

МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматривается экономическая задача выбора решений о передаче производственных функций сторонней организации с учетом нескольких критериев. Представлена математическая модель и методы решения для оперативного управления выпуском инновационного продукта виртуального предприятия.

Введение. Современные тенденции развития подходов к организации предпринимательской деятельности свидетельствуют о стремлении к формированию временных гибких кооперативных структур, наиболее приспособленных к динамическим изменениям рынка. Внедрение компьютерных технологий и автоматизация управления предприятием делает возможным возникновение новых форм организации производства - так называемых виртуальных предприятий.

Обобщая ряд определений виртуального предприятия дадим следующее: виртуальное предприятие – это временное сетевое объединение организаций или людей, обладающих ключевыми компетенциями для наилучшего выполнения рыночного заказа. Причиной их появления является широкое распространение современных интернет-технологий, предоставляющие новые возможности для коммуникации и сотрудничества автономных, географически распределенных предприятий [1].

Постановка проблемы. В последнее время проблемы виртуальных предприятий весьма активно обсуждаются как в научной литературе, так и в средствах массовой информации. Однако публикации охватывают хоть и весьма важные, но частные вопросы: как найти «агентов» виртуального предприятия, обеспечить быструю адаптацию производств к изменениям внешней и внутренней среды, управлять выполнением виртуального заказа, реализовать стандарты взаимодействия различных структур между собой. В литературе, к сожалению, не представлен подход, ориентированный на решение с единых системных позиций задачи управления виртуальным предприятием, поддерживаемого современными информационными технологиями. В частности, не рассмотрена задача о выборе решений

для производства инновационного продукта, являющейся в настоящее время актуальной.

Создание виртуального предприятия требует решения ряда задач:

- выбор критериев и оценка эффективности предприятий при их отборе для участия в виртуальном предприятии;
- выбор оптимального проектного решения по разработке маршрутных технологических процессов изготовления гаммы изделий;
- определение оптимальной производственной структуры виртуального предприятия для разработки, изготовления и продвижения на рынок конкурентоспособного изделия и др.

Целью построения виртуального предприятия является:

- интеграция лучших средств и опыта различных предприятий в рамках экономически целесообразных объединений и союзов;
- быстрого образования, развития, реструктурирования и безболезненного расформирования виртуальных предприятий в соответствии с потребностями рынка;
- обеспечение сотрудничества, интеграции и координации предприятий, коллективов и специалистов, пространственно удаленных друг от друга.

Необходимо выделить три основных вида виртуальных предприятий:

- с централизованным типом управления, при котором один из агентов управляет процессом (уясняет задачу, выдает задания другим агентам, обобщает результаты и принимает решения);
- с распределенным типом управления, где знания и ресурсы распределяются между агентами, но сохраняется общий орган командного управления, принимающий решения в конфликтных ситуациях;
- с децентрализованным типом управления, при котором все управленческие процессы осуществляются только за счет локальных взаимодействий между агентами.

Виртуальное предприятие возникает при не возможности удовлетворения спроса рынка посредством модернизации существующих продуктов и технологий и требуется разработка новых, инновационных подходов.

В основе идеи виртуализации производства лежит взаимосвязь бизнес-процессов, на территориально разнесенных предприятиях, направленная на такую организацию конкретного механизма производства товаров или предоставления услуг при которой

максимально проявляються ключевые компетенции организаций, коллективов и людей.

Рассмотрим процесс образования виртуального предприятия. На рынке формируется потребность в продукте (услуге), требующая инновационного подхода к его производству. При этом отдельные предприятия, даже очень крупные, не способны на такие разработки в силу либо специфичности проблемы, либо высоких затрат на перестройку производственного процесса, либо сложной иерархии управления и принятия решений и др. Возникает необходимость в кооперации компаний, организаций, предприятий, творческих коллективов и отдельных людей, связанных общностью цели и, что самое главное, ключевыми компетенциями по требуемым для решения задачи вопросам. Такое виртуальное предприятие будет собираться из ранее незнакомых коллективов, из предприятий, прежде не связанных совместными бизнес-процессами и, скорее всего, сначала будет выполнять единичный инновационный заказ. Формирование виртуальной сети дает выгоду, как заказчику, так и исполнителям заказа. Заказчик находит исполнителя своего уникального заказа, а агенты виртуального предприятия получают возможность применить свои ключевые компетенции и участвовать в выполнении самых разнообразных заказов, которые поодиночке не могли бы реализоваться. Причиной и целью создания виртуальных партнерств является взаимная выгода и получение прибыли путем максимального удовлетворения нужд потребителей в инновационных товарах (услугах) быстрее и лучше потенциальных конкурентов. Цели могут формулироваться также на основе побудительных мотивов самой виртуализации (экономия времени, издержек, увеличение гибкости, повышение инновационной активности и др.).

