

УДК 005.22

**В.В. АЛЕКСЕЕВ**, кандидат технических наук  
**С.И. БОКОВ**, доктор экономических наук,  
профессор  
**У.А. ПЕСТУН**, кандидат экономических наук

## ИНСТРУМЕНТЫ ТЕОРИИ РЫНОЧНОЙ КОНКУРЕНЦИИ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ В РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ)

*В статье предложено использование инструментов теории рыночной конкуренции для анализа процессов импортозамещения электронных компонентов в радиоэлектронной аппаратуре. Построены мультипликативная функция полезности и ограничительная функция, зависящие от количества отечественной и импортной электронной компонентной базы. На основании решения задачи поиска максимума полезности с использованием указанных функций построена зависимость доли применения отечественной электронной компонентной базы в радиоэлектронной аппаратуре в зависимости от мотивационного соотношения. Общее мотивационное соотношение представлено мультипликативной функцией частных мотивационных соотношений, связанных с техническими, ценовыми, сервисными свойствами электронной компонентной базы и уровнем нормативного регулирования процессов импортозамещения. Рассмотрены примеры различных сценариев импортозамещения.*

**Ключевые слова:** импортозамещение; электронная компонентная база иностранного производства; электронная компонентная база отечественного производства; функция полезности.

Вопросы импортозамещения электронной компонентной базы иностранного производства (ЭКБ ИП) на электронную компонентную базу отечественного производства (ЭКБ ОП) являются насущной проблемой текущего состояния процессов локализации производства радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) в России. В государственных документах стратегического планирования развития радиоэлектронной отрасли отмечено отсутствие у потребителей (заказчиков) мотивации к использованию отечественной электронной продукции. В связи с этим задача исследования процессов импортозамещения в рамках анализа мотивационных подходов актуальна.

Необходимо отметить, что процессы импортозамещения можно рассматривать в рамках теории рыночной конкуренции, что также подчеркивалось в работе [1]. В качестве иллюстрации причинно-следственных связей указанных процессов на рисунке 1 приведена диаграмма, где показаны два альтернативных вида товара – ЭКБ ИП и ЭКБ ОП. При этом доля применения ЭКБ ОП и ЭКБ ИП в РЭА определяется соотношением их свойства и характеристик: технических, ценовых, сервисных, нормативных.

В соответствии с классической экономической теорией<sup>1</sup> указанные процессы можно анализировать с помощью инструмента кривых безразличия и бюджетных линий. Кривые безразличия строятся на основании функций полезности. Функции полезности определяют сочетания различных товаров, которые для потребителя имеют одинаковую предпочтительность. Наиболее часто применяется мультипликативная функция полезности. В случае процессов импортозамещения такими товарами выступают ЭКБ ОП и ЭКБ ИП. Функция полезности  $U$  в этом случае имеет следующий вид:

$$U = N_{оп}^a \times N_{ип}^b, \quad (1)$$

где  $N_{оп}^a$  – количество применяемой ЭКБ ОП;  $N_{ип}^b$  – количество применяемой ЭКБ ИП;  $a$  и  $b$  – показатели, определяющие степень предпочтения со стороны потребителя к использованию ЭКБ ОП и ЭКБ ИП соответственно.

<sup>1</sup> См.: Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика: учебник. Пер. с 13-го англ. изд. М.: Инфра-М, 1999. – 974 с.; Басовский Л.Е., Басовская Е.Н. Экономическая теория: учеб. пособие. М.: Инфра-М, 2010. – 375 с.; см. также [2; 3].

Эти показатели определяются несколькими видами мотивации в соответствии с рисунком 1.

