

СЕКЦИЯ 2

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ И ПРОГРАММАМИ

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНЕЧНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА

Гусев В.Б., Пащенко Ф.Ф.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия
gusvbr@mail.ru, feodor@ipu.ru

Аннотация. Рассмотрен синтез локально - равновесной и балансовой моделей воспроизводства. Используемый способ управления системой воспроизводства заключается в изменении структуры затрат и объёма конечного потребления. Получены оценки нескольких важных параметров, включая оценки актуальной и равновесной продуктивности. Используемые модели нацелены на решение проблемы материального обеспечения государственных программ.

Ключевые слова: конечное потребление, фондообразование, резерв производственных ресурсов, продуктивность экономики.

1. Введение

Рассматривается эффект воздействия различных вариантов конечного потребления на актуальные макропоказатели многоотраслевой экономической системы, а также и на макропоказатели системы в локально - равновесном состоянии. Модель локально - равновесного режима имитирует децентрализованный процесс воспроизводства, обладающий устойчивостью к внешним воздействиям. Балансовая модель позволяет оценивать необходимые изменения индексов выпуска, фондообразующие затраты, предельно возможные объёмы конечного потребления различных секторов экономики, а также оценки актуальной и равновесной продуктивности системы воспроизводства. Синтез моделей нацелен на согласование межотраслевых пропорций при решении проблемы роста конечного потребления домашних хозяйств, материального обеспечения государственных программ или других потребностей такого же уровня.

2. Основные определения

Обозначим V – валовой выпуск многоотраслевой экономической системы, W – валовую добавленную стоимость (ВВП), Z – валовой объем промежуточных затрат, $\pi = W/Z$ – продуктивность системы воспроизводства, $a = Z/V$ – коэффициент промежуточного потребления. Тогда если $V = W + Z$, отсюда $\pi = 1/a - 1$. Пусть объем выпуска i -й отрасли V_i экономической системы, имеющей n отраслей, образует вектор \mathbf{V} ; изменение объёмов выпуска задаётся вектором индексов выпуска \mathbf{v} ; $[Z_{ij}]$ – матрица объёмов затрат ресурсов в процессе воспроизводства, $i, j = 1, \dots, n$ (здесь j – номер отрасли, занятой в производстве ресурса номер i); \mathbf{Z} – вектор прямых затрат с компонентами $Z_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij}$. Коэффициенты удельных затрат (ресурсоемкости) вычисляются по формуле:

$$a_{ij} = Z_{ij} / V_j \quad (1)$$

и образуют матрицу удельных затрат $\mathbf{A} = [a_{ij}]$, имеющую спектр \mathbf{S} . Тогда

$$\mathbf{Z} = \mathbf{A}\mathbf{V}. \quad (2)$$

Матрица \mathbf{A} задаёт структуру технологического ядра системы воспроизводства [1]. Будем предполагать, что \mathbf{A} является положительной шуровской матрицей (её максимальное собственное

значение меньше 1); затраты на выпуск, включающие фондообразование, конечное потребление, чистый экспорт, линейно зависят от объёмов выпуска.

3. Модель локально - равновесного режима воспроизводства

Рассматривается неуправляемый извне локально устойчивый режим воспроизводства технологического ядра экономики. Локальный характер процесса заключается в том, что прирост выпуска отрасли может происходить только за счёт собственной добавленной стоимости. Если интерпретировать \mathbf{v}^k , как вектор индексов выпуска для момента k , равновесными индексами выпуска и цен являются собственные векторы технологической матрицы. Собственное число матрицы A , интерпретируется как коэффициент промежуточных затрат для равновесного режима. Для расчёта собственного вектора и собственного числа положительной шуровской матрицы A [2] удобно воспользоваться её устойчивостью при построении сходящейся итерационной процедуры [3]:

$$\mathbf{v}^{k+1} = A \mathbf{v}^k \frac{\|\mathbf{v}^k\|}{\|A \mathbf{v}^k\|}, k = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Процесс (3) имитирует неуправляемый извне процесс приближения к устойчивому локально равновесному режиму воспроизводства для технологического ядра экономики. Собственное (фробениусово) число a^* матрицы A вычисляется как предельное значение

$$a^* = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\|A \mathbf{v}^k\|}{\|\mathbf{v}^k\|} \quad (4)$$

наибольшее среди всех её собственных чисел [2]. Это значение определяет локально - равновесную продуктивность $\pi^* = 1/a^* - 1$. Она заведомо меньше продуктивности, полученной в результате процессов оптимизации [3]. Однако полученная продуктивность является устойчивой, поскольку процесс (3) сходится к ней из любого состояния вектора индексов выпуска.

