

*Васильев Александр*

*Васильева Наталия*

*Тупко Наталья*

## **УРОВНИ ДОХОДНОСТИ ПРОЕКТА И ЗАПАСЫ ЕГО ИНВЕСТИЦИОННОЙ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ И ПРИЕМЛЕМОСТИ**

В статье в рамках динамического анализа безубыточности (т.е. с учётом временной стоимости денег) рассматриваются вопросы финансовой устойчивости инвестиционных проектов. Авторы рассматривают три уровня доходности проекта, имеющие принципиальное значение: уровень безубыточности, уровень приемлемости и реально достигнутый уровень. Авторами впервые выводятся формулы для определения объёмов производства продукции проекта, соответствующих разным уровням его доходности. Основываясь на этих формулах, авторы статьи впервые вводят понятия запасов инвестиционной безубыточности и приемлемости проекта. Приводятся формулы, выражающие величину этих запасов через целевые значения основных показателей эффективности проектов. Рассмотрен также случай производства нескольких видов продукции инвестиционного проекта.

**Ключевые слова:** динамический анализ безубыточности, уровень доходности проекта, динамическая точка приемлемости проекта, запас инвестиционной безубыточности проекта, запас инвестиционной приемлемости проекта, чистая современная стоимость, индекс рентабельности, рента.

*Васильев Александр*

*Васильева Наталия*

*Тупко Наталья*

## **РІВНІ ДОХОДНОСТІ ПРОЕКТУ І ЗАПАСИ ЙОГО ІНВЕСТИЦІЙНОЇ БЕЗЗБИТКОВОСТІ ТА ПРИЙНЯТНОСТІ**

У статті у рамках динамічного аналізу беззбитковості (тобто з урахуванням часової вартості грошей) розглядаються питання фінансової стійкості інвестиційних проектів. Авторі розглядають три рівня доходності проекту, які мають принципове значення: рівень беззбитковості, рівень прийнятності та реально досягнутий рівень. Авторами вперше виводяться формули для визначення обсягів виробництва продукції проекту, котрі відповідають різним рівням його доходності. На основі цих формул автори статті вперше вводять поняття запасів інвестиційної беззбитковості та прийнятності проекту. Наводяться формули, які виражають величину цих запасів через значення основних показників ефективності проектів. Розглянуто також випадок виробництва декількох видів продукції інвестиційного проекту.

**Ключові слова:** динамічний аналіз беззбитковості, рівень доходності проекту, динамічна точка прийнятності проекту, запас інвестиційної беззбитковості проекту, запас інвестиційної прийнятності проекту, чиста сучасна вартість, індекс рентабельності, рента.

## **LEVELS OF RETURN, RESERVES OF INVESTMENT BREAK-EVEN AND ACCEPTABILITY OF THE PROJECT**

In the article as a part of the dynamic break-even analysis (i.e. taking into account time value of money) issues of financial stability of investment projects are considered. The authors consider three levels of project return which have fundamental meaning: break-even level, acceptability level and really achieved level. The authors for the first time work out formulas evaluating volume of output of products of the project corresponding to the different levels of project return. Basing on these formulas the authors for the first time introduce concepts of reserves of investment break-even and acceptability of the project. Formulas evaluating measure of these reserves by meanings of the basic indicators of effectiveness of projects are adduced. The case of production of several kinds of products within the investment project is also considered.

**Keywords:** dynamic break-even analysis, level of project return, dynamic point of acceptability of the project, reserve of investment break-even of the project, reserve of investment acceptability of the project, net present value, profitability index, annuity.

**Постановка проблемы.** Важным частным случаем анализа чувствительности факторов инвестиционного проекта (ИП) является анализ безубыточности. Цель такого анализа – исследование взаимосвязи объёма производства, издержек и прибыли в процессе эксплуатации проекта. Объём производства (продаж) продукции ИП, соответствующий нулевой прибыли до налогов, называется статической точкой безубыточности производства. Но любой успешный проект должен приносить положительную прибыль. Объём производства (продаж) продукции ИП, соответствующий целевому (плановому) значению прибыли до налогов, называется целевым. Отношение разности целевого объёма производства и точки безубыточности к целевому объёму называется запасом безопасности (Safety Margin). Он является важной характеристикой успешной работы предприятия, его финансовой устойчивости. Чем выше этот показатель, тем безопаснее положение предприятия перед угрозой возможных негативных изменений. Однако, объёмы производства продукции ИП, определяющие величину запаса безопасности, ранее находились в рамках статического анализа безубыточности, т.е. без учёта временной стоимости денег, а инвестиционным проектам присуща значительная продолжительность во времени. Поэтому возникла необходимость в обобщении понятий запасов финансовой устойчивости (безопасности) ИП на динамический случай, когда учитывается падение стоимости денег во времени.

