

# ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

УДК 338.33:658

В.В. Трубчанин<sup>1</sup>*Институт экономических исследований,  
г. Донецк, Украина*

## МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

**Аннотация.** Целью работы является разработка научно-методического подхода к обоснованию решений в системе диверсификации производства, основанного на использовании комплекса оптимизационных моделей, который позволяет принимать решения в области повышения потенциала диверсификации производства и планирования диверсификации производства с учетом имеющихся у предприятия возможностей и существующих угроз падения спроса. Представлена схема принятия решений в системе диверсификации производства. Предложена экономико-математическая модель для определения приоритетных направлений расширения производственных возможностей предприятия в целях увеличения его потенциала диверсификации производства. Решение сформулированной оптимизационной задачи при указанных ограничениях и целевой функции позволяет при ограниченных средствах выбрать для приобретения те ресурсы, увеличение доступности которых позволит максимально увеличить потенциал диверсификации производства. При необходимости в ограничениях модели можно также ввести целевые значения определенных параметров, в частности рыночную долю на определенных рынках сбыта (соответствует стратегии удержания рынка); объем реализации на определенных рынках сбыта; выручку от реализации продукции; рентабельность производства и др. Предложенная модель может быть соответствующим образом модифицирована и дополнена возможностями учета факторов, которые не затрагиваются в существующем виде. Представленная модель может учитывать различные входящие параметры, соответствующие различным вариантам развития ситуации. При практическом применении изложенных положений рекомендуется наносить полученные с использованием предложенной модели данные на графики, которые затем будут использоваться при формировании и реализации планов и проектов диверсификации. Таким образом, был разработан научно-методический подход к обоснованию решений в системе диверсификации производства, основанный на использовании комплекса оптимизационных моделей, который позволяет принимать решения в области повышения потенциала диверсификации производства и планирования диверсификации производства с учетом имеющихся у предприятия возможностей и существующих угроз падения спроса.

**Ключевые слова:** диверсификация производства; потенциал диверсификации производства; планирование диверсификации производства; снижение спроса; управленческое решение; научно-методический подход; оптимизационные модели; возможности предприятия; принятие решения; ограничения; прогноз; дискрет.

### Актуальность

Конечной целью диверсификации производства, независимо от того, выполняется ли она в качестве реакции на изменение рыночной конъюнктуры или же становится результатом стремления руководства предприятия к расширению его деятельности, является улучшение финансовых и произ-

водственных показателей предприятия, а также его способности успешно противостоять колебаниям внешней среды, прежде всего рыночных условий. В связи с этим итогом различных действий, связанных с диверсификацией производства, в частности прогнозирования спроса с учетом угроз его резкого снижения, оценки потенциала

диверсификации производства и прочих, должно стать обоснование решений о целесообразности проведения диверсификации, конкретных направлениях, сроках, необходимых ресурсах. Для этого следует оценить, к каким результатам приведут действия, связанные непосредственно с планированием диверсификации или направленные на повышение возможностей предприятия проводить диверсификацию.

### **Степень проработанности проблемы**

Проблемам принятия решений в сфере диверсификации производства посвящен ряд работ отечественных и зарубежных авторов таких как П. Горецки [15], Р. Нельсон [17], П. Варадраджана [18], Й. Уинда [19], С. Брускони [12], К. Чанг [13], Б. Лосби [16] и др. Помимо рассмотренных ранее работ, посвященных концептуальному обоснованию «рамочных» подходов (ресурсный, системный, маркетинговый и пр.), существуют более конкретные исследования, посвященные практической реализации стратегий диверсификации. Так, предлагается использовать адаптированный из практики управления инвестициями в ценные бумаги портфельный подход к диверсификации [1]. Несмотря на то, что данная работа представляет определенный интерес, прежде всего с точки зрения учета рисков различных комплексных планов производственной диверсификации, в ней не предлагается конкретных подходов к формированию новых планов производства. Ф. Фай акцентирует внимание на взаимосвязи диверсификации имеющихся в распоряжении предприятия технологий с диверсификацией производства продукции [14]. В работе тайваньских авторов представлена модель

оценки взаимосвязи между стратегиями международной диверсификации и диверсификации ассортимента продукции, тем не менее они не предлагают конкретных моделей для обоснования выбора перспективных видов продукции для производства [13]. Несмотря на наличие достаточно большого количества работ, посвященных диверсификации производства, остается актуальной задача разработки комплексного подхода к принятию решений в данной сфере, который бы позволял эффективно планировать повышение потенциала диверсификации производства, планировать непосредственно проведение диверсификации производства, а также учитывать необходимость повышения потенциала диверсификации производства при принятии управленческих решений, связанных с изменением производственных мощностей предприятий [2]. Именно в этих областях сосредоточены основные резервы повышения эффективности управленческих решений, связанных с диверсификацией производства. Таким образом, целью работы является разработка научно-методического подхода к обоснованию решений в системе диверсификации производства, основанный на использовании комплекса оптимизационных моделей, который позволяет принимать решения в области повышения потенциала диверсификации производства и планирования диверсификации производства с учетом имеющихся у предприятия возможностей и существующих угроз падения спроса.

### **Методика исследования**

Подготовка и принятие управленческих решений на предприятии, связанных с диверсификацией производства, охватывает преимущественно следующие области:

1. Проведение мероприятий, связанных с повышением потенциала диверсификации производства. Повышение потенциала ди-

<sup>1</sup> *Трубчанин Владимир Викторович* – доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник Института экономических исследований, г. Донецк, Украина (283048, г. Донецк, р-н Киевский, ул. Университетская, 77); e-mail: smuseconri@mail.ru.

версификации связано с увеличением возможности предприятия производить новые востребованные рынком виды продукции, для чего необходимы соответствующие производственные ресурсы. На практике такие мероприятия могут включать приобретение нового оборудования (повышение доступности часов работы оборудования), обучение персонала (повышение доступности часов работы персонала соответствующей квалификации), приобретение новых технологий (появление возможности производства новых видов продукции) и т. п. Принятие управленческих решений в данном случае сводится к анализу различных альтернатив при ограниченных возможностях предприятия и выбор тех из них, эффективность которых, с точки зрения повышения потенциала диверсификации производства, будет максимальной.