Таким образом, в состоянии равновесия индексы выпуска отраслей изменяются пропорционально промежуточным затратам, то есть, локально, в зависимости от располагаемых отраслями средств.

4. Балансовая модель влияния конечного потребления на параметры воспроизводства

Пусть \mathbf{C} – вектор конечного потребления, \mathbf{V}_c – вектор выпуска, учитывающий прирост конечного потребления объёмом c . Прирост конечного потребления $\Delta \mathbf{C} = \mathbf{d}c$ характеризуется структурой $\mathbf{d} = \mathbf{C}_0 / \|\mathbf{C}_0\|$, где \mathbf{C}_0 - начальный вектор конечного потребления рассматриваемого сектора экономики. Требуется рассчитать вектор сбалансированного выпуска \mathbf{V}_c как функцию стоимости дополнительного потребления c .

Прирост вектора выпуска $\Delta \mathbf{V}_c = \mathbf{V}_c - \mathbf{V}_0$ при дополнительном накоплении \mathbf{R} (включающем фондообразование и чистый экспорт) связан с приростом конечного потребления $\Delta \mathbf{C}$ уравнением:

$$\Delta \mathbf{V}_c = \mathbf{B}(\Delta \mathbf{C} + \mathbf{R} / f_0).$$

Здесь $\mathbf{B} = (\mathbf{E} - \mathbf{A})^{-1}$ – матрица полных затрат [1], f_0 – коэффициент фондоотдачи, означающего объем производственной мощности на единицу её стоимости, \mathbf{R}_c / f_0 – затраты на наращивание производственных мощностей.

Пусть eps - коэффициент резерва производственных, трудовых и материальных ресурсов. Тогда с учётом наличия резерва ресурсов дефицит мощностей, компенсируемый дополнительным выпуском, определяется из системы соотношений баланса:

$$\begin{cases} \mathbf{R} = \mathbf{R}_c \cdot q \\ \Delta \mathbf{V}_c = \min(\mathbf{B}(\Delta \mathbf{C} + \mathbf{R} / f_0), \mathbf{R} + \mathbf{V}_0 \cdot eps) \\ \mathbf{R}_c = \max(0, \mathbf{V}_c - \mathbf{V}_0 \cdot (1 + eps)) = \max(0, \Delta \mathbf{V}_c - eps \cdot \mathbf{V}_0) \end{cases} \quad (5)$$

Для модифицированного дополнительного фондообразования \mathbf{R} , множитель q выбирается так, чтобы прирост конечного потребления был максимальным при заданном (планируемом) объёме прироста конечного потребления c .

Предполагается, что покрытие дефицита осуществляется как за счёт производственных резервов, так и за счёт внутреннего продукта, образующегося в цикле воспроизводства. В результате увеличения конечного потребления, и в силу зависимости параметров воспроизводства от выпуска \mathbf{V} , происходит изменение промежуточных затрат ΔZ_{ij} продукта i в отрасли j , вызванное изменением выпуска, соответствующим приросту вектора конечного потребления $\Delta \mathbf{C}$. Вектор добавленной стоимости \mathbf{W}_c , обусловленный изменением конечного спроса и соответствующий вектор прироста конечного потребления $\Delta \mathbf{C}$ равны:

$$\mathbf{W}_c = \mathbf{V}_c - \mathbf{A}\mathbf{V}_c .$$

$$\Delta \mathbf{C} = \mathbf{V}_c - \mathbf{A}\mathbf{V}_c - \mathbf{R}_c / fo .$$

При этом, коэффициенты матрицы удельных затрат изменяются следующим образом:

$$\bar{a}_{ij} = (Z_{0ij} + \Delta Z_{ij}) / V_i = (Z_{0ij} + a_{ij} \cdot \Delta C_j) / V_i . \quad (6)$$

Преобразование матрицы \mathbf{A} в результате изменения конечного потребления приводит к изменению её собственных значений, а также и величины локально - равновесной продуктивности π^* . Это преобразование можно назвать *деформацией технологического ядра*. Осуществление такой деформации может происходить как в условиях локального финансирования фондообразующих затрат, так и в условиях централизованного финансирования.

