

ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ИННОВАЦИИ

DOI: 10.37930/1990-9780-2022-4-74-102-110

Д. С. Демиденко¹, А. М. Колесников²

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ИННОВАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Рассматриваются вопросы оценки экономической эффективности инвестиционной деятельности применительно к условиям инновационного производства на предприятиях на основе использования методов оптимального программирования.

Ключевые слова: инновационный профиль предприятия, рыночная ценность производственного предприятия, корреляционная матрица, метод динамического программирования.

УДК 330.352

В условиях интенсификации факторов нестабильности в экономике большое значение приобретают создание и поддержание среды для нормального функционирования и приемлемых темпов экономического роста предприятий в соответствии с имеющимися хозяйственными планами. При этом инвестиционная активность, как правило, определяет также инновационный профиль предприятия, поскольку инвестиции (кроме финансовых) всегда направлены на получение нового результата. Например, увеличение затрат существующего производства (при тех же продуктах и способах их производства) обеспечивает рост [2] выпуска продукции и продаж; увеличение затрат существующего производства на освоение новых продуктов и процессов обеспечивает рост производительности труда и продаж; дополнительные затраты производства на реализацию программ менеджмента качества способствуют сокращению потерь производства и росту продаж.

К экономическим аспектам [3, 4] инновационной деятельности, исследование которых является актуальным, относятся: классификация, состав и структура расходов

¹ *Даниил Семенович Демиденко*, профессор кафедры финансов и денежного обращения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (195251, РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), д-р экон. наук, профессор, e-mail: demidenko11@rambler.ru

² *Александр Михайлович Колесников*, профессор кафедры экономики высокотехнологичных производств Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (190000, РФ, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 67), д-р экон. наук, профессор, e-mail: 9843039@mail.ru

на инновации; характер зависимости расходов от результатов инновационной деятельности; ценообразование инновационных продуктов, механизм формирования эффекта от инноваций; методы и критерии, применяемые для оценки экономической эффективности; анализ и управление рисками [4] инновационной деятельности.

Для производственного предприятия инновационными являются продукты/проекты, технологии, методы производства, обладающие новыми перспективными свойствами, – это технические аспекты инновационной деятельности (в дальнейшем будем использовать термин «инновационный продукт/проект» или просто «продукт/проект»). Экономическая модель инновационного продукта – это продукт с высоким уровнем добавленной стоимости.

В условиях ограниченных ресурсов вложения в инновационные проекты должны характеризоваться наибольшей отдачей/эффективностью. Если считать, что рынок совершенен и рыночная ценность продуктов соответствует их потребительской ценности, то вложение ресурсов в продукты с наибольшей рыночной ценностью и будет эффективным распределением ресурсов между продуктами [1]. Эффективность вложений в инновационные продукты будет определяться не только величиной максимально достижимого результата/эффекта при имеющихся ограничениях, но и возможностью минимизации потерь, которые могут быть следствием операционных рисков, характерных для инновационного процесса. К числу таких рисков относится выделенный нами «риск целочисленности», реализация которого приводит к недоиспользованию инвестируемых ресурсов и как следствие – к потерям от снижения эффективности вложений.

Основные аспекты устойчивости:

- выполнение планов производства/продаж предприятия на основе сбалансированности затрат и результатов производства и обеспечения приемлемого уровня отдачи от вложенных ресурсов;
- достижение требуемого/планового уровня экономической эффективности текущих производственных затрат и капитальных вложений.

Планы развития/экономического роста предприятий следует составлять на основе экономических прогнозов, что обеспечивает их надёжность и достоверность. Результаты должны иметь преимущественно количественную оценку устойчивости плана производства в зависимости от влияющих факторов (переменные модели).