Необходимо выделить следующие этапы создания виртуального предприятия:

1. Проектирование бизнес-процессов. Когда все поддерживающие процессы определены и оценены, под технико-экономическое обоснование планируемого предприятия подводится гораздо более серьезный фундамент, а команда разработчиков получает в свое распоряжение исчерпывающую спецификацию, описывающую, как оно должно функционировать.

2. Привязка процессов к ресурсам. Каждую функцию в каждом процессе необходимо привязать к определенному ресурсу. Например, некоторые функции, требующиеся в цепочке поставок, можно привязать к складу. На этом уровне вопрос о том, какой именно это

будет склад и где он располагается, пока не стоит. Цели этого этапа заключаются лишь в том, чтобы определить необходимость склада и выбрать функции, которые он должен выполнять. По завершении этого этапа в распоряжении разработчиков оказывается список необходимых ресурсов, а для каждого ресурса - список функций, которые он должен будет выполнять, вместе с описанием входа, описанием выхода и спецификациями качества обслуживания.

3. Привлечение ресурсов по контрактам. Применительно к виртуальному предприятию основной принцип на этом этапе состоит в том, чтобы найти ресурсы вне структуры предприятия. Сюда входит аренда складских, справочных, производственных, сборочных, бухгалтерских услуг, размещение приложений электронной коммерции и т.д.

Идея заключается в том, чтобы, опираясь на сравнение результатов или финансовых обязательств различных поставщиков с эталонными показателями в данной отрасли, выбрать наилучшего поставщика для каждого ресурса с учетом ранее составленных спецификаций функций. Особый подход требуется только к ресурсам, имеющим критическое значение. Одним из важнейших преимуществ такой организации является резкое сокращение размера стартового капитала для основания нового дела, поскольку большинство необходимых ресурсов будет привлекаться на контрактной основе и оплачиваться по мере предоставления услуг. Вторым преимуществом является существенное сокращение времени, необходимого для пуска сервиса в эксплуатацию.

4. Эксплуатация созданного предприятия. После того как все ресурсы на месте, самым насущным вопросом становится способность руководства предприятия эксплуатировать сложный комплекс ресурсов, подконтрольных множеству различных и независимых организаций.

5. Мониторинг процессов. При помощи подробного регистрационного журнала обеспечивается полная прослеживаемость и это служит основой для мониторинга и управления качеством услуг, предоставляемых каждым субъектом в цепочке.

6. Управление предприятием. В рамках виртуального предприятия существует один субъект, который организует и направляет деятельность остальных. Этим субъектом является тот, кто разработал и внедрил данную службу, занимается его эксплуатацией и маркетингом и является его владельцем. Такое предприятие по необходимости опирается на одного индивидуума или на небольшую

группу перспективно мыслящих лидеров, которые изначально разработали сервис и решили его внедрить.

Необходимо выделить три реальных пути образования виртуальных предприятий:

1. Первый – расширение крупных предприятий посредством создания внешних филиалов с передачей им части своих компетенций, но удержанием за собой ключевых. Постепенно партнеры могут стремиться к самостоятельности и приобретению ключевых компетенций в соответствующих сферах. В ходе этого процесса ожидается «встречное движение» партнеров с образованием в результате сети предприятий из экономически зависимых друг от друга агентов. Стратегическим лидером подобных сетей остается одно материнское предприятие. Этот путь приводит к созданию виртуального предприятия с распределенным типом управления.

2. В основе второго пути – сильная концентрация на немногочисленных компетенциях и низкая вертикальная интеграция, характерные для малых и средних предприятий. Они могут предложить крупным предприятиям свои компетенции и тем самым стать частью виртуального предприятия. Здесь будут налаживаться партнерские связи. Малый партнер будет использовать имидж крупного предприятия, его ноу-хау, информационную инфраструктуру и пр. Очевидно, что и для данного пути характерно наличие лидера сети, который будет стремиться к организации виртуальной компании с централизованным типом управления.

