

УДК 330.4:001:895
ББК 65В631=551

О. В. Ваганова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ СУБЪЕКТОВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

O. V. Vaganova

MODIFICATION OF INTEGRATION RELATIONS OF SUBJECTS OF INNOVATION PRODUCTION

Необходимость перевода экономики на инновационный путь развития обусловила исследование особенностей функционирования современных наукоемких производств. Выявлены объективно существующие предпосылки консолидации производств в интеграционные структуры, обоснована необходимость и целесообразность построения интеграционных отношений.

Ключевые слова: интеграционные отношения, инновационный путь развития, наукоемкое производство.

The necessity of shifting the economy to the innovative way of development caused the research of the features of functioning of modern science-intensive production. The actual existing prerequisites for the consolidation of such manufactures into the integration structures are revealed; the necessity and the expediency of setting up integration relations are proved.

Key words: integration relations, innovative way of development, science-intensive production.

В ходе исследования проблем, связанных с моделированием интеграционных взаимоотношений, наиболее целесообразным представляется использование комплексного подхода к рассмотрению понятия «интеграция». В рамках наших исследований категория «интеграция» будет рассматриваться как процесс развития, ведущий к созданию нового типа взаимодействия субъектов инновационного процесса с целью повышения конкурентоспособности, снижения неопределенности коммерциализации инновационного продукта, снижения издержек. В связи с этим в проблеме интеграции взаимоотношений будет проведено выделение различных аспектов, в том числе обоснование и формирование новых эффективных моделей консолидированных отношений.

Для современной экономики особое значение приобретает интеграция на мезо- и микро- уровне организации экономических отношений, поскольку для модернизации российской экономики необходимо активизировать связи между отдельными субъектами инновационной составляющей, которые в контексте нашего исследования представляют собой государство (и (или) органы местного самоуправления), бизнес и науку. Целенаправленная интеграция способствует открытию ряда возможностей для интенсификации процессов конвергенции субъектов инновационного процесса, создавая условия для повышения связанности экономических агентов и их более организованного перехода на путь интенсивной модернизации экономики.

Одним из проявлений моделирования интеграционных отношений, по нашему мнению, может стать формирование сетевой модели.

Сетевая модель может различаться числом и функциями субъектов инновационного процесса, содержанием выполняемых ими работ, способами формализации межотраслевых связей и выполнением междисциплинарных научных исследований. В рамках исследования под сетевой моделью инновационного процесса понимается консолидированная структура, обладающая следующими свойствами:

- сеть организована для реализации сложного многостадийного инновационного проекта;
- каждый из субъектов наделен определенной функцией, которая в значительной мере ограничена определенной компетенцией и может быть локализована;
- число участников достаточно многообразно и вполне может соответствовать числу этапов инновационного процесса;

- субъекты инновационного процесса являются автономными организациями в рамках определенной территории и связаны между собой договорными отношениями на выполнение отдельного этапа инновационного процесса;
- возможная структура сети может быть представлена каскадной траекторией в несколько уровней или являться одноуровневой структурой;
- среди участников одноуровневой сети выделен один, исполняющий роль координирующего субъекта инновационного процесса, остальные являются исполнителями;
- формирование, функционирование и развитие сетевой модели реализуются в обособленной территориальной научно-промышленной единице, предоставляющей участникам доступ к ресурсам, обеспечивающим дополнительной информацией для решения задач экономической целесообразности инновационного процесса, включая анализ, прогноз возможных ситуаций, финансового обеспечения деятельности, принятие решений на долгосрочную перспективу и реализацию тактических действий [1].

Сетевая модель формируется на основе некоторого множества организаций, в котором выделено подмножество потенциальных субъектов инновационного процесса, а именно подмножество организаций, обладающих необходимыми компетенциями. В нашем случае таковыми являются ОАО «Воронежский авиационный завод», Курчатовская атомная электростанция (Курская область) и НИИ при ней, а также Белгородский государственный университет, занимающийся разработкой титановых сплавов в области нанотехнологий. Отличительной особенностью является наличие для каждой компетенции нескольких исполнителей, дифференцированных по тем или иным показателям, имеющим значение для эффективного выполнения инновационного проекта. Возникает задача выбора для конкретного проекта оптимального по заданному критерию (или наиболее предпочтительного по заданному набору критериев) состава исполнителей. Отметим, что в сетевой модели инновационного процесса могут быть реализованы несколько проектов и, соответственно, сформированы несколько сетевых моделей.