5. Метод решения нелинейной системы уравнений баланса

Система уравнений (5) может решаться методом последовательных приближений с усреднением на итерациях промежуточных значений векторов \mathbf{R}_c и $\Delta \mathbf{V}_c$. Пусть k – номер итерации.

Начальное значение \mathbf{R}_c при $k=0$:

$$\mathbf{R}_c^0 = \max(0, \mathbf{B}\mathbf{d}c - eps \cdot \mathbf{V}_0) / (1 + eps) .$$

Далее по индукции: для итерации $k \geq 0$ вычисляются правые части выражений системы (5);

$$\mathbf{R}_c^{k+1} = \mathbf{R}_c(\mathbf{R}_c^k) \alpha^k + \mathbf{R}_c^k (1 - \alpha^k),$$

$$k \rightarrow k+1.$$

Здесь $\mathbf{R}_c(\mathbf{R}_c^k)$ – функция, реализуемая подстановкой \mathbf{R}_c^k в систему уравнений (5), $0 < \alpha^k < 1$ – элемент расходящегося ряда, $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha^k = 0$, $\sum_{k=1}^{\infty} \alpha^k = \infty$.

Последовательности \mathbf{R}_c^k и $\Delta \mathbf{V}_c^k$ сходятся к решению системы (5), поскольку начиная с некоторого шага k , выполняется условие $1 > \alpha^k \|\mathbf{R}_c(\mathbf{R}_c^k)\| / \|\mathbf{R}_c^k\|$. Если условие $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha^k = 0$ может оказаться излишним, тогда в качестве α^k можно взять соответствующую константу меньше 1 и сходимости к решению может возрасти.

6. Результаты вычислений для моделей воспроизводства с разной структурой конечного потребления

Целью вычислительного эксперимента является сравнение реакции системы воспроизводства на изменение структуры и объёма конечного потребления. Для демонстрации рассмотренного метода моделирования и получения качественных выводов при расчётах применялись Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг Российской Федерации за 2020 год [6]. Эта таблица, как и таблицы Росстата предыдущих лет, содержит одинаковое число отраслей и видов продукции с соответствующей специализацией, и в ней можно выделить симметричную подтаблицу. Для расчёта матрицы удельных затрат \mathbf{A} использовалась такая симметричная часть таблицы, соответствующая промежуточному потреблению отраслей, а кроме того, строка, содержащая вектор выпуска отраслей. Статистические данные также позволяют оценить долю незагруженных производственных отраслей eps порядка 25%, а средний коэффициент фондоотдачи fo порядка 0,5.

Рассчитывались значения объемов выпуска V , ВВП W , фондообразования R , конечного потребления C , продуктивности π для структуры конечного потребления c в таблице [6] для граф:

- Расходы некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства
- Расходы государственного управления на индивидуальные и коллективные товары и услуги
- Расходы домашних хозяйств на конечное потребление

Были получены следующие результаты для коэффициента фондообразования $q = eps^3$.

Все объёмные показатели измеряются в млн. руб.

7. Расходы некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства

Таблица. 1. Зависимость макропоказателей от планового потребления c

c	0	10000000	20000000	30000000	40000000	50000000
C	-	6405065	10482299	12582330	14001875	15009577
V	197224258	209447071	218456888	224313980	229146140	232546023
W	98738114	105406491	110077160	112661421	114721631	116215015
R	-	131656	428373	670488	990821	1233662

Полученный выпуск растёт с плановым конечным потреблением нелинейно, поскольку учитывает наращивание основных фондов. Если он достаточно большой, необходимо учитывать дополнительные ограничения на трудовые ресурсы.

