получается экономия сырьевых и трудовых затрат во столько раз, во сколько увеличится урожайность.

Новые материалы

Полезное действие новых продуктов сказывается и у производителей, и, в особенности, у потребителей. Норпласты заменяют традиционные пластмассы: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид. Они производятся на основе пластмасс; наполнителями служат измельченный мел, тuff, кальцит, каолин, тальк, слюда и другое минеральное сырье. Центральным преимуществом норпластов перед пластмассами — меньший на 20–40 % удельный расход дефицитного нефтяного сырья за счет введения недефицитных минеральных наполнителей. Норпласты лучше традиционных пластмасс по жесткости, твердости, теплостойкости и ряду других конструктивных характеристик, благодаря чему удельные расходы новых материалов в изделиях потребляющих отраслей могут быть снижены на 10–25 %. Второй пример: нетканые текстильные материалы. При своем производстве они требуют в 5–10 раз меньше затрат труда по сравнению с классическими материалами. В производстве нетканых материалов выделяют следующие технологии: 1) применение жидких и вспененных связующих при склеивании; 2) использование связующих на основе термосенсибилизированных самосшивающихся поликрилатов и дисперсий каучуков; 3) применение непрерывного термопрессования волокнистых холстов, содержащих термопластичные волокна; 4) использование непрерывного термопрессования холстов, обработанных растворителями волокон. Нетканые материалы обладают повышенными прочностными свойствами, они меньше истираются и имеют повышенную прочность.

Организационно-технические мероприятия

Здесь включаются различные мероприятия, направленные на преобразование производственного аппарата.

2. Параметры однопродуктового предприятия до и после реконструкции

Всего в канонической задаче [6] фигурируют пять параметров: стартовое значение капитала Φ^0 , рентабельность производственных фондов ρ , банковская депозитная ставка β , продолжительность интервала планирования T , отношение рыночной стоимости акций в конце планового периода к их номинальной стоимости χ .

Два последних параметра устанавливает менеджер предприятия. Продолжительность T определяет плановый горизонт; параметр T характеризует с одной стороны «дальновидность» и с другой —

«реалистичность» менеджера. Величина χ выбирается из диапазона неопределенности такой, чтобы потери в критериальном показателе были наименьшими в наихудшем случае. Ставка β задается банком. Остаются два параметра: начальный капитал и рентабельность; именно эти два параметра относятся к предприятию и к реконструкции, проводимой на нем.

Начальный капитал и рентабельность должны быть представлены в проекте реконструкции в два момента времени: в начале интервала планирования — Φ^0 и ρ^0 и в конце участка реконструкции — Φ^1 и ρ^1 ; эти же значения являются начальными для последующего (после реконструкции) участка. Далее следуют формулы из первой главы [6]; формулы относятся к однопродуктовому производству.

Формула начального капитала

Под капиталом Φ , как и в [6], понимается сумма стоимостей основных Φ_{oc} и оборотных фондов $\Phi_{об}$. Стоимость основных фондов определяется через мощность производства V и капиталоемкость мощности b_{oc} :

$$\Phi_{oc} = b_{oc}V, \quad (13)$$

b_{oc} — капиталоемкость мощности — стоимость единицы мощности. На участке, где мощность растет, пропорционально растет и стоимость основных фондов.

Потребный объем оборотных средств рассчитывается по той временной дистанции — задержке, которая разделяет момент затраты денежных средств на покупку предмета и момент получения выручки от продажи выходного продукта, произведенного из этого предмета. Если предмет вида i' реализуется в составе готового продукта спустя срок τ_i от его покупки, то потребный объем денежных средств, обеспечивающих эту задержку, рассчитывают следующим образом.

Выпуск продукта обозначается через v (напомним, что рассматривается однопродуктовое производство), исчисляемый в единицах производимого продукта за единицу времени. Поток потребных предметов i' находится через удельные сырьевые затраты $a_i \rightarrow a_i v$; это тоже поток, исчисляемый в единицах предмета i' за единицу времени. Тот же поток, но исчисляемый в стоимостных единицах, определяется через цену предмета $c_i \rightarrow c_i a_i v$; это рубли в единицу времени. Наконец, потребный объем оборотных средств равняется стоимостному потоку, умноженному на продолжительность задержки