2. Планирование и осуществление диверсификации производства. Данное направление включает различные аспекты планирования диверсификации (определение времени начала производства новых видов продукции, оценка необходимости в ресурсах и обеспечении их доступности, согласование различных производственных и сбытовых схем и т. п.) и осуществления диверсификации (непосредственное изменение ассортимента и объема выпуска продукции).

Общая схема принятия управленческих решений, связанных с диверсификацией производства, в зависимости от степени актуальности угроз снижения спроса на производимую продукцию, представлена на рис. 1.

Расширение производственных возможностей предприятия путем приобретения дополнительных производственных ресурсов можно рассматривать как технологическую диверсификацию производства. В данном случае под ресурсами понимается прежде всего доступность времени работы

различных видов оборудования и квалифицированных специалистов. Поскольку в современных условиях сырье, материалы и энергоносители могут быть приобретены без значительных задержек во времени, то рассматривать, например, электроэнергию, металлопродукцию или стандартизованные компоненты сторонних производителей в качестве ресурса, ограничивающего производственные возможности предприятия, не имеет смысла, причем затраты подобных ресурсов целесообразно просто вносить в себестоимость продукции.

Можно утверждать, что приобретение новых технологий, необходимых для диверсификации производства (выпуска новых видов продукции), в практической плоскости реализуется в виде приобретения нового оборудования и обучения персонала, что может быть сведено к повышению доступности определенных видов ресурсов и формализовано в виде значений максимальной доступности ресурсов в течение определенного периода времени (станко-часов, человеко-часов) [4].

Как аргументировано в работах зарубежных авторов, диверсификация проявляется не только на уровне ассортимента продукции и рынков сбыта, но и на уровне технологий, причем в современной высоко-конкурентной экономике диверсификация технологий переходит из разряда возможности в разряд необходимости [15, 17]. Более того, в современных условиях обострения конкурентной борьбы потенциальные производственные возможности предприятий (их возможность производить различные виды продукции с различными качественными характеристиками) должны существенно превосходить тот минимум, который необходим для производства текущего ассортимента продукции [12], что в терминах настоящей работы должно проявляться в повышении потенциала диверсификации производства.

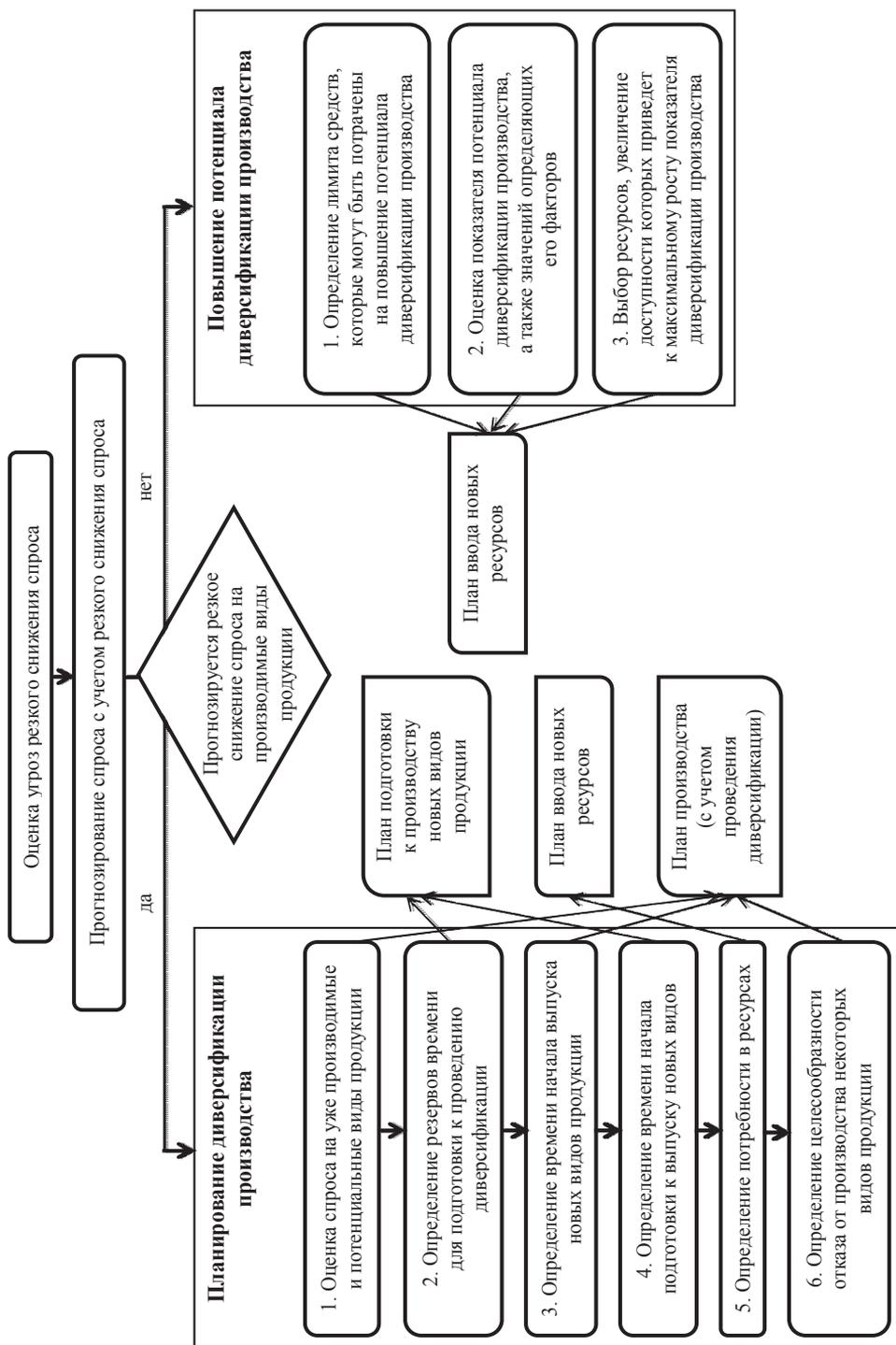


Рис. 1. Общая схема принятия решений в системе диверсификации производства

Для решения задачи определения приоритетных направлений расширения производственных возможностей предприятия в целях увеличения его потенциала диверсификации производства целесообразно предложить следующую экономико-математическую модель. Обозначения модели [Mod<sub>DM</sub>] аналогичны тем, что были представлены в модели оценки диверсификационного потенциала, в частности:

