ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОТРАСЛЕЙ

УДК 330.44

JEL D24

DOI: 10.17213/2312-6469-2021-4-73-88

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОПТИМУМ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

© Р.Т. Седунова, О.Г. Голиченко 2021

*Центральный экономико-математический институт РАН,
г. Москва, Россия*

В работе предлагается теоретическая модель инновационной функции, описывающая зависимость объема инновационной продукции от затрат на продуктовые инновации. Для этой модели характерна смена участков убывающей и возрастающей доходности. В качестве характерных точек этой функции рассматривались точки достижения ее максимальных значений и точку технологического оптимума, где имело место равенство среднего и предельного инновационных продуктов. Были выделены три группы размерных классов, где локально реализуется эта модель. В первую группу включены предприятия с числом занятых до 499 человек, во вторую группу – от 500 до 4 999 человек, в третью группу вошли два наиболее крупных размерных класса от 5 000 до 9 999 и более 10 000 занятых. Для первых двух групп размерных классов в результате расчетов были получены две точки технологического оптимума, в третьей группе наиболее крупных предприятий технологический оптимум не достигается. Оказалось, что наибольший технологический оптимум относится ко второй группе предприятий и находится вблизи размерного класса 1 000-4 999 занятых. Он на 60% выше аналогичного показателя для малых и средних предприятий и на четверть выше, чем для более крупного класса с 5 000-9 999 работниками. Недостижимость технологического оптимума для самых крупных предприятий возможно связана с диффузионной направленностью их инновационной деятельности.

Ключевые слова: инновационная функция, средний инновационный продукт, предельный инновационный продукт, участок возрастающей доходности, участок убывающей доходности, технологический оптимум.

TECHNOLOGICAL OPTIMUM OF INNOVATION PROCESSES AT RUSSIAN ENTERPRISES

© R.T. Sedunova, O.G. Golichenko 2021

*Central economics and mathematics institute of Russian academy of sciences,
Moscow, Russia*

A theoretical model of the innovation function that describes the dependence of innovative products on the cost of product innovation is proposed. This model has changing areas of decreasing and increasing return. There are two critical features of this function: the point of reaching its maximum and the point of technological optimum where the average and marginal innovative products are equal. Three groups of size classes that locally implemented this model were identified. The first group included enterprises with up to 499 employees, the second group - from 500 to 4,999 people. The third group consists of the two largest size classes with 5000-9999 and more than 10,000 employers. For the first two groups of size classes, as a result of calculations, two points of technological optimum were obtained; in the third group of the largest enterprises, the technological optimum is not achieved. It turned out that the greatest technological maximum belongs to the second group of enterprises and is located near the size class with 1000-4999 employers. It is 60% higher than the same indicator for small and medium-sized enterprises and by 25% higher than for the class with 5,000-9,999 employers from the third group of enterprises. The unattainability of the technological optimum for the largest enterprises is possibly related to the diffusion orientation of their innovative activities.

Keywords: *innovation function, average innovative product, marginal innovative product, areas of decreasing and increasing return, technological optimum.*

Введение

Различают два основных типа инноваций: продуктовые, изменяющие продукт фирмы, и бизнес-процессные инновации, воздействующие на бизнес-процессы фирмы [1]. Иными словами, инновационная деятельность компании состоит из имплементации продуктовых и процессных инноваций. Первые представляют собой «введение в употребление (внедрение) товара или услуги, являющихся новыми или значительно улучшенными по части их свойств или способов использования. Сюда включаются значительные усовершенствования в технических характеристиках, компонентах и материалах, во встроенном программном обеспечении, в удобстве использования или в других функциональных характеристиках» [2, с. 57].

Вторые «есть внедрение нового или значительно улучшенного способа производства или доставки продукта. Сюда входят значительные изменения в технологии, производственном оборудовании и/или программном обеспечении. Процессные инновации могут иметь целью снижение себестоимости или затрат по доставке продукции, повышение ее качества либо производство или доставку новых или значительно улучшенных продуктов» [2, с. 59].

Следует отметить, в руководстве Осло в редакции 2018 года процессные инновации связывают с новым или улучшенным бизнес-процессом [1, с. 72]. В последний включают не только ядерные бизнес-функции по производству товаров и услуг, но и поддерживающие функции, о которых только что шла речь, такие как: «распределение и логистика, маркетинг, продажи и послепродажное обслуживание; сервисы информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), обслуживающие фирму, административные и управленческие функции, инжиниринговые и

связанные с ними технические сервисы фирмы, развитие продуктов и бизнес процессов фирмы» [1, с. 72]. Поскольку статистика, используемая нами в данной работе, привязана к узкой трактовке процессных инноваций руководства Осло 2005 года, то именно ее мы будем придерживаться ниже.