3. Развитие информационных технологий позволяет прогнозировать возможность третьего пути, движущей силой которого станет возникновение общедоступных и частных информационных ресурсов каталогизирующих потенциальных агентов с точки зрения их ключевых компетенций. Это в значительной степени облегчит определение состава виртуальных компаний и стимулирует их создание.

Основными конкурентными преимуществами виртуальных предприятий являются:

- скорость выполнения рыночного заказа;
- возможность снижения совокупных затрат;
- возможность более полного удовлетворения потребностей заказчика;
- возможность гибкой адаптации к изменениям окружающей среды;
- возможность снизить барьеры выхода на новые рынки.

Анализ деятельности виртуальных предприятий показывает, что основными характеристиками виртуальной формы организации являются:

- открытая распределенная структура;
- гибкость;
- приоритет горизонтальных связей;
- автономность и узкая специализация членов сети;
- высокий статус информационных и кадровых средств интеграции.

На основе этого можно в общем виде сформулировать основные функции управления виртуальным предприятием как сетью партнеров:

1. Определение требований (задач) проекта.
2. Поиск и оценка возможных партнеров (исполнителей).
3. Выделение исполнителей, которые оптимально соответствуют задачам.
4. Привлечение и распределение исполнителей.
5. Постоянное отслеживание и перераспределение (если это необходимо) партнеров и ресурсов по задачам.

Результаты. Рассматриваются экономическая задача выбора решений о передаче производственных функций сторонней организации с учетом нескольких критериев. Для указанной задачи предложены методы и алгоритмы обоснования и выбора наиболее предпочтительных решений.

При рассмотрении задачи принятия решений о передаче производственных функций сторонней организации на промышленных предприятиях представлен обзор базовых концепций и на основе их интеграции предложен «синтетический» метод обоснования решений. В качестве инструмента оценки финансовых факторов принята методика расчета «совокупной стоимости владения». Нефинансовые факторы (риски, шансы, угрозы и т.д.) предложено выявлять с помощью SWOT-анализа и оценивать методом экспертных оценок. Сформулировано правило принятия решения о передаче производственных функций сторонней организации на основе полученных интегральных оценок финансовых и нефинансовых факторов [2, 3].

При рассмотрении более общей многокритериальной задачи выбора принято предположение, что n -мерный вектор критериальных оценок альтернатив допускает преобразование в вектор из трех критериев, имеющих смысл оценок, соответственно, затрат, результатов и вероятности их получения. Предложенная методика решения использует известный инструментарий многокритериальной

оптимизации, дополненный новым приемом упорядочения Парето-оптимальных альтернатив с использованием кривых безразличия. Рассмотрим кратко основные этапы предлагаемого подхода на примере задачи выбора инвестиционного проекта.

Пусть задано множество альтернатив $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Каждая альтернатива x_i оценивается набором параметров: (p_i, C_i, W_i) , где p_i – вероятность благоприятного в контексте данной задачи события (получения расчетных результатов, например, величины дохода), связанного с i -той альтернативой; C_i – оценка ожидаемого дохода от реализации i -той альтернативы; W_i – оценка затрат, связанных с i -той альтернативой. Процедура включает два этапа. На первом, подготовительном этапе выявляется отношение лица, принимающего решение (ЛПР) к данной задаче выбора вообще, без учета конкретных оценок предъявленных к выбору альтернативных проектов. На втором этапе выполняется анализ и упорядочение проектов по предпочтительности. Введен ряд характерных значений параметров: p_{\min} – минимальная вероятность получения благоприятного результата, при которой ЛПР согласен рассматривать данную задачу выбора, W_{\max} – максимальное значение доли находящихся в распоряжении ЛПР средств, которой он готов рисковать, вкладывая их в реализацию любой из альтернатив при вероятности благоприятного результата, близкой к единице (очевидно, что $0 \leq W_{\max} \leq 1$).

Введенные значения p_{\min} и W_{\max} могут быть использованы для исключения части альтернатив по очевидному правилу: альтернатива j исключается из дальнейшего рассмотрения, если $p_j < p_{\min}$ или $W_j > W_{\max}$.