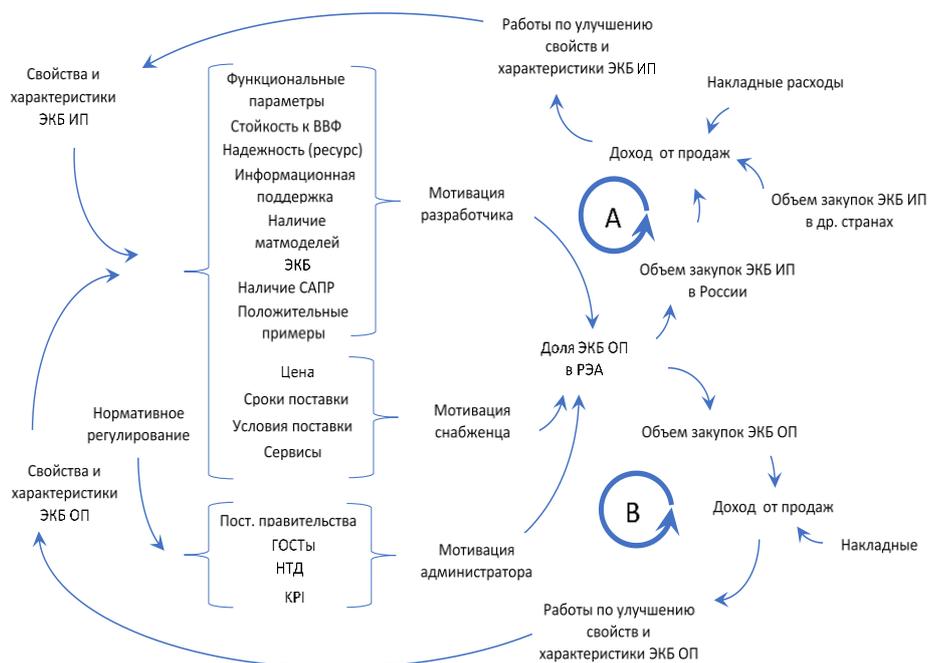


Рисунок 1 – Причинно-следственная диаграмма мотивации применения ЭКБ ОП

Кривая безразличия в соответствии с (1) определяется следующим выражением:

$$N_{ип} = \left( \frac{U}{N_{оп}^a} \right)^{\frac{1}{b}}. \tag{2}$$

График функции, определяемый выражением (2), приведен на рисунке 2 для трех сочетаний показателей  $a$  и  $b$ . При  $a = b$  мотивация применения ЭКБ ИП и ЭКБ ОП одинаковы. При  $a = 2, b = 1$  мотивация применения ЭКБ ОП больше мотивации применения ЭКБ ИП. На графике это свойство отображено тем, что при больших значениях  $N_{оп}$  величина  $N_{ип}$  меньше, чем в предыдущем случае. Для  $a = 1, b = 2$  ситуация меняется на противоположную.

В качестве ограничения (бюджетной линии) в процессах применения ЭКБ в РЭА выступает следующее выражение:

$$N = N_{оп} + N_{ип}, \tag{3}$$

где  $N$  – постоянная величина, равная количеству применяемой в РЭА ЭКБ.

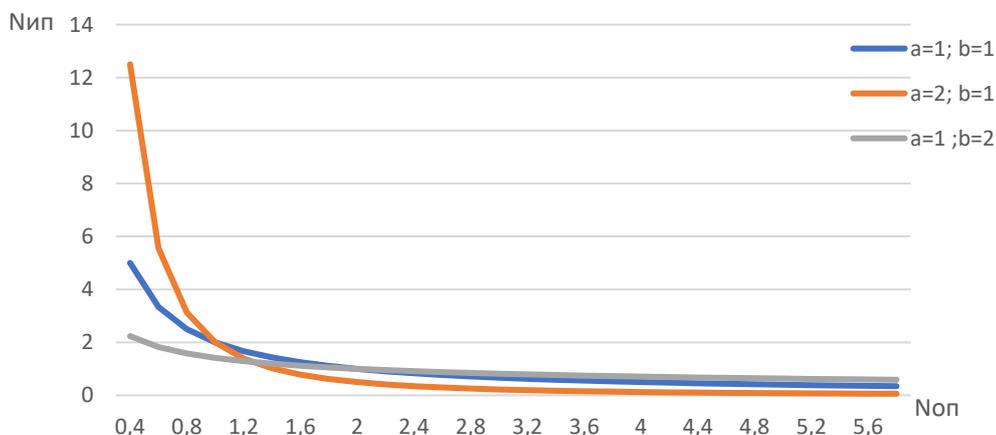


Рисунок 2 – Кривая безразличия при различных значениях мотивации

В отличие от классической теории, где ограничительная линия определяется бюджетом потребителя, в данном случае ограничительная линия определяется количеством ЭКБ, необходимой для производства РЭА.