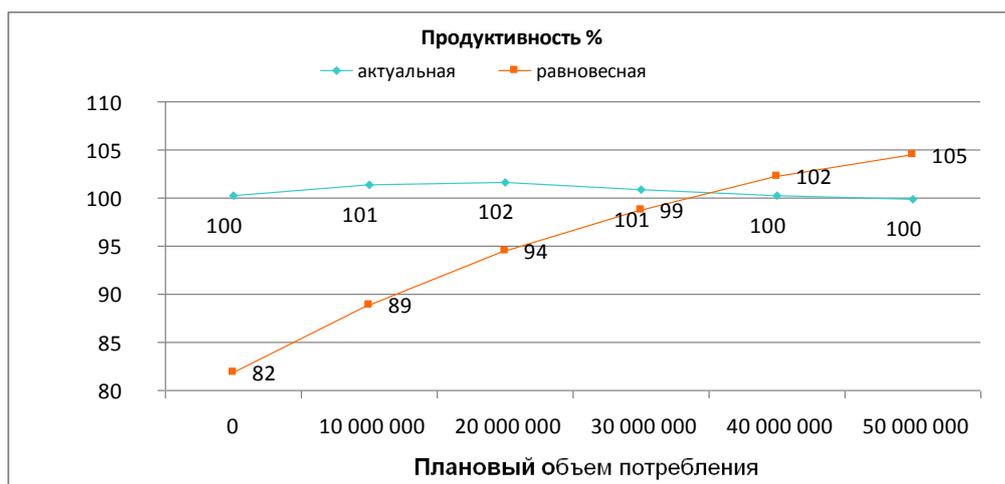


Рис. 1. Зависимости актуальной и равновесной продуктивности от планового потребления сектора

Равновесная продуктивность вычисляется процедурами поиска локального равновесия и пересчёта технологической матрицы (6). Графики актуальной и равновесной продуктивности пересекаются при объёме конечного потребления 35 трлн. руб. на уровне 101%. Этот объем потребления является точкой бифуркации, обладающей тем свойством, что при объёме конечного потребления меньше этой величины равновесная экономика уступает по продуктивности неуправляемой, а при большем значении – превосходит.

8. Расходы государственного управления на индивидуальные и коллективные товары и услуги

Таблица. 2. Зависимость макропоказателей от планового потребления c

c	0	10000000	20000000	30000000	40000000	50000000
C	-	7213870	10029152	12454093	14442242	16106009
V	197224258	210047501	216604327	222589450	227788496	231977751
W	98738114	106273334	109369225	112160109	114621570	116711958
R	-	160675	300980	483951	720607	933918

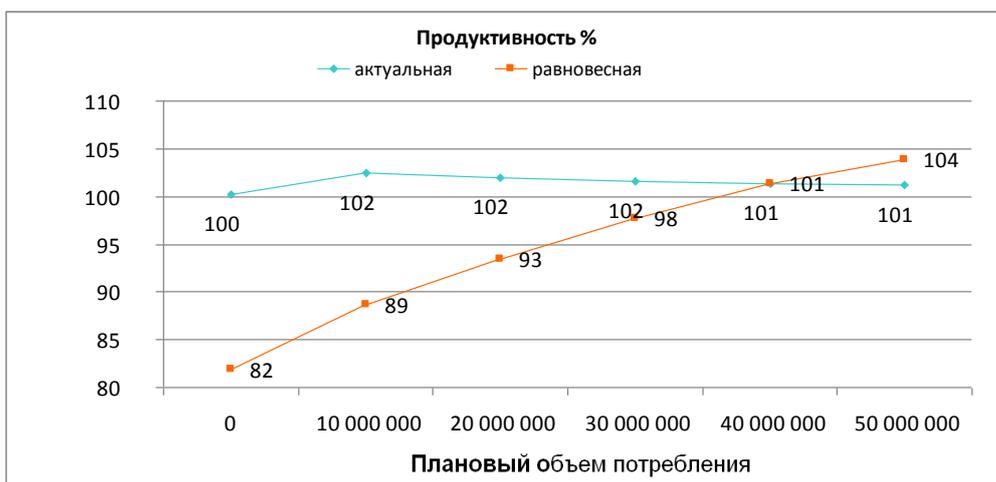


Рис. 2. Зависимости актуальной и равновесной продуктивности от планового потребления сектора

Графики актуальной и равновесной продуктивности пересекаются при объеме конечного потребления 40 трлн. руб. на уровне 101%.