$i$  и  $i^*$  – обозначение уже выпускаемых и новых видов продукции, которые предприятие может выпускать,  $i, i = 1 \dots I, i^*, i^* = 1 \dots I^*$ ;

$j$  – обозначение имеющихся у предприятия ресурсов, которые используются для производства продукции,  $j = 1 \dots J$ ;

$R_j$  – максимальная доступность ресурса  $j$ -го вида в течение некоторого выбранного за основу периода времени;

$R_{j,i}$  и  $R_{j,i^*}$  – потребление ресурсов при производстве одной единицы производимых и потенциальных видов продукции, соответственно;

$c_i$  и  $c_{i^*}$  – себестоимость производства одной единицы производимых и потенциальных видов продукции (условно-переменные затраты);

$p_i$  и  $p_{i^*}$  – цена реализации одной единицы производимых и потенциальных видов продукции;

$V_i$  и  $V_{i^*}$  – объем реализации производимых и потенциальных видов продукции;

$S$  – максимальный объем денежных средств, которые могут быть затрачены на производство за один период времени;

$Z_{i^*}$  – затраты на подготовку к производству  $i^*$ -го вида продукции;

$Z$  – максимальное суммарное значение затрат на подготовку к производству новых видов продукции.

Таким образом, задача сводится к тому, чтобы при ограниченных выделенных средствах максимально увеличить потенциал диверсификации производства. Для

этого нужно эффективно распределить имеющиеся денежные средства в размере  $Q$  на увеличение доступности тех ресурсов, которые могут использоваться для производства востребованных рынком видов продукции.

Решению этой задачи будет соответствовать оптимизационная задача с целевой функцией максимизации потенциала диверсификации производства  $DP \rightarrow \max$ , где  $DP = \sqrt{\frac{S^* \cdot P^*}{S \cdot P}}$  – формула расчета потенциала диверсификации производства. Формулы расчета  $S^*$ ,  $P^*$ ,  $S$  и  $P$  приведены ниже.

1. Объем реализации продукции в денежном выражении

$$s = \sum_{i=1}^I S_i = \sum_{i=1}^I V_i \cdot p_i,$$

где  $V_i$  – объем реализации  $i$ -го вида продукции в натуральном выражении;

$S_i$  – объем реализации  $i$ -го вида продукции в денежном выражении;

$p_i$  – цена реализации единицы  $i$ -го вида продукции.

Во избежание усложнения модели предполагается, что объем реализации равен объему производства – возможности накопления готовой продукции и последующей реализации складских запасов не рассматриваются, поскольку эти вопросы характерны, прежде всего для календарного планирования и выходят за рамки оценки потенциала диверсификации производства [3; 5].

2. Прибыль от реализации продукции

$$P = \sum_{i=1}^I V_i \cdot (p_i - c_i).$$

Выбор в пользу именно этих двух показателей объясняется следующим:

- объем реализации продукции показывает устойчивость конкурентных позиций предприятия на рынке, а также наличие возможностей для

маневрирования ценой, себестоимостью и т. п.;

- прибыль от реализации продукции отражает способность предприятия создавать в процессе производства дополнительную стоимость и является источником средств для развития предприятия [8].

Оба эти показателя необходимо учитывать одновременно, поскольку положительная динамика только одного из них при отрицательной динамике другого свидетельствует о наличии существенных угроз конкурентным позициям предприятия.

$S_i$  – показатель объема продаж:

$$S^* = \sum_{i^*=1}^{I^*} S_{i^*} = \sum_{i^*=1}^{I^*} V_{i^*} \cdot p_{i^*};$$

$P^*$  – показатель прибыли от производства потенциальных видов продукции:

$$S^* = \sum_{i^*=1}^{I^*} V_{i^*} (p_{i^*} - c_{i^*}).$$

Значение  $S_{i^*}$  для каждого  $i^*$ -го вида продукции будет показывать, в каком максимальном объеме (в денежном выражении) предприятие может произвести продукции данного вида с учетом спроса и производственных возможностей.

Большая часть ограничений аналогична модели оценки потенциала диверсификации производства:

производство ограничено спросом:  $V_{i^*} \leq D_{i^*}, i^* = 1 \dots I^*$ , где  $D_{i^*}$  – прогноз спроса на  $i^*$ -й вид продукции;

на использование ресурсов:

$$V_{i^*} \cdot R_j, i^* \leq R_j, i^* = 1 \dots I^*, j = 1 \dots J;$$

на затраты на подготовку к производству продукции:  $\min(V_{i^*}, 1) \cdot Z_{j^*} \leq Z_{j^*}, i^* = 1 \dots I^*$ ;

на денежные затраты на производство:  $V_{i^*} \cdot c_{i^*} \leq C, i^* = 1 \dots I^*$ ;

безубыточность производства каждого вида продукции:  $p_{i^*} - c_{i^*} \geq 0, i^* = 1 \dots I^*$ .

При решении задачи увеличения доступности ресурсов следует принимать во

внимание тот факт, что приращение некоторых видов ресурсов (например, времени работы станков или другого оборудования) возможно только неделимыми частями (дискретами). Соответственно, приобретаются они тоже пропорционально этим дискретам. В результате, с учетом возможности увеличения их доступности, ограниченность доступности ресурсов принимает вид:

$$V_{i^*} \cdot R_{j,i^*} \leq R_j + R_j^d \cdot r_{j,i^*} = 1 \dots I^*, \\ j = 1 \dots J,$$

где  $R_j^d$  – дискрет ресурса  $j$ -го вида;

$r_j$  – количество приобретаемых дискретов ресурса  $j$ -го вида.

Поскольку возможности предприятия по наращиванию потенциала диверсификации путем повышения доступности ресурсов ограничены выделенным на эти цели бюджетом  $Q$ , то необходимо ввести следующее ограничение:

$$\sum_{j=1}^J r_j \cdot q_j \leq Q,$$

где  $q_j$  – затраты на приобретение одного дискрета ресурса  $j$ -го вида (например, стоимость единицы оборудования).