Нами рассматриваются две задачи: формирование сетевой модели интеграционного взаимодействия субъектов инновационного процесса (рис. 1) с учетом нескольких критериев в ситуации риска и построение интегральной оценки успешности, используемой в целях прогнозирования эффективности реализуемого инновационного процесса для предлагаемой структуры сетевой модели.

Основной целью на первоначальной стадии формирования сетевой модели является формирование альтернативных вариантов структур и их упорядочение по предпочтительности. Данная процедура проводится на основании предварительно структурированных множеств: множества вариантов технологических структур многостадийного проекта и множества потенциальных исполнителей (рис. 2).

На первом этапе задача координирующего субъекта состоит в том, чтобы разбить на отдельные стадии весь процесс и описать его с наиболее рациональной степенью детализации. Процесс может представлять собой последовательно и (или) параллельно выполняемые стадии. При описании инновационного процесса возможна различная детализация этапов, которая приводит к детальному представлению о реализации процесса.

С одной стороны, при возможном увеличении числа стадий, становится возможным учет особенностей проекта и облегчается задача подбора исполнителей, с другой стороны, нарастает возможная неопределенность при планировании и снижается уровень качества контроля. Ввиду вышеуказанных обстоятельств становится очевидным, что укрупнение стадий ведет и к росту зависимости успеха инновационного процесса от конкретного исполнителя, а это является желательным фактом при моделировании интеграционных отношений субъектов, участвующих в данном процессе. Отдельные этапы в сложных инновационных процессах могут принимать неоднозначные значения для принятия решения о необходимости выполнения тех или иных действий в целях достижения конечного результата, поэтому необходимо учитывать и оценивать уровень значимости каждой стадии при формировании модели интеграционных отношений.