В первой части приведенного выше определения процессных инноваций говорится о том, что они могут быть направлены на совершенствование уже известной продукции, не являющейся инновационной. В свою очередь во второй части этого определения указывается, что процессные инновации также могут быть задействованы при производстве инновационной продукции, иными словами, они могут сопровождать продуктовые инновации.

Действительно, если компания разрабатывает новый продукт, то она определяет производственную технологию, необходимую для его реализации. Такая технология может уже существовать на производстве, в этом случае нет необходимости в применении специальных процессных инноваций. Однако если такой технологии у предприятия нет, то необходимо ее создать, то есть возникает нужда в соответствующих процессных инновациях. К тому же, часто характеристики продуктовых инноваций задают конкретный состав процессных инноваций, необходимых для поддержки и реализации последних. Поэтому объемы затрат на продуктовые инновации оказываются тесно связанными с величиной затрат на поддерживающие их процессные инновации.

Таким образом, общий объем затрат на технологические инновации можно разделить на три категории. К первой можно отнести затраты на процессные инновации, реализация которых направлена на создание и совершенствование производства продукции, известной фирме. Оставшиеся две категории представляют собой затраты на продуктовые и процессные инновации, результатом имплементации которых является производство инновационной продукции. Именно этот процесс, вернее его характеристики, в частности степень технологической оптимальности на инновационно-активных предприятиях России будет интересовать нас ниже.

Отметим, что такое разделение затрат на технологические инновации на три категории действует и в рамках определений, представленных в новой редакции руководства Осло [1]. Поэтому, как мы увидим ниже, введенное расширение понятия процессных инноваций не противоречит содержанию и логике представленной работы.

1. Постановка задачи

В соответствии с только что сказанным нас будут интересовать процессы создания инновационной продукции, «входами» в которые являются инновационные ресурсы двух видов: непосредственно необходимые для создания продуктовых инноваций и необходимые для реализации производственных методов (процессных инноваций), поддерживающих создание продуктовых инноваций. Количественной мерой этих ресурсов служат

соответственно затраты на продуктовые инновации и затраты на процессные инновации, поддерживающие создание новых продуктов.

Обозначим ресурсы первого вида x , ресурсы второго вида y . Тогда выпуск инновационной продукции P в запишем в следующем виде:

$$P = f(x, y), \quad (1)$$

где f – дважды непрерывно дифференцируемая функция по своим переменным.

Кроме того, следуя вышесказанному, положим, что количество одного ресурса, затрачиваемого на создание продуктовых инноваций, должно поддерживаться затратами второго ресурса, связанного с процессными инновациями, иными словами ресурс x есть функция от ресурса y :

$$y = \varphi(x). \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), представим инновационную функцию зависимостью от одной переменной x (затрат на продуктовые инновации):

$$P = f(x, \varphi(x)) = P(x). \quad (3)$$

К общим характеристикам (признакам) технологии можно отнести средние (удельные) производительности инновационных ресурсов, а к локальным – предельные производительности ресурсов. Рассмотрим эти характеристики. Под средней производительностью или средним продуктом мы понимаем выпуск инновационной продукции, приходящейся на единицу ресурса x :

$$AP(x) = \frac{P(x)}{x}. \quad (4)$$

Под предельной производительностью или предельным продуктом подразумевается добавочный продукт, который возникает в результате вовлечения дополнительной единицы ресурса:

$$MP(x) = \frac{dP(x)}{dx}. \quad (5)$$

Характеристики возможного поведения кривых средних и предельных продуктов в зависимости от величины инновационного ресурса x (участки монотонности, выпуклости вверх или вниз этих кривых, их взаимное расположение), проиллюстрированы на рис. 1.

Вид кривой предельного продукта $MP(x)$ означает, что на отрезке $(0, x_1)$ каждая новая единица затрат ресурса приносит все больше дополнительных единиц инновационного продукта (или добавочного инновационного дохода), то есть

$$\frac{dMP(x)}{dx} > 0.$$

В точке x_1 , где

$$\frac{dMP(x)}{dx} = 0,$$

достигается максимум предельного инновационного продукта. Таким образом на отрезке от 0 до x_1 имеет место закон возрастающей доходности.