Математической моделью [5] количественной оценки рыночной стоимости объёма реализованной продукции/продаж за определённый период времени (как показатель деятельности) является математическое ожидание продаж в зависимости от следующих параметров/переменных: затраты на производство на каждом выделенном этапе производственного процесса C зависят от производственных возможностей предприятия-производителя – производственной мощности. Показатель вычисляется нарастающим итогом (увеличивается на каждом последующем производственном этапе) и представляет собой затраты производства на этом этапе. Величина C (в конце процесса) отражает полные затраты на производство продукта. Численно C (в предположении о совершенном конкурентном рынке, на котором все продукты продаются по цене производства, и об отсутствии прибыли) совпадает с рыночной ценой продукта и определяется по формуле математического ожидания выручки от продаж:

$$Ca + 2C(1 - a) = (\text{после преобразования}) C(2 - a), \quad (1)$$

где C – размер незавершённого производства; a – вероятность получить требуемый результат после определённого этапа производственного процесса.

Продажи предприятия определяются в предположении, что $1 \geq a \geq 0$. Вероятность a характеризует правильность выбора производственного процесса. Если про-

цесс выбран/выполняется правильно, продукт будет получен, в противном случае требуемый продукт не может быть получен даже при надлежащем выполнении процесса (a – случайная величина).

Предлагается экономическая модель [4, 5] максимизации рыночной ценности производственных предприятий, производимой ими продукции и реализуемых инвестиционных проектов с учётом существующих ограничений.

$$\begin{aligned} P_1 X_1 + \dots + P_n X_n &=> \max; \\ X_1 + \dots + X_n &\leq L; \\ (C_i/P_i) X_i &\leq 1, \end{aligned}$$

где P_i – рыночная цена или ценность i -го продукта/проекта; X_i – количество производимых продуктов или реализуемых проектов на предприятии (может принимать значения 1 или 0, так как предприятию не требуется больше одного проекта, проект либо реализуется, либо нет); L – максимальное количество проектов, которые могут быть реализованы (целые числа, $L = 1 \dots n$), косвенно характеризует производственные возможности предприятия; C_i – затраты на производство i -го продукта или реализацию проекта на предприятии.

Для повышения рыночной ценности предприятию следует производить больше продукции с учётом имеющихся ограничений. Последнее ограничение в математической формулировке задачи – на соответствие критериям экономической эффективности вложений и затрат на реализацию проектов (NPV, внутренней доходности IRR, срока окупаемости вложений и др.). В качестве критерия эффективности нами использован показатель рентабельности продаж: $(P_i - C_i)/P_i \geq 0$ или $C_i/P_i \leq 1$.

Постановка оптимизационных задач и построение математических моделей такого рода становятся актуальными в настоящее время, когда значимым является согласование экономических интересов производителей, составляющих определённые производственные цепочки. При этом важно максимизировать экономический вклад каждого производителя в максимизацию общего хозяйственного результата. Особенностью данного рода моделей является их целочисленность.

При составлении плана перспективного развития предприятия из нескольких существующих вариантов выбирается тот, который при имеющихся ограничениях может обеспечить наибольшие темпы экономического роста. Для анализа хозяйственной деятельности требуется определить факторы, в наибольшей степени влияющие на рыночную стоимость предприятия – они являются переменными оптимизационной задачи.

При оценке экономической эффективности деятельности часто прибегают к экспертным оценкам, от точности которых зависит качество принимаемого решения. Экспертная оценка всегда приближённая, её качество зависит от близости к фактическому состоянию объекта оценки, точное совпадение, как правило, недостижимо. Поясим на условном примере.

Пусть оцениваемый объект имеет две оценочные характеристики: хорошую (X) и плохую оценки (Π). Модель результата оценки можно представить вектор-столбцом $\begin{pmatrix} X \\ \Pi \end{pmatrix}$, при этом $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ – хорошая оценка, $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ – плохая.

Для оценки используется также корреляционная матрица, в ней K – коэффициент корреляции оценок X и Π . Принимая во внимание, что всегда $0 \leq K \leq 1$, оценка X не является полностью хорошей, а оценка Π – полностью плохой.

Реалистичные оценки могут быть получены при перемножении корреляционной матрицы: $A = \begin{pmatrix} 1 \\ K \end{pmatrix}$ и вектор-столбца соответствующей оценки. $A \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ K \end{pmatrix}$ – оценка «хорошая», $A \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K \\ 1 \end{pmatrix}$ – плохая.