$\tau_i \rightarrow c_i a_i v \tau_i$; это величина измеряется в рублях. Обратные средства на все виды сырья, материалов, топлива, электроэнергии, запасных частей и других предметов производства определяется суммой:

$$\sum_{i'} c_i a_i v \tau_i. \tag{14}$$

Закупленные в начале цикла предметы i' проходят следующие этапы на пути превращения в реализованные готовые продукты:

- они хранятся на складе входной продукции на протяжении срока τ_i^1 , индивидуального для каждого вида i' ;
- они участвуют в технологическом процессе в течение срока τ_i^2 , тоже индивидуального для каждого вида i' ; в конце этого срока предметы i' вместе с другими видами предметов производства преобразуются в готовый продукт;
- готовый продукт, включающий в себя i' , хранится на складе готовой продукции на протяжении τ^3 ; нижний индекс здесь не пишется, так как все предметы, составляющие готовый продукт, хранятся одно и то же время;
- готовый продукт и предмет i' в его составе доставляется от предприятия к потребителю; срок доставки τ^4 ;
- денежные средства покупателя переводятся банковской системой на расчетный счет предприятия; продолжительность перевода τ^5 .

Сумма задержек на всех этапах составляет $\tau_{i'}$:

$$\tau_i^1 + \tau_i^2 + \tau^3 + \tau^4 + \tau^5 = \tau_{i'}. \tag{15}$$

В записи (15) молчаливо предполагается, что взамен ушедшей в производство единицы входного продукта немедленно поступает новая; однако закупки происходят партиями — фурами, рефрижераторами, вагонами и т. д. Разумеется, закупать по одной единице затратно, но не затратно регулярно откладывать денежные средства в размере стоимости ушедших единиц, и при накоплении стоимости партии делать закупку этой партии.

Еще один элемент оборотных средств — финансовые платежи по зарплате. Необходимый объем рассчитывается следующим образом. Пусть z_r зарплата работника специальности r за один период (месяц), τ_r — число периодов (в месяцах) от выдачи зарплаты до получения выручки за готовый продукт; тогда искомый объем равняется:

$$\sum_r z_r l_r v \tau_r, \tag{16}$$

где l_r — трудоемкость специалистов r — число работников специальности r , обеспечивающих выпуск единичного потока производимой продукции; $l_r v$ — число работников специальности r ; $z_r l_r v \tau_r$ — сумма денежных средств, которую надо иметь предприятию, чтобы оплачивать труд работников специальности r , если материализация их труда в виде оплаты выпуска готовой продукции происходит спустя τ_r от получения зарплаты.

Сумма составляющих (14), (16) образует потребные оборотные средства предприятия:

$$\begin{aligned} \Phi_{об} &= \sum_{i'} c_i a_i v \tau_i + \sum_r z_r l_r v \tau_r = \\ &= \left(\sum_{i'} c_i a_i \tau_i + \sum_r z_r l_r \tau_r \right) v = b_{об} v, \end{aligned} \tag{17}$$

$$\text{где } b_{об} = \left(\sum_{i'} c_i a_i \tau_i + \sum_r z_r l_r \tau_r \right);$$

множитель $b_{об}$ назван капиталоемкостью оборота — сколько рублей обеспечивает оборот единичного потока готовой продукции.

Сумма стоимостей основных и оборотных фондов равняется капиталу:

$$\Phi = \Phi_{ос} + \Phi_{об} = (b_{ос} + b_{об}) V. \tag{18}$$

Во второй записи учитывается тот факт, что в однопродуктовом производстве оптимальным является полное использование мощности: $v = V$ и $\Phi_{об} = b_{об} V$.

По формулам от (13) до (18) определяются капитал в начальный момент Φ^0 и капитал в момент реконструкции Φ^1 ; то же значение Φ^1 открывает оптимальный инвестиционный и дивидендный процесс, непосредственно следующий за реконструкцией. Для расчетов необходимо располагать значениями параметров реконструируемого и реконструированного производства: $b_{ос}^0, c_{i'}^0, a_{i'}^0, \tau_{i'}^0, z_r^0, \tau_r^0$ и $b_{об}^1, c_{i'}^1, a_{i'}^1, \tau_{i'}^1, z_r^1, \tau_r^1$; отношения между параметрами с верхним индексом «0» и «1» могут быть: =, >, <; но не должно быть, чтобы все параметры «1» были больше соответствующих параметров «0».

Суммарные затраты на реконструкцию I близки к значению разности $\Phi^1 - \Phi^0$ и превосходят последнюю на стоимость демонтажа старого оборудования, эта стоимость не входит в Φ^1 .