**Анализ последних исследований.** Запасы безопасности (безубыточности) при производстве продукции одного или нескольких видов рассматривались многими авторами (например, [2, с.443], [3, с.190], [5, с.221]). Но во всех перечисленных работах исследования по данному направлению проводились в рамках традиционного статического анализа безубыточности, в котором определяющим фактором является величина прибыли до налогов, и не учитывается временная стоимость денег. Запасы безопасности для динамического случая, когда вместо прибыли определяющим фактором выступает значение показателя NPV (Net Present Value) проекта, применялись в работе [6, с.77-78] в рамках анализа чувствительности факторов ИП.

**Цель статьи.** Целью данной статьи является обобщение понятий запасов финансовой устойчивости (безопасности) при производстве продукции одного и нескольких видов на динамический случай, когда учитывается временная стоимость денег. При этом предполагается, что поток платежей ИП имеет рентный характер с одинаковой величиной чистого дохода для каждого периода проекта.

### **Основной материал.**

#### **1. Запасы безопасности (безубыточности) производства в статическом случае**

Классическая точка безубыточности производства однородной продукции соответствует нулевому значению прибыли до налогов, т.е. определяется условием  $NI = 0$ , где  $NI$  – прибыль до налогообложения. Тогда из уравнения баланса выручки получаем известную формулу статической точки безубыточности [3, с.189]:

$$Q_0 = BEP = FC / (p - v), \quad (1)$$

где  $Q_0$  – «безубыточный» объём производства (продаж) продукции ИП,  $FC$  – суммарные постоянные затраты за некоторый период времени,  $p$  – цена ед. продукции,  $v$  – удельные переменные затраты. Если задача заключается в определении целевого объема производства  $Q_*$ , который обеспечивает целевое (плановое) значение прибыли до налогов  $NI_* > 0$ , то вместо формулы (1) получим [3, с. 190]:

$$Q_* = (FC + NI_*) / (p - v). \quad (2)$$

Ясно, что  $Q_* > Q_0$ . Зная величину запланированной прибыли  $NI_* > 0$ , можно определить финансовую устойчивость ИП, которая характеризуется так называемым запасом безопасности (Safety Margin).

Абсолютный запас безопасности (безубыточности) производства определим так:

$$\chi = Q_* - Q_0, \quad (3)$$

а в относительной форме [3, с.190]:

$$\eta = (Q_* - Q_0) / Q_* = 1 - Q_0 / Q_*. \quad (4)$$

По определению  $\chi > 0$ ,  $0 < \eta < 1$ . Чем больше величины (3), (4), тем увереннее чувствует себя предприятие, реализующее ИП, перед угрозой возможных негативных изменений (уменьшение выручки, рост издержки и т.п.), и тем меньше риск, ассоциированный с данным проектом.

Формулы (3), (4) можно представить в следующем эквивалентном виде:

$$\chi = NI_* / (p - v) \quad (5)$$

$$\eta = \chi / Q_* = NI_* / (FC + NI_*) \quad (6)$$

Замечание 1. Аналогичные (3), (4) понятия запасов безопасности можно ввести для случая многономенклатурного производства (только в стоимостном виде).

#### **2. Запасы инвестиционной безубыточности (безопасности) и приемлемости проекта для рентного потока платежей ИП**

Пусть чистый операционный поток платежей ИП образует простую постоянную ренту постнумерандо (если не учитывать получение ликвидационной стоимости оборудования в конце срока жизни ИП) с элементами:

$$CF_t = (Q(p - v) - FC - dep)(1 - \tau) + dep, \quad (7)$$

где  $t \in \overline{1, n}$  – номер периода ИП,  $Q$  – объём производства (продаж) продукции за 1 период ИП,  $p$  – цена единицы продукции ИП,  $v$  – удельные переменные издержки,  $FC$  – постоянные издержки за 1 период ИП,  $dep$  – сумма отчислений на амортизацию оборудования за 1 период ИП,  $\tau$  – ставка налога на прибыль,  $n$  – количество периодов ИП.