Также следует учитывать, что на современном этапе развития производительных сил и производственных отношений обладание соответствующими ресурсами (например, станками) может не быть эквивалентно способности предприятия производить продукцию, для производства которой предназначено данное оборудование. В высокотехнологичной экономике ноу-хау (определенный набор информационных подходов, включающих формулы, методы, технологические процессы, рационализаторские предложения, схемы и наборы инструментов, необходимых для успешного производства какой-либо продукции) составляет ключевую часть активов любого производственного предприятия, причем для машиностроительных предприятий это утверждение особенно актуально [7]. В свя-

зи с этим при решении задачи наращивания потенциала диверсификации производства необходимо также учитывать фактор обладания технологиями. В рамках предлагаемой модели приобретение новых технологий, обучение персонала, приобретение образцов промышленного дизайна и любые другие мероприятия, связанные с единовременным выделением средств, в результате которого становится возможным выпуск определенных видов продукции, может быть учтено следующим образом: такие затраты выражаются как ресурс, а учет затрат ресурсов описывается таким образом, что важно не количество ресурса, а сам факт его наличия. Это выражается через следующий комплекс ограничений:

$$R_{j,i}^* = 1; R_j^d = 1;$$

$$\min(1; V_i^{**} R_{j,i}^*) \leq R_j^d \cdot r_j; r_j = 0 \vee 1.$$

Таким образом, решение сформулированной оптимизационной задачи при указанных выше ограничениях и целевой функции позволяет при ограниченных средствах выбрать для приобретения те ресурсы, увеличение доступности которых позволит максимально увеличить потенциал диверсификации производства.

Следует отметить, что при решении задачи повышения потенциала диверсификации производства речь не идет о получении мгновенного экономического эффекта. Наращиваемый предприятием потенциал может использоваться непосредственно для осуществления диверсификации как сразу, так и в некоторой перспективе. При этом основной целью повышения потенциала диверсификации производства является снижение уязвимости предприятия к угрозам резкого снижения спроса [10]. Таким образом, если по каким-либо причинам произойдет снижение спроса на выпускаемую предприятием продукцию (или же будет выявлена тенденция неизбежного снижения спроса), и оно сочтет целесообраз-

ным реагировать на это снижение путем начала выпуска других видов продукции, то этот переход будет тем успешнее, чем выше будет потенциал диверсификации. Следовательно, наращивание такого потенциала является важной задачей в контексте повышения устойчивости предприятия к колебаниям спроса, а также повышения возможностей предприятия расширять ассортимент выпускаемой продукции. Поэтому предприятиям может быть рекомендовано учитывать необходимость повышения потенциала диверсификации производства при формировании бюджетов развития. Кроме того, инвестирование средств в наращивание потенциала диверсификации производства может рассматриваться как частичная альтернатива формированию денежных резервов на случай кризисных явлений. Предприятие в случае возникновения неблагоприятной ситуации вместо того, чтобы сворачивать деятельность и переходить к расходованию имеющихся резервов в ожидании улучшения ситуации, может реагировать путем диверсификации производства в направлении востребованных рынком видов продукции [11].

Кроме того, предложенный подход может использоваться в случаях, когда предприятие не ставит явной цели увеличения диверсификационного потенциала, в частности при принятии решений, связанных с вводом новых производственных ресурсов. Например, перед предприятием стоит задача выбора нового вида продукции для производства, причем организация производства каждого из возможных видов продукции требует расширения производственных возможностей. Если бы эта задача решалась без учета стратегической задачи наращивания потенциала диверсификации производства, то при сопоставимости затрат на начало производства было бы очевидным выбрать тот вид продукции, реализация которого будет давать боль-

шую прибыль. Учет фактора диверсификационного потенциала позволяет увидеть решение данной задачи в новом свете: необходимо принимать во внимание то, что ввод новых производственных ресурсов не только позволяет производить продукцию, для которой эти ресурсы изначально предназначались, но и оказывает влияние на потенциал диверсификации производства. Поэтому, с учетом необходимости увеличения способности предприятия реагировать на снижение спроса на основные виды продукции путем диверсификации производства, предпочтение может сместиться в сторону выбора того варианта, при котором увеличение потенциала диверсификации производства будет большим, даже при том, что выгодность такого решения в краткосрочной перспективе может быть меньше, чем у другого решения [9]. Таким образом, решения, связанные с увеличением доступности ресурсов в данном контексте, становятся компромиссом между выгодностью в краткосрочной перспективе и наращиванием потенциала диверсификации производства, потребность в котором может в полной мере проявиться в случае снижения спроса на основные (производимые сейчас) виды продукции.

Если результаты прогнозирования спроса показали тенденцию к существенному падению спроса уже в обозримой перспективе, то необходимо изучить возможность реагирования на это снижение, в том числе путем диверсификации производства. Возможность и перспективность именно такой стратегии реагирования объясняется тем, что высвобождающиеся в связи с падением спроса на производимые виды продукции мощности могут использоваться для выпуска новых видов продукции. При этом эффект от диверсификации и степень компенсации негативных явлений с ее помощью будет тем выше, чем выше потенциал диверсификации производства, что

еще раз подтверждает актуальность задачи повышения потенциала диверсификации производства. Кроме того, диверсификация производства может осуществляться не только в качестве реакции на падение спроса на основные виды продукции, но и как элемент стратегии развития предприятия (например, в целях снижения зависимости предприятия от нескольких основных видов продукции) либо при выявлении перспективных (с точки зрения имеющихся у предприятия возможностей и ресурсов) рыночных ниш, которые предприятие может занять.

При планировании проведения диверсификации производства необходимо ответить на следующие вопросы:

1. На каких производственных мощностях будет осуществляться выпуск новых видов продукции (какие производственные ресурсы будут использоваться)?
2. Какие дополнительные производственные ресурсы необходимо ввести, чтобы сделать возможным выпуск новых видов продукции?
3. Когда следует приступить к подготовке к выпуску новых видов продукции?
4. Когда следует начать выпуск новых видов продукции?
5. В каких объемах будет осуществляться выпуск основных и новых видов продукции после проведения диверсификации?
6. Будет ли целесообразным отказаться от выпуска каких-либо из уже производимых видов продукции после осуществления диверсификации [6]?