Далее, на отрезке (x_1, x_2) , где $\frac{dMP(x)}{dx} < 0$, ситуация меняется, и каждая новая единица затрат приносит все меньшее количество добавочного инновационного продукта. Действует закон убывающей доходности. В точке x_3 предельный доход становится равным нулю и достигается максимальный объем выпуска инновационной продукции. При значениях инновационного ресурса, превышающих x_3 , каждая его новая единица уже не приносит дополнительного дохода от выпуска инновационной продукции.

Поведение $MP(x)$ определяет характер кривой $AP(x)$: до тех пор, пока $MP(x)$ остается выше $AP(x)$ имеет место рост последней кривой. Это объясняется тем, что новая единица ресурса x , вовлекаемая в инновационный процесс, приносит все больший доход, увеличивая тем самым величину среднего продукта $AP(x)$. При переходе через точку x_1 уменьшение дополнительного дохода, вносимого новыми единицами ресурса x , замедляет рост среднего дохода $AP(x)$. Геометрически это выражается в том, что при переходе через x_1 кривая $AP(x)$ становится более пологой, чем на отрезке от 0 до x_1 . Однако до тех пор, пока значения $MP(x)$, снижаясь, все же остаются выше величины $AP(x)$, они вызывают рост последней.

В некоторой точке x_2 кривые $MP(x)$ и $AP(x)$ пересекаются и значения среднего и предельного продуктов совпадают. В этой точке $AP(x)$ достигает максимума. Дальнейшее вовлечение дополнительных единиц инновационного ресурса x приводит к снижению добавочного дохода $MP(x)$, и, тем самым, уменьшает средний доход $AP(x)$, характеризующий среднюю отдачу используемых в инновационном процессе технологий. Точку в которой $AP(x)$ достигает максимума назовем технологическим оптимумом инновационного процесса или точкой максимальной отдачи технологии. Поиск такого технологического оптимума является целью данной работы.

Графически возможное поведение кривых $MP(x)$ и $AP(x)$ изображено на рис. 1.

Используя описанные зависимости средних и предельных продуктов, можно установить вид функции выпуска инновационной продукции от инновационного ресурса. Чтобы это сделать, прежде всего, примем во внимание, что геометрически значение $MP(x)$ в произвольной точке x равно тангенсу угла наклона касательной к кривой $P(x)$ в этой точке. Участки роста или падения $MP(x)$ задают участки выпуклости (соответственно вниз или вверх) инновационной кривой. Значение $AP(x)$ в некоторой точке x равно тангенсу угла наклона, составленного лучом, проведенным из начала координат к точке плоскости с координатами $(x, P(x))$.

Исходя из этого можно изобразить зависимость кривой выпуска инновационной продукции от инновационного ресурса (см. рис. 2).

Рис. 1. Кривые зависимости средних (AP) и предельных (MP) продуктов от инновационного ресурса (x)

Рис. 2. Кривая зависимости выпуска инновационной продукции от инновационного ресурса

Вид кривой $P(x)$ позволяет выделить следующие ее характерные участки:

1. Участок от 0 до x_1 . На этом отрезке в силу роста $MP(x)$

$$\frac{dMP(x)}{dx} = \frac{d^2P(x)}{dx^2} > 0.$$

То есть функция $P(x)$ является выпуклой вниз.

2. Участок от x_1 до x_3 . На этом отрезке вследствие падения $MP(x)$

$$\frac{dMP(x)}{dx} = \frac{d^2P(x)}{dx^2} < 0.$$

Иными словами, функция $P(x)$ становится выпуклой вверх, а точка x_1 является точкой ее перегиба.

3. Участок, где $x > x_3$ характеризуется тем, что $P(x)$ достигает максимума в точке x_3 и при $x > x_3$ верно, что $P(x) \leq P_{\max}$.

В соответствии, с вышесказанным, движение к технологическому оптимуму определяется динамикой луча, проведенного из начала координат к точкам кривой $P(x)$ при увеличении значений ресурса x . Достигается этот технологический оптимум в той точке x , в которой имеет место касание данного луча кривой $P(x)$. Данная точка на рис. 2 обозначена как x_2 . Она является точкой, в которой достигается максимальная отдача, то есть точкой достижения процессом технологического оптимума.