В прямоугольной области, заданной в координатах (p, W) условиями $p_j > p_{\min}$ и $W \leq W_{\max}$, эмпирическим (экспертным) путем определена зависимость $W = W(p)$, которая по своему смыслу является неубывающей (с ростом вероятности благоприятного результата доля средств, которыми ЛПР готов рисковать, не убывает и приближается к W_{\max}). Зависимость $W(p)$ и параметры p_{\min} и W_{\max} , совместно выражают склонность ЛПР к риску.

На рис.1 представлена зависимость инвестируемой доли активов от вероятности благоприятного исхода, построенная на основе субъективного мнения ЛПР.

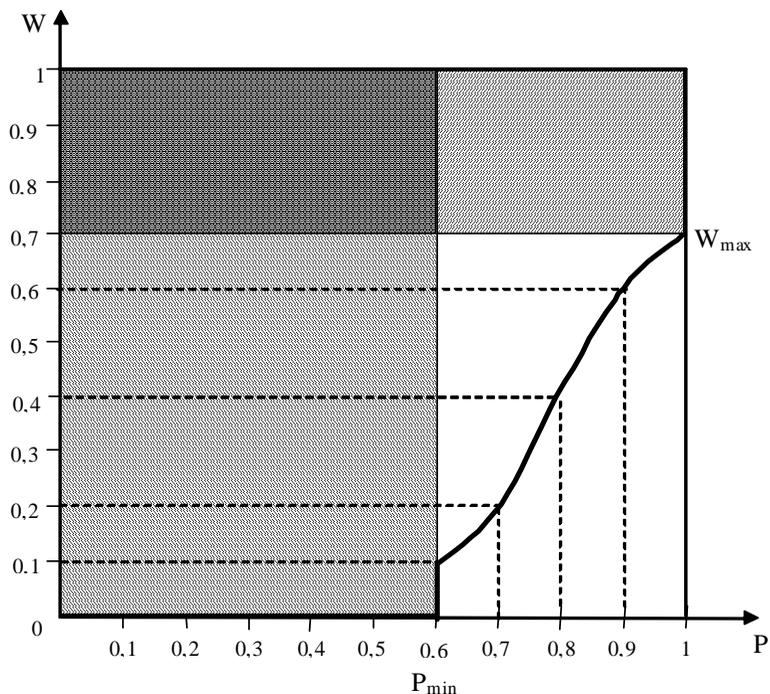


Рис. 1 – Зависимость максимальной доли активов, которой ЛПР готов рисковать, от оценки вероятности благоприятного результата.

Следующей характерной зависимостью, существенно влияющей на упорядочение вариантов, является кривая «нормальной» доходности вкладываемых в проект средств. Нормальной мы называем доходность, которую ЛПР считает для себя приемлемой в рассматриваемой задаче. Уровень нормальной доходности логично считать зависящим (в общем случае нелинейно) от абсолютной величины вкладываемых средств. Введем обозначения: A – величина находящихся в распоряжении ЛПР активов (предполагается постоянной и ограниченной); I – величина активов, вкладываемых в какую-либо из альтернатив, очевидно, $I = W \times A$; C – доход ЛПР; R – уровень доходности активов, $R = C/I$.

ЛПР, формулируя свои требования к результату, указывает для каждого значения W , выбираемого с некоторым шагом из интервала

$[W_{\min}, W_{\max}]$, значення нормальної доходності $R_{\text{norm}}(W)$, по якому легко визначається «нормальний» рівень доходу $C_{\text{norm}} = R_{\text{norm}}(W) \times I$.

Композиція цієї залежності з побудованою раніше залежністю $W(p)$ дозволяє отримати опис функціональної зв'язи нормального доходу з ймовірністю благоприємного результату: $C_{\text{norm}} = C_{\text{norm}}(p)$. В останній залежності виявляються інтегровані обмеження, накладувані з боку ЛПР на ймовірність отримання благоприємних результатів, об'єм засобів, знаходяться «під ризиком», і доходність вкладень.

Побудованою цієї залежності завершується загальний аналіз розглянутої задачі (рис.2). Кожна точка цієї залежності відповідає нормальному рівню доходу і мінімальній прийнятній для ЛПР ймовірності благоприємного результату при певному значенні частки вкладувані засобів W_k . Данна залежність дозволяє виділити для кожного значення W_k «сектор допустимості» – область, обмежену прямими $p=p(W_k)$ і $C=C(W_k)$ з вершиною, розташованою на побудованій залежності і маючої координати $(p(W_k), C(W_k))$. Пространство характеристик (p, C) пред'явлених варіантів стає «підготовленим» до розміщення в ньому всіх конкретних альтернатив і проведенню їх порівняльного аналізу.