Для получения ответов на указанные выше вопросы, а также для получения других важных данных, которые будут использоваться при планировании диверсификации производства, также целесообразно использовать инструментарий экономико-математического моделирования, а конкретнее – построить оптимизационную модель математического программирования, кото-

рая будет обозначаться  $[Mod_D]$ . Условные обозначения (виды продукции, ресурсы и т. д.) аналогичны описанной выше модели  $[Mod_{DM}]$ . Кроме того, вводятся следующие обозначения:

$w_i^*$  – время, необходимое для подготовки к производству  $i^*$ -го вида продукции,  $w_i^* \geq 0$ . Если подготовка к производству  $i^*$ -го вида продукции была начата в  $t$ -м периоде времени, то производство может быть начато не ранее  $(t + w_i^*)$ -го периода;

$t_i^w$  – период времени, когда была начата подготовка к производству  $i^*$ -го вида продукции;

$g_i$  – минимальный объем производства  $i$ -го вида продукции в течение одного периода времени. В качестве этого ограничения можно принимать, в частности, уровень безубыточности производства или иной минимальный объем выпуска, ниже которого, по мнению руководства предприятия, нецелесообразно производить данный вид продукции ввиду производственных, маркетинговых или даже психологических соображений. Аналогичный показатель вводится и для новых видов продукции и обозначается  $g_i^*$ ;

$t$  – обозначение периодов времени в рамках общего периода планирования  $t = 1...T$ .

Поскольку главным критерием оптимизации производственных планов выступает прибыль от реализации продукции, то можно предложить следующую целевую функцию:

$$\sum_{t=1}^T \left( \sum_{i=1}^I V_{t,i} (p_{t,i} - c_{t,i}) + \sum_{i=1}^{I^*} V_{t,i^*} (p_{t,i^*} - c_{t,i^*}) \right) \rightarrow \max,$$

где  $V_{t,i}$  и  $V_{t,i^*}$  – плановый объем производства в течение  $t$ -го периода времени уже выпускаемых и новых видов продукции, соответственно;

$V_{t,i}$  и  $V_{t,i^*}$  – плановая цена реализации в течение  $t$ -го периода времени уже выпускаемых и новых видов продукции, соответственно;

$c_{t,i}$  и  $c_{t,i^*}$  – плановая себестоимость в течение  $t$ -го периода времени уже выпускаемых и новых видов продукции, соответственно.

В модель необходимо ввести следующие ограничения:

$$V_{t,i^*} \cdot R_{j,i^*} + V_{t,i} \cdot R_{j,i} \leq R_j,$$

$$t = 1...T, j = 1...J,$$

где  $R_{j,i}$  и  $R_{j,i^*}$  – использование ресурсов  $j$ -го вида для производства единицы продукции основных и новых видов, соответственно;

$p_{t,i} > c_{t,i}$ ,  $t = 1...T$ ,  $i = 1...I$  – основные виды продукции не могут реализовываться по цене ниже себестоимости;

$p_{t,i^*} > c_{t,i^*}$ ,  $t = 1...T$ ,  $i^* = 1...I^*$  – новые виды продукции не могут реализовываться по цене ниже себестоимости;

$V_{t,i} \geq g_i$ ,  $t = 1...T$ ,  $i = 1...I$  – производство основных видов продукции не может быть меньше установленного минимального уровня  $g_i$ ;

$V_{t,i^*} \geq g_i^*$ ,  $t = 1...T$ ,  $i^* = 1...I^*$  – производство новых видов продукции не может быть меньше установленного минимального уровня  $g_i^*$ ;

$V_{t,i} \leq D_{t,i}$ ,  $t = 1...T$ ,  $i = 1...I$  – производство основных видов продукции не может превышать спроса на них;

$$V_{t,i^*} \leq \min \left( 1; \max \left( 0; t - t_i^w - w_i^* \right) \right) D_{t,i^*},$$

$t = 1...T$ ,  $i = 1...I$  – в данном ограничении сочетаются два ограничения: объем производства новых видов продукции  $V_{t,i^*}$  не может превышать спроса на них  $D_{t,i^*}$ , а также то, что производство новых видов продукции не может начаться, если не была заранее осуществлена необходимая подготовка к такому производству. Выражение  $\min \left( 1; \max \left( 0; t - t_i^w - w_i^* \right) \right)$  принимает значение 1, если  $t > t_i^w - w_i^*$  (то есть подготовка к производству осуществлена в полном объеме до начала текущего периода), и значение 0 – в противном случае (подготовка к производству не начиналась или была начата, но еще не завершилась). Все это позволяет

учитывать необходимость в заблаговременной подготовке к производству продукции (за  $w_i^*$  периодов до начала производства);

$\min(t_i^w, 1) \times Z_i^* \leq Z, i^* = 1 \dots I^*$  – затраты на подготовку к производству новой продукции не могут превышать выделенных на это средств.

При необходимости в ограничения модели можно также ввести целевые значения определенных параметров, в частности:

- рыночной доли на определенных рынках сбыта (соответствует стратегии удержания рынка);
- объема реализации на определенных рынках сбыта;
- выручки от реализации продукции;
- рентабельности производства;
- минимальной/максимальной загрузки мощностей и использования производственных и иных ресурсов;
- соотношения видов продукции в объеме производства.

При этом следует помнить, что при внесении в ограничения модели таких целевых параметров задача может стать неразрешимой, ввиду невозможности удовлетворения установленных ограничений.

В качестве прогнозных значений спроса  $D_{t,i}$  и  $D_{t,i}^*$  в ограничениях могут использоваться как значения, полученные с использованием стандартных методов, так и прогнозы спроса, выполненные на основе предложенного в данной работе научно-методического подхода к прогнозированию спроса с учетом факторов резкого снижения спроса.

Следует отметить, что для упрощения модели были сделаны некоторые допущения, и в нее не были включены аспекты, не связанные непосредственно с вопросами диверсификации производства, в частности:

- не учитывается возможность создания запасов готовой продукции и последующей их реализации, –

предполагается, что вся производимая продукция реализуется в период производства;

- не учитывается возможность осуществления дополнительных инвестиций в расширение производства в плановом периоде;
- не учитывается возможность варьирования ценой в целях изменения спроса на выпускаемую продукцию.

Указанные допущения не снижают применимости модели, поскольку не являются существенными с точки зрения решения задачи планирования диверсификации производства.