9. Расходы домашних хозяйств на конечное потребление

Таблица. 3. Зависимость макропоказателей от планового потребления c

c	0	10000000	20000000	30000000	40000000	50000000
C	-	9877794	15277299	16684870	17292349	17789906
V	197224258	217963693	231015391	235761878	238129906	240091352
W	98738114	108650348	115019828	117218128	118452046	119519814
R	-	17220	502207	897572	1210792	1495897

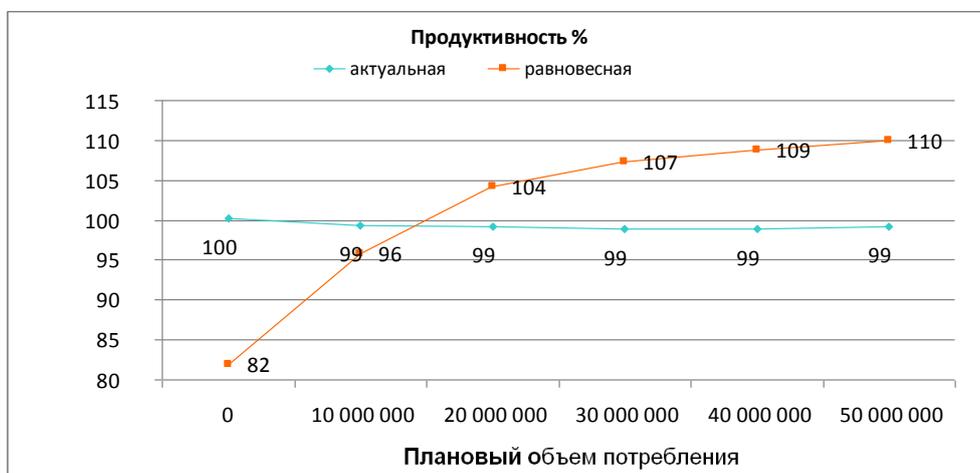


Рис. 3. Зависимости актуальной и равновесной продуктивности от планового потребления сектора

Графики актуальной и равновесной продуктивности пересекаются при объеме конечного потребления 17 трлн. руб. на уровне 99%.

При достаточном объеме конечного потребления равновесная продуктивность выше, чем актуальная продуктивность. При этом, равновесная продуктивность распет до величины, сравнимой с величиной, достигаемой при оптимальном консолидированном управлении [3]. Сравнение рассмотренных структур конечного потребления показывает, что наиболее перспективной является структура конечного потребления домашних хозяйств при точке бифуркации 17 трлн. рублей. Наименее перспективной является структура государственного управления на индивидуальные и коллективные товары и услуги с точкой бифуркации 49 трлн. рублей.

Увеличение коэффициента фондообразования до уровня $q = eps$ даёт значительный рост ВВП W , рост выпуска V , инвестиций в фондообразование R , но приводит к снижению конечного потребления C .

Таблица. 4. Зависимость макропоказателей от планового потребления c при $q = eps$

c	0	10000000	20000000	30000000	40000000	50000000
C	-	9845671	14065714	11414891	7302833	2142127
V	197224258	218115951	233007281	240643888	246863598	252757940
W	98738114	108714913	115882748	119462537	122601774	125590782
R	-	65564	1539460	4654766	8280414	12355270

При избыточном фондообразовании конечное потребление убывает, поскольку недополучает часть средств. Но при этом валовая добавленная стоимость растёт.

10. Заключение

Балансовая модель показала особенности процесса воспроизводства, связанные с нагрузкой экономической системы выпуском продукции конечного потребления:

- При росте коэффициента резерва eps объем конечного потребления может увеличиваться.
- Увеличение объема конечного потребления в зависимости от его структуры приводит к приросту равновесной продуктивности, достижимой в ситуации локального управления. Такой рост равновесной продуктивности является необратимым, так как он обусловлен изменением технологического потенциала воспроизводства.
- При превышении объёмом конечного потребления порогового значения, экономика достигает устойчивого состояния, при котором локальное управление позволяет обеспечивать величину равновесной продуктивности, большую её актуальной величины. Нарращивание конечного потребления при соответствующей структуре и объёме способно увеличить равновесный уровень продуктивности, достигаемый в режиме локального управления, когда каждая отрасль, взаимодействуя с другими, для инвестирования распоряжается только своим ресурсом.