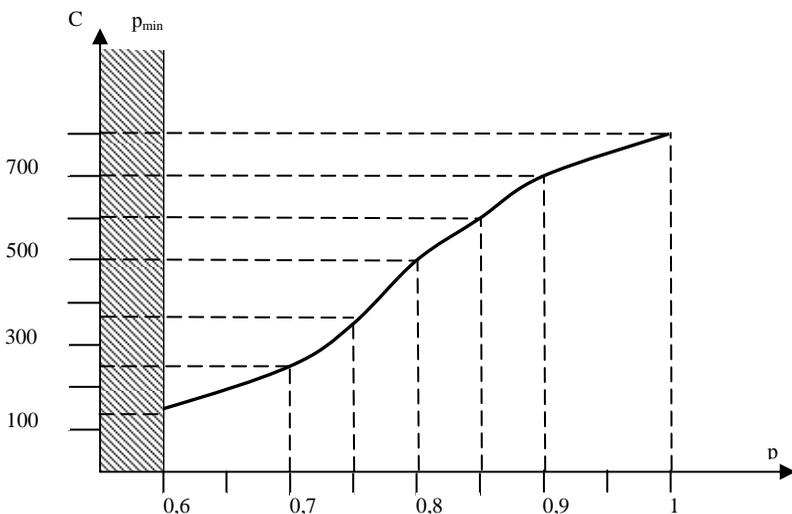


Рис. 2 – Пространство характеристик (p, C) для кожного значення W_k .

На рис. 3 показан пример размещения альтернатив в указанном пространстве.

Второй этап предлагаемой методики сравнения и упорядочения по предпочтительности альтернатив включает три шага.

На первом шаге для каждой альтернативы формируется ее сектор допустимости. Альтернатива, не попавшая в свой сектор, исключается из дальнейшего рассмотрения. На втором шаге из множества оставшихся альтернатив по критериям $C \rightarrow \max$ и $p \rightarrow \max$ выделяется подмножество Парето-оптимальных вариантов. Не вошедшие в это подмножество варианты исключаются. На рис.3 для каждой альтернативы ее левая и нижняя границы допустимости выделены пунктирными линиями. Как видно из рисунка, варианты П3 и П5 лежат за пределами этих границ. Альтернатива П3 не удовлетворяет критерию нормального дохода ($C_{П3}=380 < C_{\text{ном}}=492$). Альтернатива П5 не подходит по критерию вероятности успеха ($p_{П5}=0,89 < p_{\text{мин}}=0,9$). Таким образом, проекты П3 и П5 исключаются из дальнейшего рассмотрения. Оставшиеся варианты П1, П2 и П4 являются Парето-оптимальными.

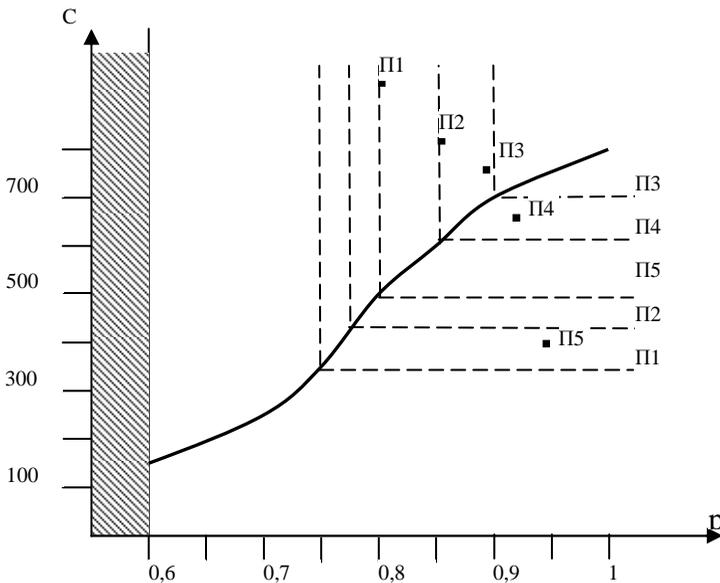


Рис. 3 – Альтернативы Π_i в пространстве характеристик (p, C).