Формула рентабельности

Рентабельность однопродуктового производства, которое только и рассматривается здесь, есть отношение прибыли к сумме основных и оборотных

средств. Рентабельность однопродуктового производства не зависит от выпусков продукции и от производственной мощности; она определяется ценами, удельными технологическими характеристиками (материалоемкостями, трудоемкостями, капиталоемкостями) и налоговыми ставками. Формула для рентабельности выглядит так [6]:

$$\rho = \frac{n(c-s)}{b_{oc} + b_{oo}}, \quad (19)$$

где n — дефлятор прибыли (зависит только от налоговых ставок), c — цена производимого продукта, b_{oc} и b_{oo} — ранее введенные капиталоемкости, s — себестоимость (после налогов) производства единицы продукта:

$$s = \sum_i c_i a_i + v \sum_r z_r l_r, \quad (20)$$

Все обозначения в (19), (20) уже фигурировали в (14) и (16); исключение составляют параметры v и n (см. (19)), зависящие только от налоговых ставок:

$$\begin{aligned} n &= 1 - n_{oc} - n_{np} + n_{oc} n_{np}; \\ v &= \frac{1 + n_{cn} + n_{np} - n_{oc} n_{cn}}{1 - n_{oc} - n_{np} + n_{oc} n_{np}}; \end{aligned} \quad (21)$$

n_{oc} — ставка налога на добавленную стоимость, n_{np} — ставка налога на прибыль, n_{cn} — ставка взносов в социальные внебюджетные фонды.

По формулам (19)–(21) определяются ρ^0 — рентабельность реконструируемого предприятия и ρ^1 — рентабельность реконструированного предприятия; в однопродуктовом производстве должно быть $\rho^1 > \rho^0$.

3. Участки интервала планирования

Интервал планирования T при реконструкции непосредственно за счет собственной прибыли содержит четыре участка:

- ξ — участок аккумуляции средств;
- ζ — участок реконструкции;
- τ — участок накопления капитала;
- η — участок потребления.

Два последних участка присутствуют в канонической задаче (см. глава 2 из [6]). Два первых являются новыми по сравнению с канонической задачей. Связь между продолжительностями ξ , ζ , τ , η и T очевидна:

$$\xi + \zeta + \tau + \eta = T. \quad (22)$$

Рассматривается порядок следования: аккумуляция — реконструкция — накопление — потребление; иные порядки не рассматриваются.

Аккумуляция

Аккумуляция — тоже накопление. Чтобы не путать накопление средств для реконструкции, ξ , с накоплением капитала, τ , в первом случае используется термин аккумуляция.

На участке аккумуляции средств предприятие не меняется, и стоимость фондов остается равной своему стартовому значению: $\Phi^t = \Phi^0$, $1 \leq t \leq \xi$; то же самое с рентабельностью: $\rho^t = \rho^0$, $1 \leq t \leq \xi$; прибыль на каждом шаге этого участка равняется: $\Pi^t = \rho^0 \Phi^0 = \text{const}$. Если прибыль собирается на расчетном счете предприятия (т. е. без процентного наращения), то чистая продолжительность аккумуляции ξ составляет:

$$\xi = \frac{I}{\rho^0 \Phi^0}, \quad (23)$$

где I — требуемая для реконструкции сумма средств (аккумуляция прибылей на депозитном счете также сейчас будет рассмотрена).

В принятой здесь дискретной схеме (см. [6]) считается, что вырабатываемая на шаге прибыль делается доступной для ее использования только в конце шага. Прибыль накапливается в течение первого шага и в объеме $\rho^0 \Phi^0$ направляется на расчетный счет; в конце второго шага такая же прибыль направляется на тот же расчетный счет; ...; в конце шага номер ξ^i (i — от integer — целый) еще одно такое же поступление. Подчеркнем, что ξ — чистая продолжительность аккумуляции, а ξ^i — номер шага, на котором аккумуляция заканчивается. По значению ξ номер шага ξ^i (целое число) определяется так: следует число ξ округлить до ближайшего старшего целого числа:

$$\xi^i = [\xi] + 1. \quad (24)$$

Квадратными скобками в (24) обозначается операция выделения целой части числа ξ ; к этой целой части добавляется единица — так получается номер шага ξ^i — ближайшее к ξ старшее целое число.