Подробнее:

аналогично

$$A \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \times 1 + K \times 0 \\ K \times 1 + 1 \times 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ K \end{pmatrix},$$

$$A \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \times 0 + K \times 1 \\ K \times 0 + 1 \times 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Если вектор уточнённой оценки меньше, чем вектор первоначальной оценки, уточнение оправданно, если наоборот – уточнения не требуется.

При правильном выборе производственного процесса и его надлежащем исполнении затраты на выходе процесса (затраты на изготовление продукта) будут соответствовать плановым (т. е. равны C). При неправильном выборе процесса продукт также может быть получен, но с большими ожидаемыми производственными затратами. Для рассматриваемого примера затраты на изготовление продукта будут в два раза больше плановых (равны $2C$). Эти результаты получаются при подстановке представленных условий в формулу (1). Использование несоответствующего процесса изготовления продукции приводит к сверхнормативным производственным затратам, так как для выполнения плана продаж на каждом производственном этапе должен быть запас незавершенного производства.

Согласно принятым ранее условиям, на совершенном конкурентном рынке продукты продаются по ценам производства, результатом производственного процесса каждого этапа могут быть выручка от реализации либо потери (реализация со знаком $-$).

Экономическую эффективность деятельности предприятия можно характеризовать показателем максимизации продаж (за определённый плановый период). Величину максимальных продаж можно представить как модель математического ожидания продаж при ряде существенных ограничений (см. формулу (1)): $C(2 - a)$ максимум при $C \leq C_n$.

Величина C ограничена величиной производственной мощности предприятия (как правило является известной величиной); C_n – отражает нормативные возможности предприятия: если $a = 1$, продажи равны C ; если $a = 0$, то продажи = $-a$ (потери).

Стандартом оценки экономической эффективности деятельности рыночных объектов, приносящих доход, является рыночная процентная ставка или уровень доходности финансового рынка. Увеличение рыночной стоимости за определённый период является показателем экономической эффективности использования объекта, а снижение рыночной стоимости объекта свидетельствует о наличии факторов, препятствующих эффективной деятельности.

Особенности определения экономической эффективности [4, 5] вложений в инновационные проекты покажем на примере.

Пусть имеется три проекта: 1, 2, 3, рыночная ценность (цена) которых соответствует порядковому номеру. Установлен лимит величины инвестиций/капитальных вложений в данные проекты ($L = 3$ ден. ед.). Может быть реализован только один проект каждого вида (нецелесообразно приобретать два одинаковых проекта). Существует проблема оптимального выбора, так как размер имеющегося лимита инвестиционных ресурсов меньше необходимого для приобретения всех проектов ($1+2+3 = 6$ ден. ед.).

Необходимо обеспечить максимизацию совокупной рыночной ценности реализуемых проектов с учётом потерь от целочисленности, так как цена каждого проекта задана. Предполагается автономность проектов: выполнение/невыполнение каждого проекта не зависит от других, проект выполняется только один раз в полном объёме или не выполняется вообще. Пусть номер проекта отражает затраты на его реализацию, а в силу допущения о «совершенном конкурентном рынке» – рыночную цену проекта.

Задача выбора варианта распределения средств с наибольшей отдачей решается методом динамического программирования. На первом этапе распределяется лимит между проектами 1 и 2 (см. таблицу). Каждая диагональ таблицы соответствует промежуточному значению величины лимита, на ней выбирается наибольший элемент (отмечен (*)).

Так, при распределении всего лимита (3 ден. ед.) между проектами 1 и 2 на проект 1 выделяется 1 ден. ед., на проект 2 остаётся 2 ден. ед., рыночная цена проекта 1 составит 1 ден. ед., рыночная цена проекта 2 – 2 ден. ед. Суммарные продажи при этом варианте распределения лимита равны 1 ден. ед. + 2 ден. ед. = 3 ден. ед. Эта величина, максимальная на диагонали, вносится в итоговый столбец (см. таблицу). Аналогично заполняются другие элементы таблицы. Если весь лимит направляется на проект 2, то вследствие равенства рыночной цены проекта 2 ден. ед. эта часть средств лимита составит реализацию, а одна из выделенных единиц – потери. Суммарные продажи для этого варианта распределения лимита равны: 2 ден. ед. – 1 ден. ед. = 1 ден. ед. Все выделенные элементы сведены в последний столбец.