Уравнение ограничительной линии в соответствии с (3) имеет следующий вид:

$$N_{ип} = N - N_{оп}. \quad (4)$$

На рисунке 3 приведен график ограничительной линии для  $N = 100$  и графики для двух сочетаний показателей  $a$  и  $b$  в соответствии с рисунком 2. При этом значение  $U$  выбиралось из условия совпадения ограничительной линии и кривой безразличия в одной точке. Это условие обеспечивает при заданном ограничении максимум полезности  $U$ .

Как видно из рисунка, при одинаковой для потребителя полезности ЭКБ ИП и ЭКБ ОП ( $a = b$ ) ограничительная линия пересекается с кривой безразличия в точке (50; 50), а при  $a = 1$  и  $b = 2$  в точке (35; 65). Таким образом, при мотивации потребителя к применению ЭКБ ИП в 2 раза большей, чем к ЭКБ ОП, доля ЭКБ ИП составляет 65%, а при одинаковой мотивации – 50%.

В настоящее время разработчики РЭА в наибольшей степени мотивированы к использованию ЭКБ ИП. Это состояние соответствует соотношению  $b > a$ . Преобразуем выражение (1) путем извлечения корня степени  $a$  из левой и правой части:

$$U^{\frac{1}{a}} = N_{оп} \times N_{ип}^{\frac{b}{a}}. \quad (5)$$

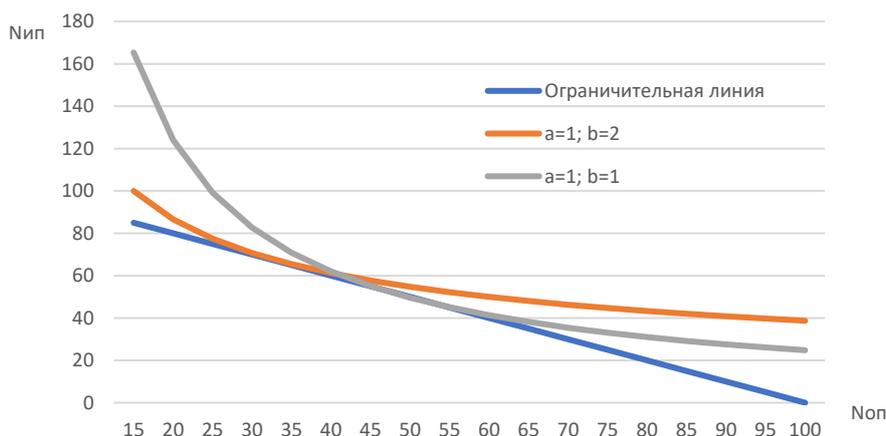


Рисунок 3 – Влияние мотивации на количество применяемой ЭКБ ОП

Обозначим степень переменной  $N_{ип}$  символом  $\gamma$ :

$$\gamma = \frac{b}{a}. \quad (6)$$

Переменная  $\gamma$  обозначает отношение мотивации разработчика РЭА по применению ЭКБ ИП к мотивации применения ЭКБ ОП. Будем называть ее мотивационным отношением. На рисунке 4 приведена зависимость доли ЭКБ ИП в РЭА в зависимости от мотивационного соотношения  $\gamma$ . Зависимость определяется следующим уравнением:

$$D = \frac{N_{оп}}{N_{оп} + N_{ип}} = 0,5 - 0,22 \ln(\gamma). \quad (7)$$

Уравнение (7) определено методом наименьших квадратов на основании, рассчитанных выше данных. При этом обеспечивается погрешность расчета менее 4%. Следует отметить, что указанной зависимости можно пользоваться и при  $a > b$ . В этом случае по осям абсцисс и ординат нужно откладывать значения  $1/\gamma$  и  $1/D$  соответственно [4; 5].

Из полученной зависимости следует, что наибольшая чувствительность доли ЭКБ ОП в РЭА к уровню мотивации соответствует точке (1; 0,5), где мотивации применения равны и доля ЭКБ ОП составляет 50%. По мере увеличения мотивации скорость изменения снижается. Например, снижение доли ЭКБ ОП с 0,5 до 0,4 требует увеличения мотивации в применении ЭКБ ИП в 1,5 раза, а снижение доли до 0,2 требует увеличения мотивации в 4 раза.