В конце шага ξ^i на расчетном счете аккумулируется сумма $\rho^0 \Phi^0 \xi^i$. Часть из нее I направляется

на реконструкцию, а остаток на инвестиции U^ξ или на дивиденды D^ξ :

$$\begin{aligned} U^\xi &= \rho^0 \Phi^0 \xi^i - I = \rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi) \text{ или} \\ D^\xi &= \rho^0 \Phi^0 \xi^i - I = \rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi). \end{aligned} \quad (25)$$

Предпочтительность варианта инвестиций U^ξ или варианта дивидендов D^ξ будет обсуждаться позже. Вопрос о показателях предприятия непосредственно перед и сразу после реконструкции будет рассмотрен в следующем разделе, а сейчас обратимся ко второму варианту аккумулирования прибыли — на депозитном счете.

Подчеркнем еще раз, что формулы (23)–(25) относятся к варианту расчетного счета. Если предприятие станет использовать депозитный счет со ставкой β , то за ξ^i шагов (по формуле аннуитета) на этом счете накопится и нарастится сумма:

$$\rho^0 \Phi^0 \frac{(1 + \beta)^{\xi^i} - 1}{\beta}. \quad (26)$$

Далее следует действовать по схеме (23)–(25): эту сумму приравнять цене реконструкции I , найти «чистую» продолжительность аккумуляции ξ , и затем определить по (24) ближайший старший целый номер ξ^i и установить объем остатка, направляемого на инвестиции U^ξ или дивиденды D^ξ :

$$\begin{aligned} U^\xi &= \rho^0 \Phi^0 \frac{(1 + \beta)^{\xi^i} - 1}{\beta} - I \text{ или} \\ D^\xi &= \rho^0 \Phi^0 \frac{(1 + \beta)^{\xi^i} - 1}{\beta} - I. \end{aligned} \quad (27)$$

Продолжительность ξ во втором случае меньше, чем в первом. Однако в последующем ради простоты будет использоваться вариант (23)–(25).

Итак, на участке аккумуляции определяются значения: ξ , ξ^i , U^ξ или D^ξ при заданном I .

Реконструкция

На втором участке производство реконструируется. Здесь возможны такие варианты.

Самый худший (в смысле самый затратный) вариант — производство останавливается на ζ периодов, прибыль при этом становится нулевой: $\Pi^{\xi^i+1} = \dots = \Pi^{\xi+\zeta} = 0$. Например, автоматизация действующего производства с установкой автоматической линии. Прежнее оборудование частично заменяется, частично дополняется.

Самый лучший вариант — мгновенная реконструкция: $\zeta = 0$. Например, введение средств механизации: бульдозера, экскаватора и др.

Есть и промежуточный вариант: производство продолжается в полном объеме, прибыль в ходе реконструкции сохраняется, чтобы быть направленной на инвестиции. Возможны также и промежуточные варианты с неполной прибылью. Далее будут исследоваться первые два.

Перед реконструкцией капитал равняется Φ^0 и рентабельность ρ^0 . После реконструкции предприятие имеет рентабельность ρ^1 и капитал $\Phi^{\xi+\zeta}$ (с учетом формул (25)):

$$\rho^1 > \rho^0;$$

$$\begin{aligned} \Phi^{\xi+\zeta} &= \Phi^0 + I + U^\xi = \Phi^0 + I + \\ &+ (\rho^0 \Phi^0 \xi^i - I) = \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i) \end{aligned} \quad (28)$$

— для варианта U^ξ ;

$$\Phi^{\xi+\zeta} = \Phi^0 + I = \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi)$$

— для варианта D^ξ .

Запись (28) определяет капитал после реконструкции: в варианте U^ξ к Φ^0 добавляется цена реконструкции I плюс остаток средств после реконструкции U^ξ ; сумма двух последних слагаемых равняется сумме всех прибылей участка аккумуляции. В варианте D^ξ к стартовому значению Φ^0 добавляется только I .

Напомним, что в данной работе рассматривается однопродуктовое предприятие, в котором все технологические, а также ценовые и налоговые характеристики «упакованы» в один показатель — рентабельность; реконструкция полезна тогда, когда имеет следствием рост этого показателя.

Накопление и потребление

Третий и четвертый участок нашего интервала планирования занимают «накопление» и «потребление». Эти два режима подробно описаны во второй главе [6]; глава называется «Оптимальная инвестиционная и дивидендная политика предприятия». Здесь будут изложены необходимые сведения из [6] и затем будут даны коррекции в связи с инновациями.