Кроме того, при необходимости модель может быть соответствующим образом модифицирована и дополнена возможностями учета факторов, которые не затрагиваются в существующем виде. К тому же для компенсации указанных выше допущений в модель можно задавать различные входящие параметры, соответствующие различными вариантам развития ситуации (например, можно выполнить несколько вариантов расчетов с использованием модели – для различных уровней цен и соответствующего им спроса).

### Анализ полученных результатов

В результате использования модели будут получены следующие данные (для каждого отдельного периода времени в течение общего планового периода):

– объем производства каждого из видов продукции, включая новые (переменные  $V_{t,i}$  и  $V_{t,i}^*$ );

– средняя относительная загрузка производственных мощностей, выражающаяся через использование производственных ресурсов,

$$\frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{V_{t,i^*} \cdot R_{j,i^*} + V_{t,i} \cdot R_{j,i}}{R_j} 100\%;$$

– время начала подготовки к производству новых видов продукции  $t_i^w$ , причем

**Модели принятия решений в системе диверсификации производства**

если  $t_i^w = 0$ , то подготовка к производству новой продукции  $i^*$ -го вида не начиналась, и, соответственно, производство продукции данного вида в течение планового периода не велось;

– время начала производства новой продукции  $t_i^w + w_i^*$ . Безусловно,  $t_i^w + w_i^* > 0$  в данном случае будет только, если  $t_i^w > 0$ , то есть  $t_i^w + w_i^* | t_i^w > 0$ ;

– время сворачивания производства тех видов продукции, которые, как ожидается, более не будут пользоваться спросом либо их производство станет невыгодным для предприятия, это время определяется исходя из того, когда  $V_{ii} = 0$ , то есть если начиная с некоторого периода времени  $t^x$  ( $V_{ii} = 0$ )  $| t \geq t^*$ , то начиная с периода  $t^x$  можно сворачивать производство  $t^x$ -го вида продукции, а также соответствующие мероприятия, связанные с реализацией данного вида продукции.

При практическом применении изложенных положений рекомендуется наносить полученные с использованием предложенной модели данные на графики, ко-

торые затем будут использоваться при формировании и реализации планов и проектов диверсификации. Упрощенный пример такого графика для двух видов продукции (А) и (В) показан на рис. 2.

При этом исходным пунктом построения графика диверсификации производства является обнаружение угрозы резкого снижения спроса продукции (А). Прогноз спроса свидетельствует о том, что падение спроса начнется в 3-м периоде, а к 13-му периоду спрос будет ниже уровня безубыточности производства.

Одним из вариантов реагирования на эту ситуацию является проведение диверсификации производства, когда на высвобождающихся мощностях организуется производство новой продукции. При этом в течение ряда периодов времени производство продукции (А) и (В) ведется одновременно.

Общий вид системы принятия управленческих решений, связанных с диверсификацией производства, с интегрированными в нее разработанными моделями поддержки принятия решений представлен на рис. 3.

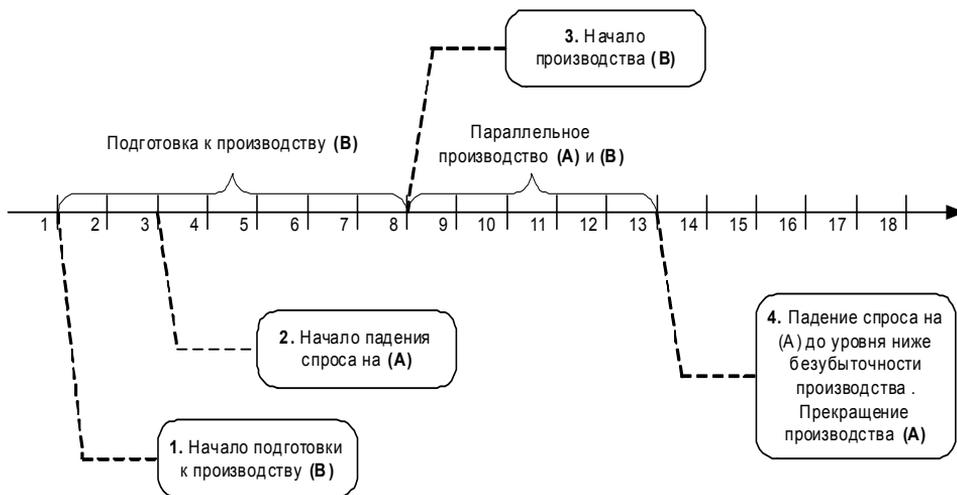


Рис. 2. Пример графика диверсификации производства

Трубчанин В.В.