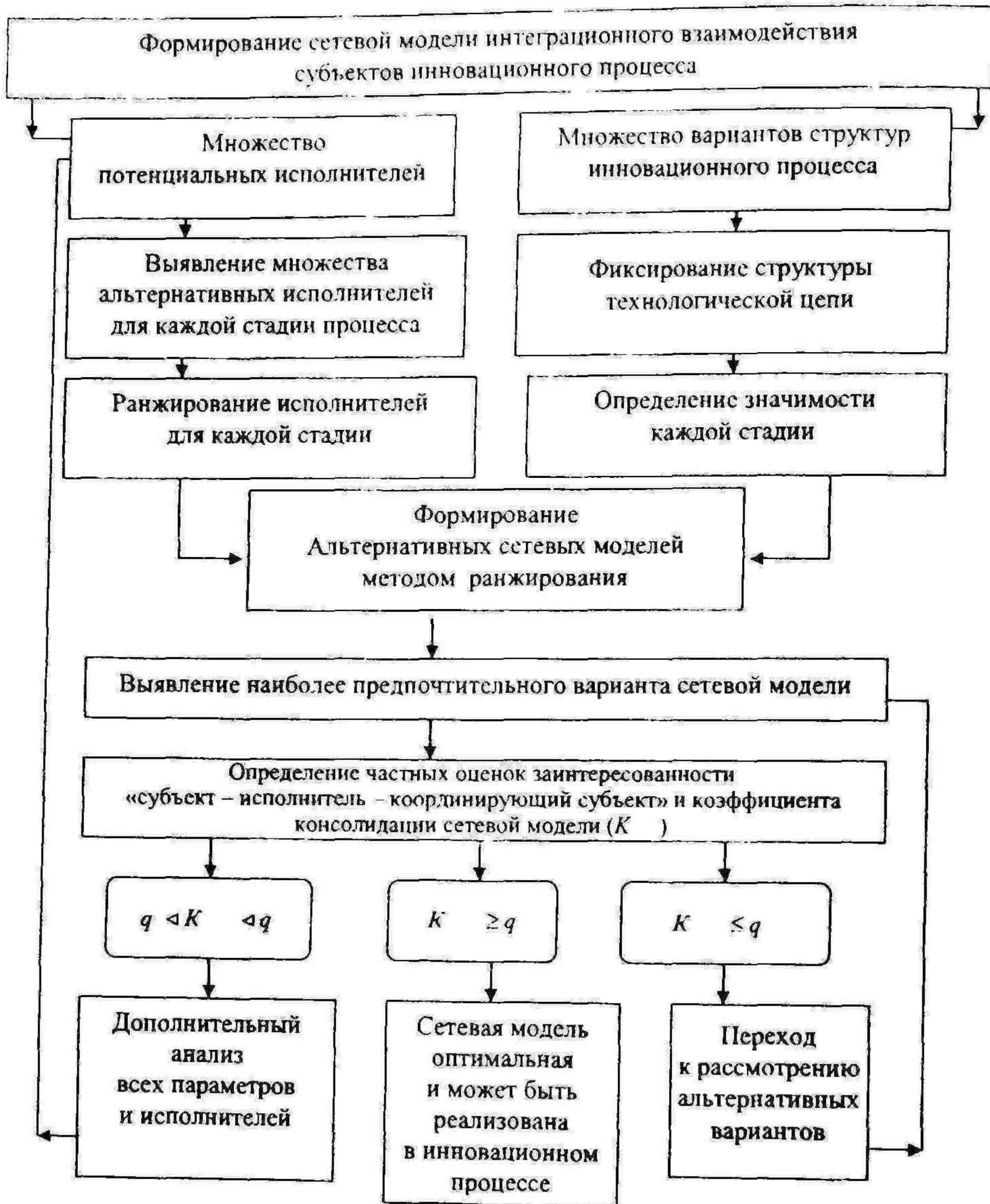


Рис. 1. Алгоритм построения сетевой модели интеграционного взаимодействия субъектов инновационного процесса



Рис. 2. Задача выбора структуры инновационного процесса

В предлагаемой методике суть состоит в том, что при использовании двухэтапного ранжирования исходного множества объектов [2] (в нашем случае – исполнителей по конкретной компетенции) на начальном этапе по двум выбранным показателям или критериям выделяются последовательно подмножества Парето, т. е. оценок, которые ранжируются в соответствии с присвоенным рангом. На следующем этапе среди каждого из множеств Парето эксперт выстраивает объекты с использованием понятия «кривые безразличия».

Пусть задано некое множество исполнителей $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ для j -й стадии проекта, которые являются альтернативными. Любой субъект-исполнитель a_n оценивается набором параметров (p_n, C_n) , где p_n – показатель вероятности успешной реализации определенного этапа конкретным исполнителем; C_n – цена контракта, предлагаемая исполнителем при проведении анализа.

В самом начале процедуры ранжирования целесообразно описать отношение координирующего субъекта к поставленной задаче выбора, не учитывая каких-либо оценок предъявленных к выбору альтернатив. Координирующему субъекту следует задать субъективную оценку и указать минимальное приемлемое значение вероятности p_{\min} для благоприятного результата выбора альтернативы. Это значение послужит критерием исключения части предложенных альтернатив по правилу, которое заключается в следующем: если $p_j < p_{\min}$, то альтернатива j исключается из дальнейшего рассмотрения. Пространство характеристик (p, C) к размещению всех альтернатив и проведению их сравнительного анализа становится «подготовленным» для всех представленных вариантов.

Подмножество Парето оптимальных вариантов выделяется на первом шаге сравнительного анализа альтернатив по критериям $C \rightarrow \max$ и $p \rightarrow \max$. Исключаются варианты, не вошедшие в это подмножество. Упорядочение Парето оптимальных альтернатив по предпочтительности необходимо произвести на следующем шаге процедуры. Использование способов свертывания критериев относительной значимости со стороны координирующего субъекта есть достаточно традиционный подход к решению данной задачи. Нами предлагается подход, при котором координирующий субъект использует «кривые безразличия». Для анализа требуется построение нескольких кривых. Из верхней левой граничной точки подмножества Парето исходит первая кривая. Исключаются из рассмотрения альтернативы, лежащие ниже построенной кривой. Привлечения дополнительной информации требуют альтернативы, оказавшиеся на кривой, т. к. формально они равноценны для координирующего субъекта и выбор среди них затруднен. Более предпочтительными следует считать альтернативы, лежащие выше построенной кривой, чем расположенные на ней, поэтому координирующий субъект переходит к построению очередной кривой безразличия, исходящей из верхней левой граничной точки нового подмножества Парето, исключив из рассмотрения последние. Аналогичным образом будет осуществляться дальнейший анализ. В результате применения данного алгоритма координирующий субъект сети интеграционного взаимодействия формирует упорядоченное множество исполнителей по предпочтительности и компетенции, присваивая при этом определенный ранг каждому исполнителю. В результате для каждой стадии инновационного процесса формируется упорядоченное по предпочтительности множество альтернативных исполнителей [2].