2. Теоретическая основа постановки задачи

Теоретической основой постановки задачи, изложенной в предыдущем разделе, можно считать неоклассический подход к построению производственной функции и работы, посвященные индуцированным технологическим сдвигам.

В частности, следуя методологии производственной функции [3, 4, 5] можно считать, что технология описывается зависимостью производственной функции убывающей отдачи от эффективных ресурсов [6]. Под эффективным ресурсом понимается фактор производства, умноженный на коэффициент эффективности. В нашем случае мы будем полагать, что значения коэффициентов эффективности определяется затратами x и y на продуктовые и процессные инновации. Тогда, выбрав наиболее простую двухфакторную модель производственной функции, получим зависимость

$$P(A, B, L, K) = F(AL, BK), \quad (6)$$

где K и L основные факторы производства (труд и капитал). Предполагается, что продуктовые инновации являются результатом применения творческой части труда – L , а процессные инновации в значительной мере связаны с повышением эффективности и качества производственного капитала – K . Поэтому, будем считать, что коэффициент эффективности при труде во многом определяется затратами на продуктовые инновации и $A = A(x)$, а коэффициент эффективности при капитале в значительной мере зависит от затрат процессные инновации и $B = B(y)$. A и B будем считать возрастающими функциями от своих переменных. Тогда эффективный ресурс (фактор) труда равен $A(x)L$, а эффективный ресурс (фактор) капитала – $B(y)K$. Если предположить, что при инновационной деятельности основные факторы K и L меняются мало, то есть они фиксированы в рамках нашего рассмотрения, то имеем, что введенная выше (1) функция $f(x, y)$ определяется выражением

$$f(x, y) = F(A(x)L, B(y)K). \quad (7)$$

Тогда из свойства двухфакторной производственной функции возрастания коэффициентов $A(x)$ и $B(y)$ непосредственно вытекает, что инновационная функция $f(x, y)$ в (1) при фиксации одной из своих переменных монотонно возрастает по другой. Например, если x_1 и x_2 таковы, что:

$x_1 > x_2$, то и $f(x_1, y) \geq f(x_2, y)$. Аналогично при $y_1 > y_2$ выполняется: $f(x, y_1) \geq f(x, y_2)$. Сказанное означает, что первые частные производные инновационной функции (ее предельные производительности) неотрицательны:

$$\frac{\partial f}{\partial x}(x, y) \geq 0;$$
$$\frac{\partial f}{\partial y}(x, y) \geq 0.$$

Вообще говоря, в стандартной неоклассической теории коэффициент B при факторе K считается неизменным [7]. В нашем случае, исходя из смысла процессных и продуктовых инноваций, мы предполагаем, что он зависит от коэффициента A при труде (точнее говоря, от затрат на продуктовые инновации), поскольку процессные инновации поддерживают продуктовые. Литература, в рамках которой исследуются вопросы связи коэффициента B и A , касается индуцированных инноваций. В [8] постулируется, что существует граница инновационных возможностей, при достижении которой изменения коэффициента эффективности при труде L определяют изменения второго коэффициента эффективности при капитале K . В нашем случае, носителями изменений этих коэффициентов служат переменные x и y , поэтому мы положим, что

$$B(y) = \Phi(x),$$

где Φ некоторая функция. Разрешив данное уравнение относительно y , получим (3).

3. Методология работы со статистикой

Перейдем теперь к методам работы со статистикой, принятым в данной работе. Прежде всего отметим, что российская статистика не позволяет непосредственно сопоставить объемы затрат, необходимых для создания продуктовых инноваций, и объем выпуска инновационной продукции для определенного вида производства. Однако это возможно сделать внутри размерных классов. Каждый такой размерный класс состоит из фирм, численность занятых на которых ограничена определенным диапазоном. Для размерного класса известны затраты на продуктовые инновации и соответствующий объем выпускаемой инновационной продукции. Поэтому построить зависимость объемов выпускаемой инновационной продукции от затрат на продуктовые инновации для промышленности в целом можно используя соответствующие данные, доступные для рассматриваемой совокупности размерных классов.