Еще раз перечислим параметры, фигурирующие в первоначальном «накоплении и потреблении»: Φ^0 — стартовый капитал; ρ — рентабельность производства; β — депозитная ставка; χ — отношение рыночной стоимости предприятия в конце интервала планирования к номинальной стоимости;

T — продолжительность интервала планирования. В случае [6] весь интервал планирования отдается только на «накопление и потребление».

Оптимальные «накопление и потребление» характеризуются следующими свойствами: на каждом шаге процесса прибыль направляется либо на накопление, либо на потребление. Участок, на котором инвестиции положительные, а дивиденды нулевые, называется участком накопления; участок с положительными дивидендами и нулевыми инвестициями — участком потребления. Участок накопления всегда предшествует участку потребления, если параметры рассматриваемого случая принадлежат «рабочей области»: в пространстве параметров (ρ, β, χ, T) выделяется так называемая «рабочая область», которая только и рассматривается в нашем дальнейшем анализе. На плоскости ρ, χ с параметрами β, T рабочая область описывается следующими неравенствами:

$$0 \leq \chi \leq 1; \chi \geq (1 + \beta)^T - \rho \frac{(1 + \beta)^T - 1}{\beta}. \quad (29)$$

Это полубесконечная полоса, ограниченная снизу осью абсцисс, сверху — горизонтальной прямой, проходящей на уровне $\chi = 1$ и слева — наклонной прямой (29).

О верхней горизонтальной прямой $\chi = 1$: в момент составления плана, $t = 0$, значение будущего отношения рыночной стоимости предприятия к его номинальной стоимости, χ , точно неизвестно. Можно надеяться, что известны верхняя и нижняя границы $\chi_{\min} \leq \chi \leq \chi_{\max}$, определенные по историческим данным. Следуя принципу «наилучший план в наихудшем случае», выбираем нижнюю, т. е. наихудшую, границу $\chi = \chi_{\min}$ и рассчитываем оптимальную динамику. Тогда при любых χ из диапазона $\chi_{\min} \leq \chi \leq \chi_{\max}$ критериальный показатель будет не хуже, чем при $\chi = \chi_{\min}$. Верхняя граница не участвует в расчетах, нужно только значение χ_{\min} . Каково должно быть значение χ_{\min} ? Если $\chi_{\min} > 1$, то это означает, что в самом худшем случае рынок переоценивает наше предприятие, в [6] такой прогноз назван «неоправданно оптимистичным». Значение $\chi_{\min} \leq 1$ установлено как предельно возможное, и $\chi_{\min} = 1$ считается верхней границей рабочей области. В каждом конкретном случае значение χ_{\min} свое, не превосходящее единицы.

На графике это было бы так: слева от наклонной прямой (29) располагается область, в которой предпочтение отдается банку с депозитной ставкой β ,

а не акционерному обществу, как в рабочей области (см. [6]).

Критериальный показатель задачи есть сумма рыночной стоимости предприятия в последний момент планового периода и накопленных и наращенных дивидендов. При оптимальном расположении участков — сначала накопление и затем потребление — это суммарное богатство K имеет вид

$$K = \Phi^0 (1 + \rho)^\tau \left(\chi + \rho \frac{(1 + \beta)^\eta - 1}{\beta} \right), \quad (30)$$

где τ — продолжительность накопления, η — продолжительность потребления, $\tau + \eta = T$.

Оптимальное распределение продолжительности T между накоплением и потреблением определяется следующим образом:

$$(1 + \beta)^{\eta^*} = 1 + \frac{1 - \chi}{\frac{\rho}{\beta} - 1}. \quad (31)$$

Сначала находится промежуточная величина η^* . В пределах рабочей области величина η^* положительная. Следующий шаг — вычисление оптимальных целочисленных продолжительностей $\eta^{opt,i}$ и $\tau^{opt,i}$:

$$\eta^{opt,i} = [\eta^*] + 1 \text{ при } \eta^{opt,i} < T; \tau^{opt,i} = T - \eta^{opt,i}; \quad (32)$$

порядок именно такой: сначала определяется $\eta^{opt,i}$, а затем $\tau^{opt,i}$ как остаток от продолжительности T .