Существуют различные варианты постановки задачи формирования сетевой модели интеграционного взаимодействия субъектов инновационного процесса. Все зависит от того, являются ли определенная часть процесса и набор исполнителей фиксированными или нет. Нами рассматривается задача формирования сетевой модели, когда стадии проекта являются независимыми (одни разрабатывают новое атомное топливо, другие двигатели и авиаконструкции для использования данного топлива, третьи – наноматериалы, которые будут использованы в проекте), причем интегрированная структура считается заданной, а координирующий субъект располагает всей необходимой информацией об альтернативных исполнителях и имеет возможность выбора исполнителей для каждого этапа инновационного процесса.

Основная задача координирующего субъекта заключается в том, чтобы выбрать возможные варианты сетевых моделей, оценив среди них наиболее предпочтительные, с его точки зрения, варианты. При решении поставленной задачи могут быть использованы различные процедуры, все зависит от требований, предъявляемых к конечному результату:

– возможно формирование сетевой модели интеграционного взаимодействия из наилучших исполнителей, которые предварительно были установлены;

- возможен для каждого этапа полный перебор исполнителей;
- возможен частичный перебор вариантов сетевых моделей.

Наиболее предпочтительным, на наш взгляд, является последний вариант процедуры формирования сетевой модели интеграционного взаимодействия. Формирование вариантов моделей ведется путем конструирования очередного сочетания исполнителей по заданным правилам с учетом ряда ограничений. Рассмотренные выше процедуры – полный перебор и конструирование единственного варианта с помощью локальной оптимизации, являются методом, который дает обобщенную схему поиска, предельными случаями. Значительно ограничить пространство поиска позволяет введение ограничений на значения приоритетов исполнителей. Методом введения исполнителей (из ограниченного множества) в очередной вариант, соответствующий построением их упорядочением, осуществляется синтез вариантов сетевой модели. В результате формируется множество вариантов моделей, упорядоченных по предпочтительности, что дает наиболее гибкую форму результата, т. к. координирующий субъект имеет возможность оперативно маневрировать при возникновении различного рода сбоях и отклонений в ходе реализации инновационного процесса.

Таким образом, в результате выполнения данного этапа формируется одна сетевая модель интеграционных отношений между участниками инновационного процесса, являющаяся наиболее предпочтительной для координирующего субъекта.

Далее координирующему субъекту необходимо провести анализ полученной структуры модели интеграционных отношений. Для этого необходимо провести анализ и оценку взаимодействия или «связности» сформированной структуры. С указанными оценками можно связать возможность успешного завершения проекта, а следовательно, потенциальную надежность. Нами предлагается подход к оценке надежности модели с помощью показателя взаимной заинтересованности координирующего субъекта и исполнителей в совместной работе. Такая оценка, представленная в количественной форме, может быть названа коэффициентом интеграции модели ($K_{инт}$) и использована в качестве одного из критериев при поиске наилучшего варианта структуры.

Для определения величины данного показателя необходимо провести несколько процедур, которые заключаются в анализе некоторых показателей заинтересованности участников инновационного процесса.

I. Оценка заинтересованности координирующего субъекта в i -м исполнителе.

Примем, что i -й субъект-исполнитель описан с помощью вектора параметров $p_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in})$. Введем понятие полезности i -го исполнителя и будем полагать, что показатель полезности аддитивно зависит от значений характеризующих его параметров:

$$P_i = \lambda_1 p_{i1} + \lambda_2 p_{i2} + \dots + \lambda_n p_{in},$$

где P_i – функция полезности i -го исполнителя; $p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in}$ – параметры i -го исполнителя, нормированные по некоторому правилу; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ – коэффициенты значимости параметров, установленные координирующим субъектом.