Будем измерять доходность ИП с помощью показателей финансовой эффективности проекта. Чистую современную стоимость ИП - NPV (Net Present Value) будем находить по формуле из [1, с. 181]:

$$NPV = -I_0 + ((Q(p - v) - FC - dep)(1 - \tau) + dep)a(n; i) + S/(1 + i)^n \quad (8)$$

где  $I_0$  – начальные инвестиции в проект,  $S$  - ликвидационная стоимость оборудования ИП,  $a(n; i) = (1 - (1 + i)^{-n})/i$  - коэффициент дисконтирования единичной ренты за  $n$  периодов по ставке  $i$ ,  $i$  - стоимость капитала ИП. Без ограничения общности можно считать, что остаточная стоимость оборудования  $S = 0$ .

Прежде чем определить понятия запасов, характеризующих финансовую устойчивость и инвестиционную привлекательность проекта, введём в рассмотрение следующие три уровня доходности ИП.

1. Уровень инвестиционной безубыточности (безопасности) проекта
2. Уровень инвестиционной приемлемости проекта
3. Уровень реальной доходности проекта

Исследуем перечисленные уровни доходности проекта и соответствующие им объёмы производства продукции ИП подробнее.

Уровень 1 инвестиционной безубыточности проекта задается неравенством:

$$NPV \geq 0, \quad (9)$$

где значение показателя  $NPV$  проекта рассчитывается по формуле (8) при  $S = 0$ . Нижняя граница безубыточности ИП определяется уравнением  $NPV = 0$ . Решая это уравнение, находим объём  $Q_0$  производства продукции ИП за 1 период проекта, который носит название [4, с. 198] динамической точки безубыточности проекта:

$$Q_0 = \frac{1}{p - v} \left( \frac{1}{1 - \tau} \left( \frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + FC + dep \right). \quad (10)$$

В случае производства нескольких видов продукции ИП показатель  $NPV$  проекта будем рассчитывать по формуле (при  $S = 0$ ):

$$NPV = -I_0 + ((A - VC - FC - dep)(1 - \tau) + dep)a(n; i), \quad (11)$$

где  $A$  – суммарная выручка за 1 период ИП от продажи всех видов продукции проекта,  $VC$  – суммарные переменные издержки за 1 период ИП.

Тогда динамической точкой безубыточности ИП назовём величину  $A_0$  суммарной выручки от продажи всех видов продукции за 1 период ИП, при которой  $NPV$  денежного потока проекта равно нулю. Приравнивая выражение (11) к нулю получим:

$$A_0 = \frac{1}{1 - \tau} \left( \frac{I_0}{a(n; i)} - dep \right) + VC + FC + dep. \quad (12)$$

Уровень 2 инвестиционной приемлемости проекта можно задать неравенством:

$$NPV \geq NPV_* > 0, \quad (13)$$

где  $NPV_*$  – нижняя граница приемлемой для инвестора (или фирмы, реализующей ИП) доходности проекта.

Хотя, на наш взгляд, доходность ИП удобнее и естественнее задавать с помощью другого показателя финансовой эффективности проекта – индекса рентабельности PI (Profitability Index):

$$PI \geq PI_* > 1, \quad (14)$$

где  $PI_*$  – заданная нижняя граница приемлемой для инвестора или фирмы доходности ИП. В отличие от  $NPV$  показатель  $PI$  является относительным:

$$PI = \frac{\left(\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}\right)}{I_0} = \frac{NPV}{I_0} + 1, \quad (15)$$

т.е. он показывает доходность ИП, приходящуюся на одну денежную единицу начальных инвестиций  $I_0$ .