	Проект 2, цена 2					
		0	1	2	3	итог
Проект 1, цена 1	0	0	-1	2(*)	1	0
	1	1(*)	0	3(*)		1
	2	0	-1			2
	3	-2				3

На последнем (втором) этапе присоединяется проект 3 с рыночной ценой 3 ден. ед. Поскольку цена актива «проект 1+2» совпадает с величиной лимита, равной 3 ден. ед., есть только один альтернативный вариант использования средств лимита: отказаться от использования актива («проект 1+2») либо вложить весь лимит в этот актив. Эффект в обоих случаях будет одинаковым. Если вложения в актив «проект 1+2» не осуществляются, имеющиеся средства лимита распределяются между проектами 1 и 2: для получения максимального результата от вложения всех средств лимита в оставшиеся проекты (3 ден. ед.) необходимо направить 1 ден. ед. лимита на проект 1 и 2 ден. ед. лимита на проект 2 (см. таблицу). В результате установлено, что имеется два альтернативных варианта распределения средств лимита, обеспечивающих равную эффективность его использования: проект 3 с рыночной ценой 3 ден. ед. и проекты 1 и 2 с соответствующими рыночными ценами.

Определим экономическую эффективность [3] совокупности инвестиционных проектов общей направленности, окупаемость которых предварительно подтверждена, что позволяет характеризовать проекты как экономическую инвестиционную программу с общим для всех проектов лимитом капитальных затрат и иных необходимых ресурсов на её реализацию. На первом шаге решения рассматриваются несколько схем финансирования инвестиционных программ, обеспечивающих получение экономического эффекта различной величины:

$$\Theta (*); \Theta (**); \dots \Theta (****).$$

Отметим функции, которые дают наибольший эффект. Если на следующем шаге решения добавить ещё проект, то максимальное значение эффекта будет определяться как суммарный эффект 1-го и 2-го этапов:

$$\max 1 (*) = \max (\Theta (*); \Theta (**); \dots \Theta (****)),$$

$$\max 2 (\Theta (**) + \max 1 (*)).$$

Неполное использование средств, выделенных, согласно схеме финансирования, на выполнение проектов, рассматривается как потери.

Для оценки экономической эффективности [3, 5] деятельности предприятий или других рыночных объектов, приносящих доход, используются традиционные подходы, основанные на использовании рыночной процентной ставки или нормативного уровня доходности финансового рынка. В рыночных условиях экономическую эффективность приносящего доход объекта оценивают по величине его рыночной стоимости/ценности. При этом увеличение последней за определённый период является одновременно показателем экономической эффективности использования объекта, а снижение рыночной стоимости объекта свидетельствует о наличии факторов, препятствующих эффективной деятельности.

Для выполнения планов производства и продаж предприятия требуются сбалансированность затрат и результатов производства и обеспечение приемлемого уровня отдачи от вложенных ресурсов – при сбалансированности и оптимальности производственных планов речь идёт о достижении требуемого/планового уровня экономической эффективности текущих производственных затрат и капитальных вложений. Необходимо также обеспечить достижение перспективных целей развития/экономического роста предприятий. Для составления сбалансированных и обоснованных перспективных планов развития следует использовать методы экономического прогнозирования. При этом результаты планирования должны иметь, по преимуществу, количественную оценку, которая отражает устойчивость развития как функцию, зависящую от влияющих факторов (переменные модели).

Экономико-математическая модель для количественной оценки рыночной стоимости объёма реализованной продукции/продаж за определённый период времени (как показатель деятельности) представляет собой математическое ожидание продаж в зависимости от параметров/переменных, рассмотренных ниже.