Предположим, что координирующий субъект указывает некоторые значения параметров, которые хотел бы обнаружить у исполнителей. Это могут быть и недостижимые значения (например, надежность 100 %), поэтому вектор таких значений назовем «идеальным» и обозначим P^0 . В связи с этим можем рассчитать идеальное значение функции полезности P_i^0 . Но нельзя исключить случаи, когда значения некоторых параметров отдельных исполнителей могут быть лучшими, чем ожидает координирующий субъект. Для удобства нормирования шкалы значений параметров к интервалу $[0, 1]$ итоговое значение вектора полезности i -го исполнителя определим следующим образом:

$$P_i = \min \{P_i, P_i^0\}. \quad (1)$$

Оценку заинтересованности U_i координирующего субъекта в i -м исполнителе определим по правилу

$$U_i = \frac{P_i}{P_i^0}, i = 1, 2, \dots, n.$$

Значения этих оценок, очевидно, находятся в интервале $[0, 1]$.

II. Оценка координирующим субъектом заинтересованности i -го исполнителя в реализации инновационного процесса.

С точки зрения координирующего субъекта, заинтересованность исполнителя в участии в проекте определяется двумя факторами: степенью загрузки мощностей (M_{mi} , изменяется от 0 до 1) и ожидаемым доходом (C_i), равным цене договора, предлагаемой исполнителем при согласии на выполнение работ.

Полезность S_i для i -го исполнителя его участия в проекте (с точки зрения координирующего субъекта) оценим по формуле

$$S_i = \lambda_c \cdot C_i + \lambda_k \cdot M_{mi}$$

где λ_c и λ_k – коэффициенты значимости параметров, которые устанавливает сам координирующий субъект.

По аналогии с оценкой полезности P определяем вектор идеальных значений параметров C и M и, соответственно, идеальное значение полезности S_i^0 , устанавливаемое для случая максимальной загрузки свободного производственного потенциала предприятия ($M_{mi} = 1$) и получения исполнителем дохода, равного некоторой «нормативной» величине ($C_i = C_{\text{норм}}$).

Итоговое значение полезности участия в проекте i -го исполнителя определим по аналогии с выражением (1) следующим образом:

$$S_i = \min \{S_i, S_i^0\}.$$

Оценку координирующим субъектом заинтересованности Z_i i -го исполнителя в участии в определенном инновационном процессе определим по правилу

$$Z_i = \frac{S_i}{S_i^0}.$$

III. Оценка взаимной заинтересованности сторон в паре «координирующий субъект – i -й субъект-исполнитель».

Дать оценку взаимной заинтересованности партнеров в паре «координирующий субъект – i -й субъект-исполнитель» возможно по минимальному значению двух оценок – Z_i и U_i :

$$U_{0i} = \min (U_i, Z_i), i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Полученные оценки относятся к отдельным субъектам инновационного процесса, поэтому могут называться частными. На основе частных оценок возможно предложить интегральную оценку степени заинтересованности субъектов инновационного процесса в сотрудничестве, т. е. рассчитать значение коэффициента интеграции.

IV. Определение коэффициента интеграции [3].

Интегральную оценку степени заинтересованности представляется целесообразным производить следующим образом:

1. Построим «лепестковую» диаграмму, сопоставив каждую полуось, исходящую из центра, с определенным исполнителем (и, соответственно, с определенной компетенцией).

2. На полуосях установим шкалы так, чтобы их единицы отражали относительную значимость соответствующей компетенции для реализации рассматриваемого проекта.

3. Отметим на полуосях единичные значения показателя заинтересованности в реализации инновационного процесса соответствующих исполнителей и соединим полученные точки между собой.

4. Площадь полученного многоугольника F_{max} примем в качестве условной меры максимальной взаимной заинтересованности субъектов инновационного процесса в сотрудничестве. Значение F_{max} отражает «идеальную» ситуацию, при которой сетевая модель интеграционных отношений абсолютно «связана».

5. Отметим на полуосях значения оценок заинтересованности, рассчитанные по формуле (2), и также соединим точки между собой.