Третий шаг процедуры состоит в упорядочении Парето-оптимальных альтернатив по предпочтительности. Для этого предложено использовать формируемые ЛПР «кривые безразличия». В общем случае для анализа требуется построение нескольких кривых. Первая исходит из верхней левой граничной точки подмножества Парето. Многошаговая процедура построения кривой состоит в последовательном указании ЛПР величин уступок, которые он согласен сделать по критерию дохода при увеличении на каждом шаге вероятности благоприятного результата на фиксированную величину Δr . Альтернативы, лежащие ниже построенной кривой, исключаются из рассмотрения. Альтернативы, оказавшиеся на кривой формально равноценны для ЛПР и выбор среди них требует привлечения дополнительной информации. Альтернативы, лежащие выше построенной кривой, следует считать более предпочтительными, чем расположенные на ней. Поэтому, исключив последние из рассмотрения, переходим к построению очередной кривой безразличия, исходящей из верхней левой граничной точки нового подмножества Парето.

Дальнейший анализ осуществляется аналогичным образом. Итогом процедуры является выделение наиболее предпочтительной с точки зрения ЛПР альтернативы либо, при фиксации результатов каждого шага сравнения, – упорядочение Парето-оптимальных альтернатив. В рассмотренном примере наиболее предпочтительной оказался проект П2. Ход анализа показан на рисунках 4 и 5.

Субъективный и прогнозный характер используемых в задаче данных делает необходимым анализ устойчивости найденных решений при возможном изменении значений оценок альтернатив.

Пусть для определенности указаны базовые значения и диапазоны для оценок дохода и вероятности благоприятного исхода каждой альтернативы: $C_i^{\min} < C_i < C_i^{\max}$ и $r_i^{\min} < r_i < r_i^{\max}$. Это означает, что альтернативы представляются в пространстве своих характеристик в виде прямоугольных областей. Пусть также найден результат при базовых значениях характеристик всех альтернатив, то есть, выбрана наиболее предпочтительная альтернатива.

Возможны различные по степени жесткости требования к устойчивому решению. Наиболее жестким является следующее: решение устойчиво, если оно выбирается данной процедурой при любых сочетаниях возможных значений параметров каждой альтернативы. Это имеет место в том случае, когда области возможных значений оценок альтернатив не пересекаются между

собой и не пересекают кривую безразличия. Если эти условия не выполняются, решение считается неустойчивым.

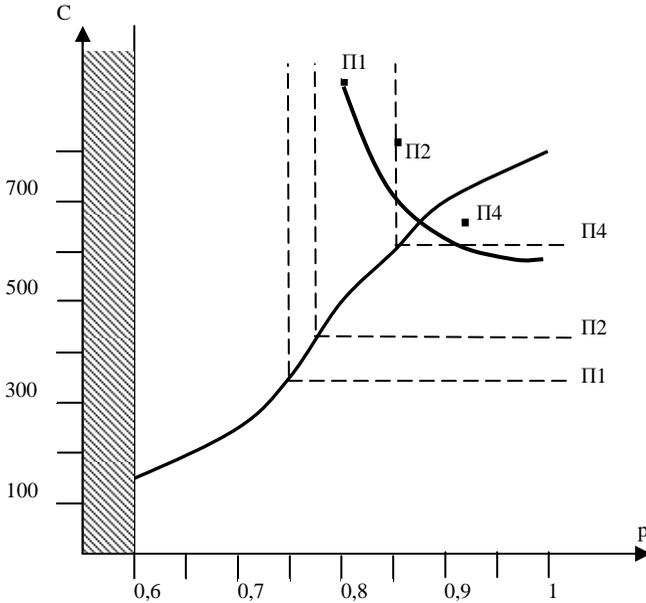


Рис. 4 – Кривая безразличия с начальной точкой П1.

Рассмотрим интегрированный подход к формированию структуры виртуального предприятия и планированию процессов производства сложных изделий который представлен предлагаемый подход к формированию рациональной структуры виртуального предприятия, использующий адаптированный к данной задаче метод, и дополненный процедурой оценки устойчивости сформированной структуры. Эту оценку предложено рассчитывать на основе характеристик заинтересованности предприятий в участии в совместной деятельности. Для интегральной оценки предложено использовать показатель, названный коэффициентом консолидации, для расчета которого предложена соответствующая процедура. По результатам сравнения значения этого коэффициента с некоторым граничным значением (может быть задано экспертным путем) делается вывод об устойчивости или неустойчивости структуры, либо

неопределенности данной ситуации выбора. Методика формирования виртуального предприятия схематично представлена на рис. 6.