Экономика с локальным управлением переходит в устойчивое равновесие, обеспечивающее минимальную продуктивность. Темп роста такой экономики зависит от объёма конечного потребления. Ловушка может заключаться в невозможности преодолеть порог бедности при малом конечном потреблении, поскольку после любого увеличения продуктивности следует возврат к прежнему равновесному уровню. Для увеличения продуктивности экономики необходимо наличие и разумное использование централизованного резерва. При достаточном росте объёма конечного потребления соответствующей структуры имеет место эффект бифуркации, когда равновесный уровень продуктивности начинает превосходить актуальный уровень. В результате прироста ВВП экономика имеет ресурс для дальнейшего прироста конечного потребления.

Российская экономика обладает потенциалом продуктивности, значительно превышающим её актуальное значение [3]. Однако актуальные уровни конечного потребления и продуктивности находятся ниже точки бифуркации. Нарращивание конечного потребления при соответствующей структуре и объёме способно увеличить как равновесный уровень продуктивности, так и уровень продуктивности, достигаемый путём оптимальной реструктуризации технологического ядра системы воспроизводства.

Полученные решения представляют собой рамочные значения экономических показателей в пределах заданной технологической базы [7]. Разработанные модели и методы могут быть применены для уточнения среднесрочных программ развития экономики РФ [8], в том числе, проекта базового безусловного дохода [9]. При соответствующей доработке они также могут применяться для решения задач материального обеспечения оборонного заказа [10]. Формирование устойчивых планов развития экономики [11] должно учитывать влияние конечного потребления домашних хозяйств на состояние внешней среды [12].

11. Литература

1. Леонтьев В.В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика. (Essays in economics. Theories, theorizing, facts, and policies) Перевод на русский язык: В.Г. Гребенников, И.И. Андреева, Ю.М. Дыханов, Н.В.Павлов, Н.А. Раннева. Общая редакция перевода С.С. Шаталина и Д.В.Валового.(М.: Политиздат, 1990).

2. *Ашманов С.А.* Введение в математическую экономику. – М. Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1984. -296 с.
3. *Гусев В.Б.* Экстремальные характеристики модели технологического ядра крупномасштабной экономической системы // Проблемы управления. 2021. № 6. С. 30-39.
4. *Гусев В.Б.* Бинарная модель управления реструктуризацией технологического ядра экономики // Проблемы управления. 2022. № 6. С. 14-25.
5. Таблицы ресурсов и использования товаров и услуг Российской Федерации за 2020 год (в текущих ценах, млн. руб.) Опубликовано Росстатом 26 января 2022 года. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tri-2020.xlsx>.
6. *Гусев В.Б.* Метод планирования реструктуризации и перехода к экономическому росту в условиях санкций // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 11. С. 84-87. DOI 10.52348/2712-8873_MMTT_2022_11_84.
7. Индикативное планирование и проведение региональной политики / В.Б. Гусев и др. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 368 с.
8. *Антипов В.И.* "ГОСПЛАН. Вчера, сегодня, завтра" - М.: Концептуал, 2019. - 208 с.
9. *Бобков В.Н., Антипов В.И., Колмаков И.Б., Черных Е.А.* Моделирование сценариев преодоления абсолютной монетарной бедности в России на основе концепции безусловного базового дохода // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Том 17. №2. С. 204–215. DOI: 10.19181/lsprr.2021.17.2.4.
10. *Гусев В.Б., Павельев В.В.* Использование непрерывных шкал при оценивании и принятии решений в сложных проблемных ситуациях / Прагматическая аналитика. М.: РПП ИНЭС/МНИИПУ ИД2396Р, 2023. С. 451-475.
11. *Chen C-W.* A Framework of Hybrid Method for Developing Optimal Sustainable Product Strategies and Sustainable Product Roadmap. Sustainability. 2024; 16(4):1374. <https://doi.org/10.3390/su16041374>.
12. *Nágela do Prado, Gustavo* Hermínio Moraes, Environmental awareness, engaged consumption and organic products consumption. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração. 2020. V 14. DOI 10.12712/rpca.v14i2.42212.