Граничное условие приемлемости ИП с помощью показателя  $NPV$  записываются в виде уравнения:

$$NPV = NPV_*. \quad (16)$$

Уровню доходности (16) соответствует некоторый объём  $Q_*$  производства продукции за 1 период ИП. Назовём величину  $Q_*$  динамической точкой приемлемости инвестиционного проекта. По определению  $Q_* > Q_0$ , т.к. большему значению показателя  $NPV$  проекта соответствует больший объём производства продукции ИП. Если объём  $Q$  производства продукции ИП за 1 период меньше  $Q_*$ , то значение  $NPV$  проекта будет меньше заданного приемлемого для инвестора или фирмы значения  $NPV_*$  (или  $PI < PI_*$ ). Выведем формулу для динамической точки приемлемости ИП. Представив левую часть в (16) по формуле (8) при  $S = 0$ , имеем:

$$-I_0 + ((Q(p - v) - FC - dep)(1 - \tau) + dep)a(n; i) = NPV_*. \quad (17)$$

Решая уравнение (17) относительно  $Q$ , получим формулу динамической точки приемлемости ИП:

$$Q_* = \frac{1}{p - v} \left( \frac{1}{1 - \tau} \left( \frac{I_0 + NPV_*}{a(n; i)} - dep \right) + FC + dep \right) \quad (18)$$

Если нижняя граница приемлемой доходности ИП задана в виде (14), то вместо (18) получим:

$$Q_* = \frac{1}{p - v} \left( \frac{1}{1 - \tau} \left( \frac{I_0 \cdot PI_*}{a(n; i)} - dep \right) + FC + dep \right) \quad (19)$$

т. к. из (15) следует, что:

$$I_0 + NPV_* = I_0 \cdot PI_*. \quad (20)$$

По аналогии со статическим случаем введем понятия запасов финансовой устойчивости ИП.

Абсолютный целевой (плановый) запас инвестиционной безубыточности на 1 период проекта определим так:

$$\chi = Q_* - Q_0, \quad (21)$$

где объёмы производства  $Q_*$  и  $Q_0$  находим по формулам (18), (19) и (10) соответственно. По определению  $\chi > 0$ . Подставив выражения (18) и (10) в (21), получим:

$$\chi = \frac{NPV_*}{(p - v)(1 - \tau)a(n; i)} \quad (22)$$

Если в (21) вместо (18) подставить (19), то получим:

$$\chi = \frac{I_0 \cdot (PI_* - 1)}{(p - v)(1 - \tau)a(n; i)} \quad (23)$$

Для статического случая (при  $i = 0$ ) и без учёта налогов (при  $\tau = 0$ ) из (22) получаем прямой аналог формулы (5):

$$\chi = \frac{NPV_*/n}{p - v} \quad (24)$$

где в числителе фигурирует доля запланированной приемлемой для фирмы (или инвестора) доходности, приходящаяся на 1 период проекта.

Теперь определим относительный целевой (плановый) запас инвестиционной безубыточности проекта:

$$\eta = (Q_* - Q_0)/Q_* \quad (25)$$

По определению  $0 < \eta < 1$  (или в процентах:  $0\% < \eta < 100\%$ ). Подставив (18) и (10) в (25), после несложных преобразований получим:

$$\eta = NPV_*/(NPV_* + I_0 + ((FC + dep)(1 - \tau) - dep)a(n; i)) \quad (26)$$

Если не учитывать налоги ( $\tau = 0$ ), то (26) примет вид:

$$\eta = NPV_*/(NPV_* + I_0 + FC \cdot a(n; i)) \quad (27)$$

В статическом случае (при  $i = 0$ ) из (27) получим прямой аналог формулы (6):

$$\eta = NPV_*/(NPV_* + I_0 + FC \cdot n) \quad (28)$$

где  $(I_0 + FC \cdot n)$  – все постоянные затраты по проекту за срок его жизни.