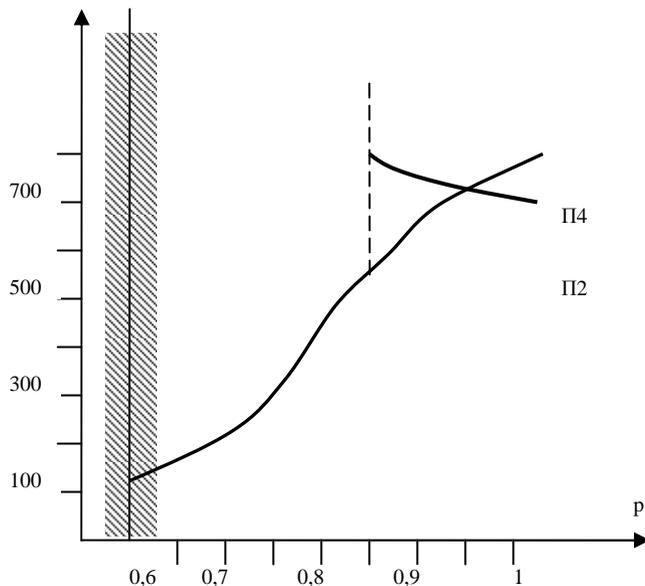


Рис. 5 – Кривая безразличия с начальной точкой П2.

Выводы. Изложенный метод использован для решения практической задачи формирования структуры виртуального предприятия для производства сложного изделия. Рассматривается пример формирования производственной структуры для изготовления сложного изделия, технология производства которого включает стадии разработки, технологической подготовки, изготовления и испытаний изделия. В результате анализа формируется вариант структуры виртуального предприятия, имеющий высокую оценку устойчивости, что дает основание ожидать успешного завершения проекта.

В процессе исследования решены следующие задачи:

1) проведен анализ теоретических и практических аспектов развития новых организационных форм кооперации предприятий и разрабатывается подход к их классификации с использованием уточненных признаков производственных сетей и виртуальных предприятий;



Рис. 6 – Порядок формирования и анализа возможных структур виртуального предприятия при выборе рационального варианта

2) пропонується комплексний підхід до обґрунтування рішення про передачу частини виробничих функцій на виготовлення складного виробу сторонній організації; на основі запропонованого комплексного підходу виконуються розрахунки і проводиться оцінка ефективності передачі виробничих функцій сторонній організації за даними конкретного підприємства;

3) розроблена методика прийняття рішень в економічних задачах вибору з урахуванням факторів неопределенності і ризику на основі застосування інструментів багатокритеріальної оптимізації; показується можливість застосування розробленого методу і його модифікацій в різних практичних задачах;

4) розроблена узагальнена методика оцінки структурної стійкості складних виробничих систем, заснована на відносних оцінках взаємної зацікавленості партнерів в спільній роботі;

5) розроблена модель і алгоритм формування раціональних варіантів структур віртуальних підприємств для реалізації багатостадійних виробничих процесів;

б) запропоновані практичні рекомендації для промислових підприємств по проведенню процедури формування структури виробничої системи з використанням розробленої методики вибору і методики оцінки структурної стійкості.

Література

Тимашова Л.А., Рамазанов С.К., Бондар Л.А., Лещенко В.А. Організація віртуальних підприємств. – Луганськ: Вид-во Східно-Українського Національного університету ім.Володимира Даля, 2004. – 368 с.

Тимашова Л.А., Бондар Л.А., Лещенко В.А., Ткаченко Т.В., Кондиріна А.Г. Інформаційні системи для сучасних бізнес-аналітиків. – К.: Вид. Академії праці і соціальних відносин, 2005. – 483 с.

Тимашова Л.А., Бондар Л.А., Лещенко В.А. Інтелектуальна система пошуку партнерів віртуальних підприємств // УСИМ. – 2006. – №1. – С.52-68.

Тимашова Л.А., Модели планирования для виртуальных предприятий // УСИМ,- 2005. – №5.– С.35-58.