Когда значение ρ уменьшается, приближаясь к значению β , то по (31)–(32) $\eta^{opt,i}$ неограниченно увеличивается; по ходу этого увеличения величина $\eta^{opt,i}$ достигает T и превосходит его:

$$\begin{aligned} \eta^* \geq T &\rightarrow (1 + \beta)^{\eta^*} \geq (1 + \beta)^T; \\ 1 + \frac{1 - \chi}{\frac{\rho}{\beta} - 1} &\geq (1 + \beta)^T \rightarrow \\ &\rightarrow \chi \leq (1 + \beta)^T - \rho \frac{(1 + \beta)^T - 1}{\beta}. \end{aligned} \quad (33)$$

Последняя запись повторяет уравнение раздельной прямой из (29). Справа от нее располагается рабочая область, слева-снизу область, в которой преимущество отдается банку со ставкой β , и в которой богатство K выражается формулой сложных процентов:

$$K = \Phi^0 (1 + \beta)^T. \quad (34)$$

Формулы (30)–(33) определяют K_{\max} в варианте без реконструкции. При реконструкции аналогичные соотношения выглядят так:

$$K_{\max}^{\rho} = \Phi^{\xi+\zeta} (1+\rho^1)^{T-\xi-\zeta-\eta^{opt,i}} \times \left[\chi + \rho^1 \frac{(1+\beta)^{\eta^{opt,i}} - 1}{\beta} \right]; \quad (35)$$

$$(1+\beta)^{\eta^*} = 1 + \frac{1-\chi}{\frac{\rho^1}{\beta} - 1}; \quad \eta^{opt,i} = [\eta^*] + 1$$

при $[\eta^*] + 1 < T - \xi - \zeta$.

В варианте «с реконструкцией» вместо ρ фигурирует ρ^1 и продолжительность T сокращается на срок аккумуляции и реконструкции — ξ и ζ .

4. Продолжительность догоняющего движения

В сущности этот показатель близок к сроку окупаемости. Напомним, первые ξ периодов прибыль не направляется ни на инвестиции, ни на дивиденды, а аккумулируется для реконструкции; затем следуют ζ периодов реконструкции, за которыми этапы накопления τ и потребления η с показателем рентабельности ρ^1 , превосходящем ρ^0 . Так — на реконструируемом движении (уточним, что еще распределяются остатки средств, о которых прямо сейчас будет идти речь). Кроме того, рассматривается базовое движение с рентабельностью ρ^0 , которое нужно для сравнения. Если остановить оба движения на периоде $t = \xi + \zeta$ в конце процесса реконструкции, то критериальный показатель K_{\max} (29) базового движения будет очевидно выше, чем у реконструируемого. При достаточно больших T реконструируемое движение догонит базовое, потому что $\rho^1 > \rho^0$. При $T = T^*$ критериальные показатели $K_{\max}^{\rho^0}$ и $K_{\max}^{\rho^1}$ сравниваются; время T^* названо «продолжительностью догоняющего режима». Чем меньше T^* , тем успешнее реконструкция. Если продолжительность планового периода T меньше T^* , т. е. реконструируемое движение не успевает догнать базовое на заданном промежутке T , то такая реконструкция неприемлема. Показатель T^* предлагается принять за критерий реконструкции.

Остаток средств $\rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi)$

В конце шага $t = \xi^i$ аккумулированные средства направляются на реконструкцию — I , а остаток — на развитие капитала U^{ξ} или на дивиденды D^{ξ} . Значения U^{ξ} и D^{ξ} приведены в (25); продолжительность этапов «накопление — потребление» теперь составляет $T - \xi^i$; продолжительность реконструкции считается нулевой $\zeta = 0$; критериальные показатели K_{\max}^U и K_{\max}^D равняются:

— вариант U^{ξ} :

$$K_{\max}^U = \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i) (1 + \rho^1)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} \times \left[\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} - 1}{\beta} \right];$$

— вариант D^{ξ} : (36)

$$K_{\max}^U = \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi) (1 + \rho^1)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} \times \left[\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} - 1}{\beta} \right] + \rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi) (1 + \beta)^{T - \xi^i}.$$

Формулы (36) различаются первыми множителями $\Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i)$ и $\Phi^0 (1 + \rho^0 \xi)$, а также тем, что в случае D^{ξ} во второй записи присутствуют наращенные дивиденды $\rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi) (1 + \beta)^{T - \xi^i}$. Вопрос, что выгоднее, вариант U^{ξ} или D^{ξ} , решается сравнением двух критериев K_{\max}^U и K_{\max}^D . Однако прежде преобразуем выражения (36), воспользовавшись второй формулой из (35):

$$(1 + \beta)^{\eta^*} = 1 + \frac{1 - \chi}{\frac{\rho^1}{\beta} - 1} \rightarrow \chi = \frac{\rho^1}{\beta} - \left(\frac{\rho^1}{\beta} - 1 \right) (1 + \beta)^{\eta^*} \approx \frac{\rho^1}{\beta} - \left(\frac{\rho^1}{\beta} - 1 \right) (1 + \beta)^{\eta^{opt,i}}. \quad (37)$$