Для каждого размерного класса, вернее на множестве входящих в него предприятий, как это часто делается в экономических исследованиях, выделяется типичный представитель, как некоторое «усредненное» предприятие. Для того чтобы охарактеризовать такого представителя, каждый экономический показатель, соответствующий данному размерному классу, разделим на количество предприятий в размерном классе. Таким образом, объем выпуска инновационной продукции типичного представителя вы-

числяется как отношение суммарного выпуска инновационной продукции класса к количеству предприятий в классе. Аналогично, затраты на продуктовые инновации типичного представителя будут равны отношению затрат на продуктовые инновации класса к числу предприятий класса.

Выделение для каждого размерного класса его типичного представителя по сути означает, что делается предположение об однородности инновационных предприятий, входящих в данный класс. При этом характеристики, полученные для типичных представителей каждого класса, значительно различаются при переходе от одного размерного класса к другому. В этом проявляется разнородность совокупности рассматриваемых однородных размерных классов. Далее мы будем отождествлять размерный класс предприятий с его типичным представителем.

При установлении количественных зависимостей между объемом инновационной продукции и затратами на продуктовые инновации необходимо учитывать наличие некоторого временного лага между приложенными усилиями (в рассматриваемом случае – между понесенными затратами на продуктовые инновации) и результатом, представляющим собой инновационную продукцию, изготовленную с использованием данных затрат. Иными словами, эффект от понесенных в году N затрат на инновационную деятельность, который отражается в объеме выпущенной инновационной продукции, может иметь место как в году N , так и в последующих годах. Таким образом, не корректно было бы проводить поиск такой зависимости в рамках одного года. Ограниченность временных рядов данных не позволяет организовать процедуру поиска такого лага. Поэтому для более объективного отражения связи между результатом инновационной деятельности (инновационной продукцией) и ресурсами (затратами), необходимыми для получения этих результатов, производилось усреднение значения указанных показателей за 6 лет (в период с 2013 по 2018 годы). По нашему мнению, это позволяет в значительной степени учесть описанный эффект отложенного действия затрат на выпуск инновационной продукции.

В работе использованы данные российской статистики, содержащиеся в Сведениях об инновационной деятельности организаций (Форме № 4-инновация). Данные, представленные на последующих графиках представлены в ценах 2018 года. Нанесем на плоскость точки с координатами (x, y) равными соответственно значениям затрат на продуктовые инновации и объему инновационной продукции для каждого размерного класса, и соединим эти точки гладкой кривой (см. рис. 3).

Гладкая кривая, соединяющая точки, о которых только что шла речь, получена интерполяцией методом кубического сплайна. Движение по такой кривой от меньшего размерного класса к большему характеризует изменение рассматриваемых показателей при «укрупнении» инновационных производств.

Рис. 3. Кривая зависимости объема инновационной продукции от затрат на продуктовые инновации для российских промышленных предприятий, 2013-2018 гг.

При внимательном рассмотрении данной кривой можно заметить, что, скорее всего, существуют два кандидата на точки технологического оптимума, то есть имеются два луча, проведенные из начала координат и касающиеся полученной инновационной кривой. Первая из точек касания, вероятно, располагается в самом начале кривой, среди классов малых и средних предприятий. Вторая – в окрестности размерного класса с 1 000-4 999 занятыми.

Важно понимать, что, в силу определения типичного представителя, близость критической точки к точке, характеризующей его, не тождественна тому, что все предприятия данного размерного класса расположены вблизи рассматриваемой критической точки. Это связано с тем, что типичный представитель характеризуется усредненными значениями для своей популяции предприятий.

Для более точного анализа разделим данную кривую на две части: первая часть относится к размерным классам с числом занятых до 999 человек, вторая – с числом занятых 1 000 и более человек.

4. Малые и средние предприятия с числом занятых до 999 человек

Кривая для типичных представителей малых и средних размерных классов представлена на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что для выделенных размерных классов полученная кривая повторяет вид теоретической кривой рис. 2. На полученной можно выделить критические точки x_1 , x_2 , x_3 о которых говорилось выше, и построить кривые средних и предельных продуктов (см.рис. 5).

Рис. 4. Кривая зависимости объема инновационной продукции от затрат на продуктовые инновации для российских промышленных предприятий с числом занятых до 999 человек, 2013-2018 гг.

Рис. 5. Кривая зависимости средних и предельных продуктов от затрат на продуктовые инновации для российских предприятий промышленности с числом занятых до 999 человек, 2013-2018 гг.