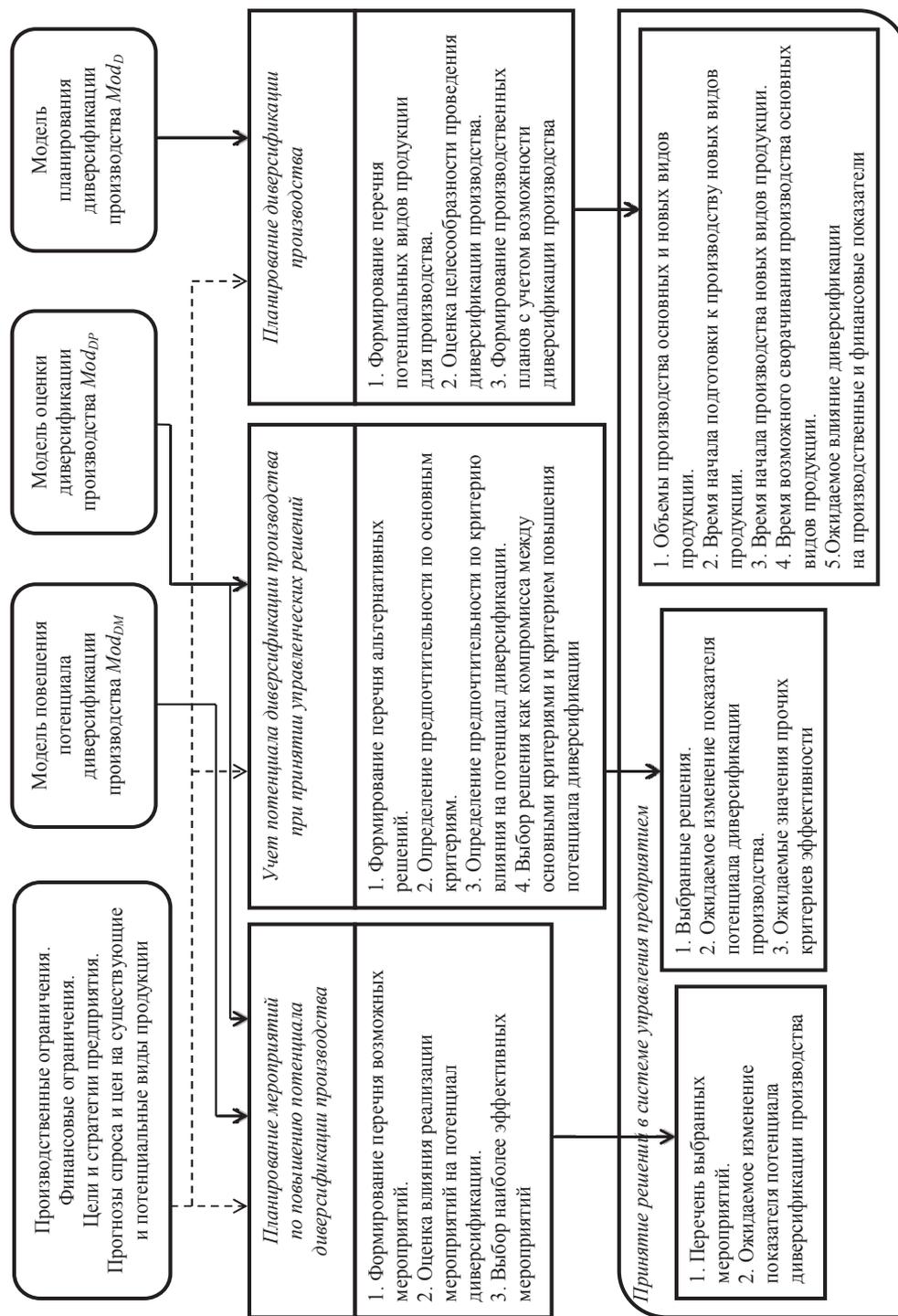


Рис. 3. Принятие решений в системе диверсификации производства на промышленном предприятии

Как видно на рис. 3, результаты реализации соответствующих блоков, получаемые с применением разработанных экономико-математических моделей, используются в системе управления предприятия для обоснования решений, связанных с различными аспектами диверсификации производства: от повышения потенциала диверсификации до непосредственного планирования осуществления диверсификации.

### **Выводы**

Таким образом, был предложен научно-методический подход к обоснованию решений в системе диверсификации производства, основанный на использовании

комплекса оптимизационных моделей, который позволяет решить задачу определения приоритетных направлений расширения производственных возможностей предприятия в целях увеличения его потенциала диверсификации производства и планирования диверсификации производства с учетом имеющихся у предприятия возможностей и существующих угроз падения спроса. Существенным преимуществом предложенной модели является то, что она может использоваться в качестве имитационного инструмента, что позволяет анализировать различные сценарии при различных начальных условиях и управленческих решений.

### **Список использованных источников**

1. Гурьянов А.Б., Сериков А.В. Математична модель оптимізації диверсифікації виробництва // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. Киев: Техника, 2005. № 61. С. 144–151.
2. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Иванцов И.Б. Информационная микроэкономика. Методы анализа и прогнозирования. СПб.: Нормед-Издат, 1996. Ч. 1. 160 с.
3. Коробов П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов. М.: ДНК, 2006. 376 с.
4. Лапыгин Ю.Н., Крылов В.Е., Чернявский А.П. Экономическое прогнозирование. М.: Эксмо, 2009. 256 с.
5. Лепа Р.Н. Моделирование процессов повышения объективности экспертных оценок в принятии решений // Экономические проблемы и перспективы стабилизации экономики Украины : сб. науч. тр. / отв. ред. А.И. Землянкин. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2002. Т. 1. С. 127–136.
6. Меньшиков В.Д. Роль диверсификации в повышении эффективности металлургического производства : автореф. ... канд. экон. наук. Тамбов, 2004. 18 с.
7. Петрович Й.М. Організаційно-економічні засади прискорення інноваційних процесів у промисловості України // Проблеми економіки. 2008. № 628. С. 3–10.
8. Пономаренко В.С., Трилід О.М., Кизим М.О. Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи. Харків: ІНЖЕК, 2003. 328 с.
9. Прогнозирование и планирование экономики. М.: Экоперспектива, 2000. 432 с.
10. Рогоза М.С., Кузьменко О.К. Тенденції та особливості управління розвитком підприємств // Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. пр. Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. Вип. 256. Т. III. С. 714–721.

11. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 8-е изд. М.: Вильямс, 2007. 912 с.
12. Brusconi S., Principe A., Pavitt K. Knowledge specialisation, organizational coupling and the boundaries of the firm: why do firms know more than they make // *Administrative Science Quarterly*. 2001. Vol. 46, No 4. P. 597–621.
13. Chang S-C., Wang C.-F. The effect of product diversification strategies on the relationship between international diversification and firm performance // *Journal of World Business*. 2007. Vol. 42, Is. 1. P. 61–79.
14. Fai F. Technological Diversification, it's Relation to Product Diversification and the Organisation of the Firm // *University of Bath School of Management Working Paper Series*. Bath: University of Bath School of Management, 2004. 43 p.
15. Gorecki P.K. The Measurement of Enterprise Diversification // *The Review of Economics and Statistics*. 1974. Vol. 56, No 3. P. 399–401.
16. Loasby B.J. *Equilibrium and Evolution: An Exploration of Connecting principles in Economics*. Manchester: Manchester University Press, 1991. 118 p.
17. Nelson R.R., Winter S.G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1985. 445 p.
18. Varadarajan P., Ramanujam V. Diversification and performance: a reexamination using a new two-dimensional conceptualization of diversity in firms // *Academy of Management Journal*. 1987. Vol. 30. P. 380–397.
19. Wind Y., Mahajan V. Designing product and business portfolios // *Harvard Business Review*. 1981. Vol. 59, No 1. P. 155–165.