Затраты на производство на каждом выделенном этапе производственного процесса C зависят от технических и других производственных возможностей предприятия (производственной мощности). Показатель вычисляется «нарастающим итогом», увеличивается на каждом последующем производственном этапе на величину затрат этого этапа, т. е. представляет собой незавершённое производство после рассматриваемого этапа или затраты производства на этом этапе. Величина C (в конце процесса) отражает полные затраты на производство продукта и косвенно характеризует производственную мощность предприятия. Численно C в предположении о совершенном конкурентном рынке, на котором все продукты продаются по цене их производства плюс прибыль, совпадает с рыночной ценой продукта и определяется по формуле математического ожидания выручки от продаж (1). Для представленной модели продаж предприятия величина продаж определяется в предположении, что $1 \geq a \geq 0$. Вероятность получить требуемый результат характеризует правильность выбора производственного процесса. Крайними значениями переменной будут $a = 1$ и $a = 0$ (в указан-

ных пределах параметр a монотонно возрастает и принимает экстремальные значения только на краях рассматриваемого интервала).

Первое значение соответствует ситуации, когда процесс производства выбран/выполняется правильно, продукт будет получен при требуемых условиях производства и их надлежащем исполнении. Если процесс выбран ошибочно, то требуемый продукт не может быть получен даже при надлежащем выполнении процесса. Требуемый результат не обязательно будет получен даже при правильном выборе и применении производственного процесса, так как сделано предположение о случайном характере получения результата (исходя из условия, что a – случайная величина).

Подстановка представленных выше условий в формулу модели математического ожидания величины продаж (1) даёт результат, равный C . Это означает, что при правильном выборе производственного процесса и его надлежащем исполнении затраты на выходе процесса (затраты на изготовление продукта) будут соответствовать плановым – C . В противоположном случае имеет место неправильный выбор производственного процесса, при этом требуемый продукт также может быть получен при требуемых условиях производства и их надлежащем исполнении, но с большими ожидаемыми производственными затратами – для рассматриваемого примера затраты на выходе процесса в два раза больше плановых и равны $2C$. Этот результат также получается при подстановке представленных условий в формулу (1). Из приведенного примера следует, что использование не соответствующего требованиям производства процесса изготовления продукции приводит к сверхнормативным производственным затратам.

Применительно к рассматриваемой модели следует предположить, что для выполнения плана продаж на каждом производственном этапе должен быть создан запас незавершённого производства. Поскольку на совершенном конкурентном рынке продукты продаются по ценам производства, результатом производственного процесса каждого этапа могут быть выручка от реализации либо потери (реализация со знаком минус).

Экономическую эффективность деятельности предприятия характеризует показатель максимизации продаж [3, 5] (за определённый плановый период) и устойчивость этого показателя. Общая величина максимальных продаж может быть представлена как модель математического ожидания продаж при ряде существенных ограничений (см. формулу (1)):

$$C(2 - a) \text{ максимум при условии } C \leq C_n.$$

Величина C ограничена производственными возможностями предприятия-производителя (производственной мощностью) и, как правило, является известной, поэтому C_n отражает нормативные возможности предприятия. Возможность использования переменной величины a : если $a = 1$, продажи равны C ; если $a = 0$, продажи = $-a$ (потери). Экстремальные значения переменной на границах рассматриваемого интервала значений исключаются по условиям формулировки задачи: $1 \geq a \geq 0$.

Оптимальная величина продаж предприятия-производителя может быть представлена оптимизационной задачей с нелинейной целевой функцией и заданными ограничениями. Нелинейность определяется наличием в целевой функции элемента в форме произведения двух переменных a и C (см. функцию выше).

В рыночных условиях экономическую эффективность приносящего доход объекта принято оценивать по величине его рыночной стоимости/ценности. При этом считается, что увеличение рыночной стоимости за определённый период является одновременно показателем экономической эффективности использования объекта, а снижение рыночной стоимости объекта говорит о наличии факторов, препятствующих эффективной деятельности.

Пусть для повышения экономической эффективности деятельности предприятия необходимо выполнение ряда проектов. При этом предполагается их автономность: выполнение/невыполнение каждого проекта не зависит от других проектов, проект выполняется только один раз в полном объёме или не выполняется вообще. Пусть имеется три проекта: 1, 2 и 3. Номер проекта отражает затраты на его реализацию, а также (в силу допущения о совершенном конкурентном рынке) рыночную цену проекта. Известен общий лимит средств, выделяемых предприятием на реализацию проектов по повышению экономической эффективности деятельности в условиях рынка.