Как указывалось выше, параметры  $a$  и  $b$  зависят от набора мотивирующих свойств и характеристик ЭКБ, указанных выше (технические, ценовые и т.д.). Следовательно, параметры  $a$  и  $b$  являются функциями от указанных характеристик. Если одна из характеристик является неприемлемой, то остальные характеристики уже не имеют значения. Этому условию отвечает мультипликативная функция:

$$a = \prod_{i=1}^M p_{i_{оп}}; b = \prod_{i=1}^M p_{i_{ип}}, \quad (8)$$

где  $M$  – число характеристик и свойств ЭКБ;  $p_{i_{оп}}$  и  $p_{i_{ип}}$  – значения  $i$ -го свойства (характеристики) ЭКБ ОП и ЭКБ ИП соответственно.

Подставим функции (8) в выражение (6):

$$\gamma = \prod_{i=1}^M \frac{p_{i_{ип}}}{p_{i_{оп}}} = \prod_{i=1}^M \gamma_i, \quad (9)$$

где  $\gamma_i$  – отношение  $i$ -й характеристики ЭКБ ИП к  $i$ -й характеристике ЭКБ ОП или  $i$ -е мотивационное отношение.

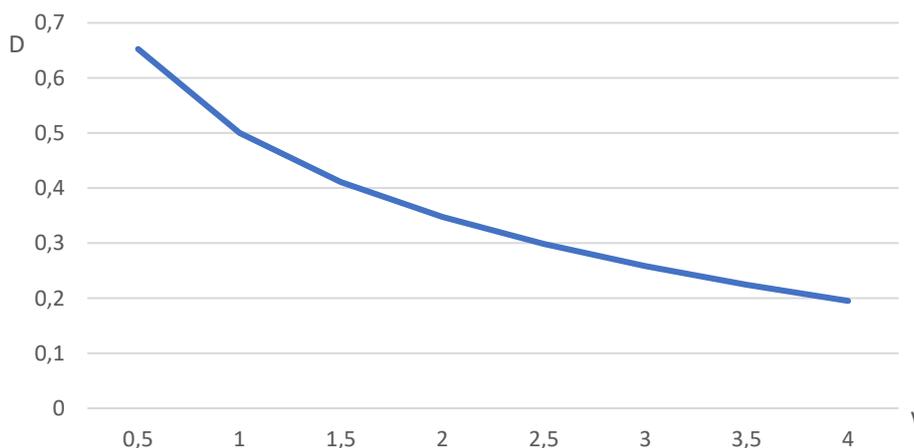


Рисунок 4 – Зависимость доли ЭКБ ИП в РЭА от мотивационного соотношения

Рассмотрим случай, когда достигнута ситуация паритета ЭКБ ОП и ЭКБ ИП по основным свойствам и характеристикам ( $p_{i_{ип}} = p_{i_{оп}}$ ). В этом случае  $\gamma = 1$  – получаем  $D = 0,5$  (рисунок 4). Указанная доля применения ЭКБ ОП не обеспечивает высокий уровень импорто-независимости. Для достижения более высоких значений  $D$  необходимо увеличивать мотивационное отношение  $\gamma$  за счет частных мотивационных отношений  $\gamma_i$ . В первую очередь это меры нормативного регулирования. Известно, что в специальной РЭА, где действуют более жесткие нормативные ограничения на применение ЭКБ ИП, значения  $D$  больше равновесного уровня 0,5. Напротив, в коммерческой РЭА, где нормативные ограничения более либеральны, значения  $D$  меньше равновесного уровня 0,5. Следующими путями повышения мотивационных соотношений являются в соответствии с рисунком 1:

- повышение технологического уровня производителей ЭКБ ОП;
- снижение цены ЭКБ ОП;
- снижение затрат на работы, связанные с заменой ЭКБ ИП на ЭКБ ОП в РЭА;
- улучшение сервиса по поддержке разработчика РЭА;
- улучшение логистики и др.

Следует отметить, что в рамках рассматриваемой задачи снижение затрат на покупку ЭКБ ОП и замену ЭКБ ИП как за счет оптимизации накладных расходов, так и за счет мер господдержки разработчик РЭА воспринимает как увеличение мотивации [6].