Для многономенклатурного случая можно ввести понятия запасов, аналогичные (21), (25). Уравнение для нахождения целевого размера  $A_*$  суммарной выручки от продажи всех видов продукции ИП за 1 период проекта, отвечающего уровню доходности (16), имеет вид:

$$-I_0 + ((A - VC - FC - dep)(1 - \tau) + dep)a(n; i) = NPV_* \quad (29)$$

Откуда получаем формулу динамической точки приемлемости ИП для многономенклатурного случая:

$$A_* = \frac{1}{1 - \tau} \left( \frac{I_0 + NPV_*}{a(n; i)} - dep \right) + VC + FC + dep \quad (30)$$

Тогда из (30) и (12) получаем выражение для абсолютного целевого запаса инвестиционной безубыточности на 1 период проекта для многономенклатурного случая:

$$\chi = A_* - A_0 = \frac{NPV_*}{(1 - \tau)a(n; i)} \quad (31)$$

Соответствующий относительный запас равен:

$$\eta = \frac{NPV_*}{I_0 + NPV_* - \tau \cdot dep \cdot a(n; i) + (1 - \tau)(VC + FC)a(n; i)} \quad (32)$$

В статическом случае (при  $i = 0$ ) и без учёта налогов (при  $\tau = 0$ ) из (31) и (32) получаем аналоги формулы (24) и (28):

$$\chi = NPV_*/n \quad (33)$$

$$\eta = \frac{NPV_*}{I_0 + NPV_* + (VC + FC) \cdot n} \quad (34)$$

Уровень 3 реальной доходности ИП соответствует реально (фактически) достигнутому в процессе эксплуатации ИП объёму производства продукции  $Q = Q_p$ . На этапе

предпроектного анализа (т.е. до начала реализации ИП) известны только уровни 1 и 2. Уровень 3 можно определить лишь в ходе реализации ИП к концу его 1-го периода. В силу одного из допущений идеализированной модели (7) объём производства  $Q_p$ , достигнутой к концу 1-го периода, останется неизменным для всех оставшихся периодов ИП со 2-го и до последнего  $n$ -го. Хотя, если к концу 1-го периода окажется, что фактически достигнутый объём производства меньше приемлемой величины, т.е.  $Q_p < Q_*$ , то можно попытаться внести коррективы в проект с целью увеличения объёма производства  $Q_p$ . Таким образом, уровень 3 можно использовать для мониторинга текущей ситуации по проекту в процессе его эксплуатации.

Пусть  $Q = Q_p$  – фактически достигнутый к концу 1-го периода ИП объём производства продукции. Тогда соответствующий этому объёму уровень реальной доходности ИП равен:

$$NPV = NPV_p \quad (35)$$

где  $NPV_p$  – значение показателя  $NPV$  проекта, рассчитанное по формуле (8) при  $Q = Q_p$ .

Кроме рассмотренных нами целевых запасов (21) и (25) введем следующие понятия. Абсолютным реальным запасом инвестиционной безубыточности на 1 период проекта назовем следующую величину:

$$\alpha = Q_p - Q_0, \quad (36)$$

а соответствующий относительный запас определим так:

$$\beta = (Q_p - Q_0)/Q_p = 1 - Q_0/Q_p. \quad (37)$$

Абсолютным запасом инвестиционной приемлемости на 1 период проекта назовем величину:

$$\gamma = Q_p - Q_*, \quad (38)$$

а соответствующий относительный запас равен:

$$\mu = (Q_p - Q_*)/Q_p = 1 - Q_*/Q_p \quad (39)$$

Возможны следующие случаи:

- 1)  $0 < Q_p \leq Q_0 < Q_*$  – при таком объёме производства ИП является неприбыльным, т.е.:  $NPV_p \leq 0$ ;
- 2)  $Q_0 < Q_p < Q_*$  – ИП является прибыльным, но его уровень доходности ниже приемлемого для фирмы (или инвестора), т.е.:  $0 < NPV_p < NPV_*$ ;
- 3)  $Q_0 < Q_* \leq Q_p$  – реально достигнутый уровень доходности ИП не ниже приемлемого для фирмы (или инвестора) уровня:  $NPV_p \geq NPV_* > 0$ .

Целевые запасы инвестиционной безубыточности (21) и (25) положительны во всех трёх случаях, т.е.  $\chi > 0$ ,  $0 < \eta < 1$ . Информативность данных показателей финансовой устойчивости ИП заключается не в их знаке (они всегда положительны по определению), а в их величине: чем больше размеры запасов (21) и (25), тем безопаснее с финансовой точки зрения намеченные планы производства продукции ИП.

Реальные запасы инвестиционной безубыточности (36), (37) в случае 1) отсутствуют, а в случаях 2) и 3) положительны. Причём, в случае 2) абсолютный целевой запас  $\chi = Q_* - Q_0 > Q_p - Q_0 = \alpha$ , а в случае 3) наоборот,  $\alpha \geq \chi$ .