Рассмотрим на примере выбор варианта распределения средств с наибольшей отдачей. Пусть лимит равен 3 ден. ед. – он меньше требуемой величины средств, имеющихся для выполнения всех проектов (в рассматриваемом примере общая величина требуемых средств равна $1+2+3 = 6$ ден. ед.). Плановая рентабельность затрат принята равной 20 %. Реализованные проекты способствуют созданию благоприятных условий для повышения экономической эффективности деятельности предприятия, а следовательно, и всей инвестиционной программы, поскольку более низкая экономическая эффективность одних проектов компенсируется за счёт более высокой эффективности других. При распределении имеющегося лимита ресурсов между проектами необходимо учитывать целочисленность используемых данных и получаемых результатов.

Список литературы

1. *Войтоловский, Н. В.* Организационно-экономическая оценка гибких производственных систем и их составляющих / Н. В. Войтоловский, Т. В. Авилова, О. О. Лаврентьева // Проблемы современной экономики. – 2017. – № 4 (64). – С. 255–257.
2. Устойчивое развитие инновационно-активных промышленных предприятий и кластеров на основе экологизации / А. В. Бабкин, Л. А. Гузикова, Д. С. Демиденко, Е. Д. Малевская-Малевич; СПб Политехн. ун-т Петра Великого. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021.
3. *Новожилов, В. В.* Соизмерение затрат и результатов при оптимальном планировании / В. В. Новожилов. – М.: Экономика, 1976.
4. На пути к ноономике: человек, технологии и общество в пространстве ассоциированного производства и потребления / под ред. А. В. Бузгалина, А. И. Колганова. – М., 2020.
5. *Бахрамов, Ю. М.* Финансовый менеджмент / Ю. М. Бахрамов, В. В. Глухов. – СПб.: Питер, 2011.

References

1. Voytolovskiy N. V., Avilova T. V., Lavrentieva O. O. (2017) Organizatsionno-ekonomicheskaya otsenka gibkikh proizvodstvennykh sistem i ikh sostavlyayushchikh [Organizational and Economic Evaluation of Flexible Production Systems and Their Component]. Problems of Modern Economics, 4 (64), pp. 255–257.
2. Babkin A. V., Guzikova L. A., Demidenko D. S., Malevskaya-Malevich E. D. (2021) Ustoychivoye razvitiye innovatsionno-aktivnykh promyshlennykh predpriyatiy i klasterov na osnove ekologizatsii: monografiya [Sustainable Development of Innovative-Active Industrial Enterprises and Clusters Based on Ecologization: A Monograph]. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. St. Petersburg: POLYTECH-PRESS.
3. Novozhilov V. V. (1976) Soizmereniye zatrat i rezul'tatov pri optimal'nom planirovanii. Monografiya. [Problems of Cost-Benefit Analysis in Optimal Planning. A Monograph]. Ekonomika Publ.

4. Buzgalin A. V., Kolganov A. I. (2020) Na puti k noonomike: chelovek, tekhnologii i obshchestvo v prostranstve assotsirovannogo proizvodstva i potrebleniya [On the Way Towards Noonomy: A Human, Technology and Society in a World of Associated Production and Consumption]. Moscow.

5. Bakhranov Y. M., Glukhov V. V. (2011) Finansovyi menedzhment [Financial Management]. Piter Publ.

D. S. Demidenko³, A. M. Kolesnikov⁴. On the Advantages of the Digital Approach to Solving the Problems of Economic Management in Innovative Production. The article considers the issues of assessing the economic efficiency of investment activity in relation to the conditions of innovative production at enterprises based on the use of optimal programming approaches.

Keywords: innovative enterprise profile, market value of a manufacturing enterprise, correlation matrix, dynamic programming approach.

³ *Daniil S. Demidenko*, Professor in the Department of Finance and Currency Circulation, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (29 Polytechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia), Doctor of Economics, Professor, e-mail: demidenko11@rambler.ru

⁴ *Aleksandr M. Kolesnikov*, Professor in the Department of Economics of High-Tech Manufacturing, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (67 Bolshaya Morskaya, Saint-Petersburg 190000, Russia), Doctor of Economics, Professor, e-mail: 9843039@mail.ru