Окончательное выражение в (37) приближенное: η^* заменяется на $\eta^{opt,i}$ (напомним, что $\eta^{opt,i} = [\eta^*] + 1$, а разница между одним и другим не

превышает единицы). Теперь следует подставить окончательное выражение (37) в одни и другие квадратные скобки (36):

$$\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} - 1}{\beta} = (1 + \beta)^{\eta^{opt,i}}; \quad (38)$$

тогда разность $K_{max}^U - K_{max}^D$ записывается так:

$$\begin{aligned} K_{max}^U - K_{max}^D &= \\ &= \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i) (1 + \rho^1)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} (1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} - \\ &- \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi) (1 + \rho^1)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} (1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} - \\ &- \rho^0 \Phi^0 (\xi^i - \xi) (1 + \beta)^{T - \xi^i} = \\ &= \Phi^0 \rho^0 (\xi^i - \xi) (1 + \beta)^{\eta^{opt,i}} \times \\ &\times \left[(1 + \rho^1)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} - (1 + \beta)^{T - \eta^{opt,i} - \xi^i} \right]. \end{aligned} \quad (39)$$

В рабочей области, о которой говорилось ранее, рентабельность ρ^1 больше вкладной ставки β , поэтому:

$$K_{max}^U - K_{max}^D > 0, \text{ если } T - \eta^{opt,i} - \xi^i > 0 \quad (40)$$

и

$$K_{max}^U - K_{max}^D < 0, \text{ если } T - \eta^{opt,i} - \xi^i < 0.$$

Условия (40) достаточно прозрачны: остаток средств надо направлять на инвестиции U^ξ , если на интервале планирования есть участок накопления: $T - \eta^{opt,i} - \xi^i = \tau^{opt,i} > 0$.

Этапы накопления и потребления на реконструируемом движении начинаются спустя $\xi + \zeta$ периодов, считая от старта, и при значении капитала, данного выражением (28):

$$\begin{aligned} K_1(T) &= \\ &= \Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i) (1 + \rho^1)^{T - \eta^1 - \xi^i - \zeta} \times \\ &\times \left[\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^1} - 1}{\beta} \right], \end{aligned} \quad (41)$$

где $\eta^1 = [\eta^*] + 1$ и $(1 + \beta)^{\eta^*} = 1 + \frac{1 - \chi}{\rho^1 - 1}$.

При $T = T^*$ значение $K_1(T^*)$ совпадает с $K_0(T^*)$ (см. (30)):

$$\begin{aligned} &\Phi^0 (1 + \rho^0 \xi^i) (1 + \rho^1)^{T^* - \eta^1 - \xi^i - \zeta} \times \\ &\times \left[\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^1} - 1}{\beta} \right] = \\ &= \Phi^0 (1 + \rho^0)^{T^* - \eta^0} \left[\chi + \rho^0 \frac{(1 + \beta)^{\eta^0} - 1}{\beta} \right] \rightarrow \\ &\rightarrow \left(\frac{1 + \rho^1}{1 + \rho^0} \right)^{T^* - \xi - \zeta} = \\ &= \frac{(1 + \rho^0)^{\xi + \zeta}}{1 + \rho^0 \xi} \cdot \frac{(1 + \rho^1)^{\eta^1}}{(1 + \rho^0)^{\eta^0}} \times \frac{\chi + \rho^0 \frac{(1 + \beta)^{\eta^0} - 1}{\beta}}{\chi + \rho^1 \frac{(1 + \beta)^{\eta^1} - 1}{\beta}}. \end{aligned} \quad (42)$$

В последней строке записано искомое выражение продолжительности T^* от стоимости реконструкции, длительности реконструкции ζ и рентабельности ρ^1 , а также параметров процесса ρ^0 , β , χ . Рассмотрим пример:

$$\begin{aligned} &\rho^0 = 0,3; \beta = 0,2; \chi = 0,8 \rightarrow \eta^0 = 2; \\ &\rho^1 = 0,31 \div 0,35; \rightarrow \eta^1 = 2; \xi = 1; 2; 3; \zeta = 0. \end{aligned} \quad (43)$$