**Trubchanin V.V.***Institute of Economic Research  
Donetsk, Ukraine*

## **THE DECISION-MAKING MODELS WITHIN THE MANUFACTURING DIVERSIFICATION SYSTEM**

**Abstract.** The paper is aimed at developing a scientific-methodological approach to the justification of decisions within the manufacturing diversification system, which will be based on the usage of a set of optimization models that allows for decision-making in the fields of increasing manufacturing diversification potential and manufacturing diversification planning considering an enterprise's capabilities and existing risks of weaker demand. A decision-making scheme within the manufacturing diversification system is suggested. A mathematical model is proposed for determining the priority direction for the expansion of the enterprise's manufacturing capacity in order to increase its manufacturing diversification potential. Solving the set optimization task with the given limitations and target function with limited means allows for selecting for purchasing the resources, the increasing availability of which would enable the maximum manufacturing diversification. The model restrictions, if needed, can be complimented with the target values of certain parameters, particularly with the market share in certain markets (corresponding to the market retention strategy); volumes of sales in certain markets; sales revenue; production profitability, etc. If necessary, the suggested model can be properly modified and supplemented with the capability to take into account the factors which are not addressed in its current form. The model presented can consider different parameters which are relevant to different scenarios. We using the mentioned provisions in practice it is recommended to mark the data obtained through the suggested model on charts which later will be used in the generation and implementation of diversification plans and projects. The author has therefore built a scientific and methodological approach to the justification of the decisions in the manufacturing diversification system that is based on the use of a set of optimization models that allows for decision-making in enhancing manufacturing diversification potential and manufacturing diversification planning with a view on the existing capabilities of the enterprise and the threats of weaker demand.

**Key words:** manufacturing diversification; manufacturing diversification potential; manufacturing diversification planning; demand contraction; managerial decision; scientific-methodological approach; optimization model; enterprise's capability; decision making, limitations; forecast; increment.

## References

1. Gur'janov, A.B., Serykov, A.V. (2005). Matematychna model' optymizatsii' dyversyfikatsii' vyrobnyctva [Mathematical model of optimization of industrial diversification]. *Kommunal'noe hozjajstvo gorodov [Urban utilities]*, No 61, 144–151.
2. Ivchenko, B.P., Martyshchenko, L.A., Ivantsov, I.B. (1996). *Informatsionnaia mikroekonomika. Metody analiza i prognozirovaniia [Information microeconomics. Methods of analysis and forecasting]*. St Petersburg, Normed-Izdat.
3. Korobov, P.N. (2006). *Matematicheskoe programmirovaniie i modelirovaniie ekonomicheskikh protsessov [Mathematical programming and modelling of economic processes]*. Moscow, DNK.
4. Lapygin, Iu.N., Krylov, V.E., Cherniavskii, A.P. (2009). *Ekonomicheskoe prognozirovaniie [Economic forecasting]*. Moscow, Eksmo.
5. Lepa, R.N. (2002). Modelirovaniie protsessov povysheniia ob'ektivnosti ekspertnykh otsenok v priniatii reshenii [Modelling of processes aimed at improving the objectivity of expert assessments in decision making]. *Ekonomicheskie problemy i perspektivy stabilizatsii ekonomiki Ukrainy [Economic problems and prospects of stabilization in the Ukrainian economy]*, Vol. 1, 127–136.
6. Men'shchikov, V.D. (2004). *Rol' diversifikatsii v povyshenii effektivnosti metallurgicheskogo proizvodstva [Role of diversification in increasing the effectiveness of metals production]*. Extended abstract of PhD dissertation in Economics. Tambov.
7. Petrovych, J.M. (2008). Organizacijno-ekonomichni zasady pryskorennja innovacijnyh procesiv u promyslovosti Ukrainy [Organizational and economic principles of the acceleration of innovation processes in Ukraine's industry]. *Problemy ekonomiky [Problems of economics]*, No 628, 3–10.
8. Ponomarenko, V.S., Trydid, O.M., Kyzym, M.O. (2003). *Strategija rozvytku pidpryjemstva v umovah kryzy [Strategy of business development amid crisis]*. Kharkiv, INZhEK.
9. Kandaurova, A. et al. (2000). *Prognozirovaniie i planirovaniie ekonomiki [Forecasting and economic planning]*. Minsk, Ekoperspektiva.
10. Rogoza, M.Je., Kuz'menko, O.K. (2009). Tendencii' ta osoblyvosti upravlinnja rozvytkom pidpryjemstv [Trends and peculiarities of business development management]. *Ekonomika: problemy teorii' ta praktyky [Economics: Problems of theory and practice]*, Issue. 256, Vol. III, 714–721.
11. Taha, H.A. (2002). *Operations Research: An Introduction*. Prentice Hall.
12. Brusconi, S., Principe, A., Pavitt, K. (2001). Knowledge specialisation, organizational coupling and the boundaries of the firm: why do firms know more than they make. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 46, No 4, 597–621.
13. Chang, S-C., Wang, C.-F. (2007). The effect of product diversification strategies on the relationship between international diversification and firm performance. *Journal of World Business*, Vol. 42, Issue 1, 61–79.
14. Fai, F. (2004). Technological Diversification, it's Relation to Product Diversification and the Organisation of the Firm. *University of*

- Bath School of Management Working Paper Series*. Bath, University of Bath School of Management, 43.
15. Gorecki, P.K. (1974). The Measurement of Enterprise Diversification. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 56, No 3, 399–401.
16. Loasby, B.J. (1991). *Equilibrium and Evolution: An Exploration of Connecting principles in Economics*. Manchester, Manchester University Press, 118.
17. Nelson, R.R., Winter, S.G. (1985). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Belknap Press of Harvard University Press, 445.
18. Varadarajan, P., Ramanujam, V. (1987). Diversification and performance: a reexamination using a new two-dimensional conceptualization of diversity in firms. *Academy of Management Journal*, Vol. 30, 380–397.
19. Wind, Y., Mahajan, V. (1981). Designing product and business portfolios. *Harvard Business Review*, Vol. 59, No 1, 155–165.

#### **Information about the author**

**Trubchanin Vladimir Viktorovich** – Doctor of Economics, the Leading Research Fellow, Institute of Economic Research, Donetsk, Ukraine (283048, Donetsk, Kievskiy district, Universitetskaya street, 77); e-mail: smuseconri@mail.ru.