Запасы инвестиционной приемлемости (38), (39) неотрицательны только в случае 3); в случаях 1) и 2) они отсутствуют.

Замечание 2. Для случая многономенклатурного производства продукции ИП тоже можно рассматривать уровень 3 реальной доходности проекта. Только в этом случае ключевым будет не реально достигнутый объём  $Q_p$  производства продукции ИП за 1 период проекта, а

реальный размер  $A_p$  суммарной выручки за 1 период проекта от продажи всех видов продукции ИП. Соответственно, можно ввести понятия запасов, аналогичные (36) - (39).

Замечание 3. Введенные в данной статье понятия запасов финансовой устойчивости ИП можно применять не только к объемам производства продукции, но и к другим параметрам потока платежей (7) в рамках анализа чувствительности факторов ИП [6, с.77].

**Выводы.** В данной статье авторы попытались обобщить понятия запасов финансовой устойчивости (или безопасности) производства однородной продукции на динамический случай, т.е. с учётом временной стоимости денег. Были рассмотрены три уровня доходности ИП: безубыточный (безопасный), приемлемый и реальный. Эти уровни задавались с помощью показателей эффективности проектов – NPV и PI. Авторы статьи получили формулы для нахождения объемов производства продукции за 1 период ИП, соответствующих рассмотренным уровням доходности проекта. При этом, наряду с известным понятием динамической точки безубыточности ИП было введено новое понятие – динамической точки приемлемости ИП. Она является «более актуальным» ориентиром при выяснении реально необходимого объема производства продукции ИП по сравнению с динамической точкой безубыточности, поскольку последняя может давать слишком заниженное значение, далёкое от реальности. Затем по аналогии со статическим случаем были введены понятия целевых запасов инвестиционной безубыточности (безопасности) проекта и новые понятия запасов инвестиционной приемлемости проекта. Для целевых запасов инвестиционной безубыточности проекта авторами выведены формулы, выражающие величины этих запасов через заданное значение доходности ИП. Данные формулы являются обобщениями соответствующих формул статического случая. Выведены также формулы для многономенклатурного производства.

#### *Литература*

1. Лукасевич И. Я. Анализ финансовых операций. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 400 с.
2. Лукасевич И. Я. Финансовый менеджмент. – М.: Эксмо, 2010. – 768 с.
3. Савчук В. П. Финансовый менеджмент предприятий. – К.: Максимум, 2001.–600 с.
4. Волков И. М., Грачева М. В. Проектный анализ.– М.: ЮНИТИ, 1998. – 423 с.
5. Боярко І. М., Гриценко Л. Л. Інвестиційний аналіз. – К.: ЦУЛ, 2011. – 400 с.
6. Васильев О.Б., Васильева Н.С. Оцінка ризику параметрів проекту за допомогою дискретного аналізу на чутливість / О.Б. Васильев, Н.С. Васильева // Науковий вісник ОНЕУ. – 2012. - №21 (173). – с.72-80.

1. Lukasevich I. YA. Analiz finansovyih operatsiy. – М.: YUNITI, 1998. – 400 s.
2. Lukasevich I. YA. Finansovyy menedzhment. – М.: Eksmo, 2010. – 768 s.
3. Savchuk V. P. Finansovyy menedzhment predpriyatiy. – К.: Maksimum. 2001. – 600 s.
4. Volkov I. M., Grachyova M. V. Proektnyy analiz. – М.: YUNITI, 1998. – 423 s.
5. Boyarko I. M., Gry'cenko L. L. Investy'cijny'j analiz.– К.: CZUL, 2011. – 400 s.
6. Vasy'l'yev O.B., Vasy'l'yeva N.S. Ocinka ry'zy'ku parametriv proektu za dopomogoyu dy'skretnogo analizu na chutly'vist' / O.B. Vasy'l'yev, N.S. Vasy'l'yeva // Naukovy'j visny'k ONEU. – 2012. - #21 (173). – s.72-80.

**Рецензент:** Якубовский С. А., профессор, д. э. н., зав. кафедрой мирового хозяйства и международных экономических отношений ОНУ им. И. И. Мечникова