Из представленных выше рисунков видно, что точки, характеризующие типичных представителей первых четырех размерных классов до 249 занятых, расположены левее критической точки x_1 , являющейся границей роста добавочного инновационного дохода. Иными словами, для данных размерных классов при переходе от меньшего к большему, растет доба-

При переходе через границу своего роста добавочный доход начинает снижаться, уменьшая тем самым скорость роста среднего дохода. Однако для размерного класса 250-499 человек как средний, так и добавочный доход, все еще остаются выше аналогичных показателей размерного класса 200-249 человек.

5. Крупные предприятия с числом занятых 1 000 человек

$$y = 0,00000000000000001606x^4 - 0,000000000004369787607x^3 + 0,000035316636894986x^2 - 4,55073188183489x + 363\,918,482188866 \quad (8)$$

Первая кривая имеет локальный минимум, расположенный между размерными классами с 1 000-4 999 и 5 000-9999 занятых. Но, к сожалению, статистические данные не обеспечивают точную идентификацию такого поведения инновационной кривой на данном отрезке. В связи с этим было принято решение для построения зависимости выпуска инновацион-

ной продукции от инновационного ресурса отдать предпочтение методу полиномиальной интерполяции. Это позволяет избежать неестественного «проседания» кривой между указанными размерными классами.

Используя аналитическое выражение кривой (8) нетрудно получить зависимости средних и предельных продуктов от объемов инновационного ресурса. Эти зависимости приведены ниже на рис. 7.

Рис. 6. Кривая зависимости объема инновационной продукции от затрат на продуктовые инновации для российских промышленных предприятий с числом занятых более 1 000 человек, 2013-2018 гг.

Рис. 7. Кривая зависимости средних и предельных продуктов от затрат на продуктовые инновации для российских предприятий промышленности с числом занятых более 1 000 человек, 2013-2018 гг.

Из рис. 6 и рис. 7 можно заметить, что для рассматриваемых здесь размерных классов выделяются два участка, соответствующие разным типам поведения репрезентативных агентов. На первый участок попадают размерные классы с числом занятых 500-999 человек и 1 000-4 999 человек, на второй – 5 000–9 999 человек и более 10 000 человек. При таком разделении видно, что для первого выделенного участка полученная на рис. 6 кривая вновь (как и для малых и средних предприятий) подобна теоретической кривой (рис. 2). Поэтому на рис. 6 можно выделить критические точки x_1 , x_2 , x_3 , о которых шла речь выше.

На рис. 7 показано, что для первого участка кривой начиная с размерного класса с 500-999 занятых каждая новая единица инновационного ресурса влечет за собой увеличение предельного и среднего доходов. Первая критическая точка x_1 – граница роста добавочного дохода – находится между размерными классами, попадающими на первый рассматриваемый участок. При этом, несмотря на снижение добавочного дохода при переходе через x_1 , для размерного класса 1 000-4 999 человек он все еще остается выше, чем для класса предыдущей размерности (500-999 человек). При дальнейшем увеличении инновационного ресурса достигается точка технологического оптимума (когда средний доход максимален), а затем и точка x_3 локального максимума объема выпуска инновационной продукции (см. рис. 6).

Наконец, начиная с некоторой величины инновационного ресурса, предельный и средний доход снова начинают расти – мы переходим ко второму выделенному здесь участку. Данный рост для предельного продукта весьма значительный, что находит свое отражение и в резком росте инновационной продукции. Но, в то же время, что касается среднего дохода, то для размерного класса с 5 000–9 999 занятых он остается на достаточно низком уровне, примерно равном среднему доходу двух предшествующих ему размерных классов. С одной стороны, это свидетельствует о низкой базе, что не позволяет увеличить значение среднего дохода в следующей точке роста.

Возможно, что значительный рост предельного инновационного продукта связан с возможностями организовывать массовый выпуск за счет эффекта масштаба крупного производства, особенно если новый продукт не несет радикальных изменений, требующих существенной перестройки существующих предприятия производственных и иных бизнес-процессов. Низкая база среднего дохода (средней отдачи) инновационного продукта может быть связана не только с этим обстоятельством, но и с тем, что основные затраты на создание нового продукта несли сторонние организации (возможно, малые и средние предприятия), а рассматриваемое предприятие активно занималось лишь его диффузией нового продукта. Для очень крупных предприятий (более 10 000 человек) данной предположение подтверждается тем фактом, что для них затраты на продуктовые

инновации составляют лишь треть всех инновационных затрат, а на процессные – две трети, в то время как для предприятий численностью занятых от 500 человек и выше характерно разделение затрат на продуктовые и процессные инновации в примерно в равных долях.