Параметры в (43) и для базового, и для реконструируемого движений принадлежат рабочей области: при $\rho^0 = 0,3 \div 0,35$ формулы в нижних строках (31) и (32) дают значение продолжительности потребления $\eta = 2$; в примере (43) продолжительность реконструкции принята равной нулю: $\zeta = 0$;

$$\left(\frac{1 + \rho^1}{1,3} \right)^{T^* - 2 - \xi} = \frac{1,3^\xi}{1 + \xi \cdot 0,3} \cdot \frac{1,46}{0,8 + \rho^1 \cdot 2,2}. \quad (44)$$

Таблица 1

Продолжительность догоняющего движения T^* в зависимости от рентабельности ρ^1 при разных сроках аккумуляции ξ и стоимостях реконструкции I

$I - \xi$ \ ρ^1	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
$0 < I \leq 30$ — $\xi^i = 1$	1,048	1,055	1,062	1,069	1,075
$30 < I \leq 60$ — $\xi^i = 2$	9,190	5,640	4,461	3,875	3,736
$60 < I \leq 90$ — $\xi^i = 3$	22,002	12,687	9,428	7,850	6,920

Значения продолжительности T^* в таблице нецелые: это есть непосредственные решения уравнения (44); чтобы соответствовать дискретной временной сетке, они должны быть округлены до ближайших старших целых. В частности, значения из первой строки должны заместиться на 2.

В первом столбце таблицы приведены значения продолжительностей аккумуляции: $\xi^i = 1, 2, 3$ и соответствующие им стоимости реконструкции, точнее диапазоны стоимостей: $0 < I \leq 30$; $30 < I \leq 60$; $60 < I \leq 90$. Они получаются как прибыли на первом шаге, на первом плюс втором шагах, на первом плюс втором, плюс третьем шагах; прибыль вычисляется при $\rho^0 = 0,3$ и $\Phi^0 = 100$ ден. ед. Подчеркнем еще раз, что недоиспользованные средства направляются на увеличение начального капитала (перед накоплением и потреблением). Искомая величина T^* зависит от ξ^i непосредственно, а от I опосредованно — см. (23)–(24).

Зависимость T^* от аргументов ρ^1 и ξ^i такова:

- при фиксированном ξ^i рост ρ^1 ведет к сокращению догоняющего развития, и это естественно, потому что увеличение рентабельности ρ^1 увеличивает темп нарастания критериального показателя K ;
- при неизменном ρ^1 переход к меньшей продолжительности ξ^i сокращает T^* , потому что уменьшает объем компенсируемых средств, направленных на реконструкцию; если стоимость реконструкции I сокращается в пределах той же

продолжительности ξ^i , то продолжительность T^* остается прежней.

Результат работы приведен в табл. 1: по ней определяется продолжительность T^* при заданной стоимости реконструкции I и рентабельности обновленного производства ρ^1 ; продолжительность T^* сопоставляется с продолжительностью интервала планирования T : если $T^* \leq T$, то реконструкция приемлема, если $T^* > T$ — неприемлема.

Литература

1. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. Учебное пособие. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Дело, 2002. 888 с.
2. Иванов Ю. Н., Токарев В. В. Формализованный подход к оцениванию новых технологий. Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник, 1984
3. Иванов Ю. Н., Сотникова Р. А. Теория оптимального предприятия. М.: Ленанд/URSS, 2013.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (втор. ред.). М-во экон. РФ, М-во фин. РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил. политике. М.: ОАО НПО Экономика, 2000.
5. Народное хозяйство в 1990 г. Статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1991.
6. Орлова Е. Р. Оценка инвестиций. Учеб. пособ. М.: Междунар. академ. оценки и консалтинга, 2005. 385 с.
7. Фридман Дж., Ордубэй Ник. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости / Пер. с англ. М.: Дело ЛТД, 1995. 480 с.
8. Van Horne J. C., Wachowicz Jr J. M. Fundamentals of Financial Management. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

Иванов Юрий Николаевич. Главный научный сотрудник ИСА РАН. Д. ф.-м. н., профессор. Окончил в 1952 г. МФТИ. Количество печатных работ: 120. Область научных интересов: Экономика, финансы, денежное обращение, математические методы и модели, управление социально-экономическими процессами. E-mail: ivanovyu@isa.ru

Пачина Елена Сергеевна. Аспирант МФТИ. Окончила в 2012 г. МФТИ. Количество печатных работ: 7. Область научных интересов: математические методы и модели, управление социально-экономическими процессами. E-mail: elenpachina@gmail.com