В таблице 1 приведены примеры различных сценариев значений частных мотивационных соотношений и соответствующее им значение  $D$  (доля ЭКБ ОП в РЭА). В таблице приняты следующие обозначения для мотивационных соотношений:

$\gamma_1$  – по техническим, функциональным и эксплуатационным характеристикам ЭКБ;

$\gamma_2$  – по ценовым характеристикам ЭКБ;

$\gamma_3$  – по уровню сервиса продаж и обслуживания ЭКБ;

$\gamma_4$  – по уровню нормативного регулирования процессов снижения уровня применения ЭКБ ИП.

При выборе значений частных мотивационных соотношений для регулируемого рынка рассматривалась в большей степени та его часть, которая относится к РЭА специального назначения. Частные показатели  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  и  $\gamma_3$  для коммерческого и регулируемого рынков меньше единицы, т.к. по этим показателям, особенно для высокотехнологичной ЭКБ, отечественная продукция уступает импортной. Показатели  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  для коммерческого рынка немного меньше в связи с тем, что в специальной РЭА используют ЭКБ ИП индустриального уровня, которая дороже ЭКБ ИП коммерческого уровня и в ряде случаев ниже по функциональным возможностям. Это связано с тем, что увеличение стойкости ЭКБ к внешним воздействиям приводит к снижению ее функциональных возможностей.

Таблица 1 – Примеры возможных сценариев импортозамещения ЭКБ

Наименование сценария	Частные мотивационные отношения				$\gamma$	$D$
	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$		
Состояние паритета	1	1	1	1	1	0,5
Коммерческий рынок	0,7	0,7	0,7	0,8	0,27	0,21
Паритет на коммерческом рынке	1	1	1	0,8	0,8	0,45
Регулируемый рынок	0,9	0,8	0,7	4	2	0,75
Паритет на регулируемом рынке	1	1	1	4	4	0,8

Из таблицы 1 видно, что на коммерческом рынке, где уровень нормативного регулирования не может быть высоким, основным путем повышения доли применения ЭКБ ОП является увеличение показателей  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  и  $\gamma_3$ . Для этого необходимо создание современной высокотехнологичной отрасли производства электронных компонентов, не уступающих зарубежным аналогам и даже превосходящих. Эта задача требует развития индустрии электронного машиностроения и специальных особо чистых материалов. Одним из важных путей повышения сервисного обеспечения жизненного цикла ЭКБ ОП является разработка отечественных САПР для проектирования ЭКБ и РЭА. Для снижения финансовых затрат на покупку и применение ЭКБ ОП необходимы меры государственной поддержки, т.к. современная электронная отрасль России не в достаточной степени конкурентная в сравнении с ведущими производителями ЭКБ ИП.

Представленные в статье подходы позволяют рассматривать мероприятия импортозамещения как единый многофакторный процесс в рамках теории рыночной конкуренции. Предложенный методический подход дает возможность разбиения общей задачи на подзадачи и установления для каждой подзадачи частного критерия. В свою очередь, это позволяет оценивать текущее состояние процессов импортозамещения и вырабатывать сбалансированные перспективные планы с учетом их межотраслевого характера.

### Список использованных источников

1. Алексеев В.В., Боков С.И. Совершенствование научно-методического аппарата процессов снижения импортозависимости радиоэлектронной аппаратуры от ЭКБ иностранного производства // Электроника: наука, технология, бизнес. 2021. №1(201). – 162-165 с.
2. Смагин Б.И. Некоторые свойства производственной функции Кобба-Дугласа // Экономика и математические методы. 1990. Т.26. №3. – С. 5-7.
3. Якимова Е.С. Переходный процесс модели Солоу в производственной функции Кобба-Дугласа // Интернаука. 2021. №16-3(192). – С. 15-16.
4. Емельяненко И.Н., Литвинова К.А., Камалова Н.С. Системный анализ при проектировании предприятий в секторе импортозамещения // Воронежский научно-технический вестник. 2020. Т.2. №2(32). – С. 18-25.
5. Голованчиков А.Б., Минь К.Д., Шибитова Н.В. Аппроксимация экспериментальных данных методом наименьших квадратов и методом наименьших относительных квадратов // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. 2019. №1(26). – С. 42-44.
6. Хрусталёв Е.Ю., Жуков А.О., Пестун У.А. К вопросу организации устойчивого управления социальной и экономической системами в условиях требуемой обороноспособности государства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. № 10 (355). С. 1818-1837.