Заключение

Таким образом, в работе была введена инновационная функция, описывающая зависимость объема инновационной продукции от затрат на технологические инновации.

При определении аналитических свойств этой функции в качестве теоретической основы использовались результаты, описанные в теории неоклассической производственной функции, и подходы работ по индуцированным инновациям. С учетом всего этого была предложена теоретическая модель инновационной функции, в которой участки убывающей доходности от инновационных ресурсов сменяются участками возрастающей доходности. В качестве характерных точек этой функции рассматривались точка достижения максимальных значений инновационной продукции и точка технологического оптимума. Под последней понималась точка, где достигает максимума средняя производительность инновационного ресурса.

Предложенная теоретическая модель была применена для анализа связи между «входами» и «выходами» инновационного процесса, а именно между объемом выпуска инновационной продукции и необходимыми затратами. Попытка применить эту модель для всей совокупности размерных классов показала, что не существует единой функции, описывающей эту модель для всей совокупности сразу. В то же время удается выделять три группы размерных классов, где локально эта модель «работает». В первую группу попадают малые и средние размерные классы предприятий с числом занятых до 499 человек, во вторую группу – от 500 до 4 999 человек, в третью группу два самых крупных размерных класса с числом занятых 5 000-9 999 и более 10 000 человек. Размерный класс с 500-999 занятых является пограничным для рассматриваемых групп и учитывался при построении в обеих группах.

Из всех трех рассматриваемых групп инновационная функция в наибольшей степени соответствует теоретической модели в первых двух. В третьей группе полученная кривая «обрывается». Поэтому для первых двух групп удалось выделить критические точки и характерные участки поведения инновационной функции и построить кривые зависимостей среднего и предельного продуктов от инновационного ресурса. Точка пересечения этих кривых, то есть точка, в которой достигается равенство величин средних и предельных продуктов, а значит максимума средней производительности инновационного ресурса, является точкой технологического оптимума. В результате для двух групп размерных классов удастся выделить размерные классы, представители которых близки к достижению локального технологического оптимума. Первый из них находится в

окрестности размерного класса 250-499 человек, второй – около размерного класса с 1 000-4 999 занятых. По величине технологический максимум для второй группы предприятий на 60% выше аналогичного максимума для первой группы предприятий (5 и 3,1 соответственно).

Что касается самых крупных размерных классов, то они не достигают технологического оптимума, реализуя лишь соответствующую часть инновационной кривой. По-видимому, эти предприятия активно занимаются диффузией инноваций, созданных другими классами предприятий.

Литература

1. Manual Oslo. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Luxembourg: OECD Publishing, Paris: Eurostat, 2018. 254 p. DOI: 10.1787/9789264304604-en.
2. Руководство Осло Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям (перевод с англ.). 3-е изд. Совместное издание ОЭСР и Евростата – М. ЦИСН, 2010. – 107 с.
3. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 238 с.
4. Arrow K.J. et al. Capital-labor substitution and economic efficiency// The review of Economics and Statistics. 1961. Vol. 43. No. 3. Pp. 225-250.
5. Интрилигатор М. Методы оптимизации и экономическая теория / пер. с англ. под ред. и с пред. Конюса А.А. – М.: Прогресс, 1975. – 606 с.
6. Голиченко О.Г. Экономическое развитие в условиях несовершенной конкуренции: Подходы к многоуровневому моделированию. – М.: Наука, 1999. – 190 с.
7. Acemoglu D. Introduction to economic growth// Journal of economic theory. 2012. Vol. 147. No. 2. Pp. 545-550.
8. Kennedy C. Induced bias in innovation and the theory of distribution// The Economic Journal. 1964. Vol. 74. No. 295. Pp. 541-547.

Поступила в редакцию

23.07.2021

Седунова Равиля Талгатовна – аспирант, Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва.

Sedunova Ravilya T. – Postgraduate student, Central Economics and Mathematics Institute RAS, Moscow.

Голиченко Олег Георгиевич – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центральный экономико-математический институт РАН, г. Москва, Россия.

Golichenko Oleg G. – Doctor of Economics, Professor, Leading Researcher, Central Economics and Mathematics Institute RAS, Moscow, Russia.

Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 47
47, Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117418, Russia
e-mail: r.fakhrudinova@gmail.com
e-mail: olichenko@rambler.ru