Площадь полученного многоугольника F характеризует фактический уровень взаимной заинтересованности субъектов инновационного процесса. В качестве искомого коэффициента интеграции примем отношение двух площадей:

$$K_{\text{инт}} = \frac{F}{F_{\text{max}}} \quad (3)$$

Значение коэффициента интеграции находится в интервале $[0, 1]$, и для его практического использования требуется соотнести полученное значение с субъективными представлениями координирующего субъекта о степени связности рассматриваемой структуры модели интеграционных отношений. Координирующему субъекту необходимо построить шкалу измерения показателя интеграции, задав ряд лингвистических переменных, характеризующих степень связности: слабая, средняя, сильная. Число градаций может быть различным и устанавливается координирующим субъектом из собственных соображений. Приняв некоторый вариант подобной шкалы, координирующий субъект должен установить соответствие каждой лингвистической переменной с определенными участками интервала $[0, 1]$. Для случая трех градаций степени связности структуры он должен задать граничные точки q_1 и q_2 ($q_1 < q_2$), которые разделяют интервал изменения $K_{\text{инт}}$ на три зоны. В зависимости от того, в какую зону попадет определенный по формуле (3) фактический показатель, дальнейшие действия координирующего субъекта будут различными.

Если $K_{\text{инт}} < q_1$, то степень взаимной заинтересованности партнеров крайне низкая, интегрированная структура потенциально неустойчива и велик риск невыполнения проекта; координирующему субъекту рекомендуется пересмотреть состав исполнителей либо разработать дополнительные меры по их мотивации.

Если $K_{\text{инт}} > q_2$, то степень взаимной заинтересованности партнеров-субъектов высокая, интегрированная структура устойчива, риск срыва проекта невелик.

Если $q_1 < K_{\text{инт}} < q_2$, то степень связности структуры средняя и ситуация может осложниться высокой степенью неопределенности. В этом случае целесообразно провести исследования, дополнительно переработав мероприятия по выполнению принятых решений, определению приоритетов и других инструментов используемой модели выбора.

Для новой модели процедура анализа повторяется до получения приемлемого с точки зрения координирующего субъекта варианта структуры модели интеграционных отношений.

Вариант сетевой модели, принятый нами для реализации интегрированных отношений субъектов инновационного процесса, будем называть «ТрансАвиаАтом».

Этап формирования сетевой модели «ТрансАвиаАтом» в нашем исследовании можем опустить, т. к. проект был основан на выборе приоритетных направлений развития трех близлежащих регионов – Белгородской, Воронежской и Курской областей. Поскольку потенциальные исполнители для стадий проекта уже определены, то процедура ранжирования, изложенная выше, для выбора оптимальной структуры модели не представляет интереса.

Куда более важно для нас провести анализ предложенной структуры сетевой модели «ТрансАвиаАтом», т. е. провести оценку внутренней связности, «прочности» сформированной модели.

Таким образом, следующей задачей является оценка структурной устойчивости модели «ТрансАвиаАтом», в качестве которой используем коэффициент интеграции. Примем для определенности трехуровневую градацию степени связности структуры, а именно низкую, среднюю и высокую степени связности. В качестве граничных значений коэффициента интеграции примем $q_1 = 0,3$ и $q_2 = 0,6$.

Определим взаимную заинтересованность сторон в каждой паре «координирующий субъект – субъект-исполнитель». Расчеты проведем по формулам, результаты представим в табл. 1.

Таблица 1

Определение взаимной заинтересованности
в паре «координирующий субъект – субъект-исполнитель»

Оценка заинтересованности	Исполнитель			
	A	B	D	F
Заинтересованность координирующего субъекта в исполнителях U	0,95	0,98	0,99	0,98
Заинтересованность со стороны исполнителя в проекте Z	0,96	0,8	0,75	0,75
Оценка заинтересованности в паре «координирующий субъект – исполнитель» U	0,95	0,8	0,5	0,75

Определение относительной важности выполняемой стадии проекта ($r_i^{отн}$) осуществляется следующим образом. Для стадии с максимальной степенью важности (r_i^{max}) значение $r_i^{отн} = 1$. Для остальных стадий проекта показатель ($r_i^{отн}$) определяется по правилу

$$r_i^{отн} = \frac{r_i}{r_i^{max}}$$

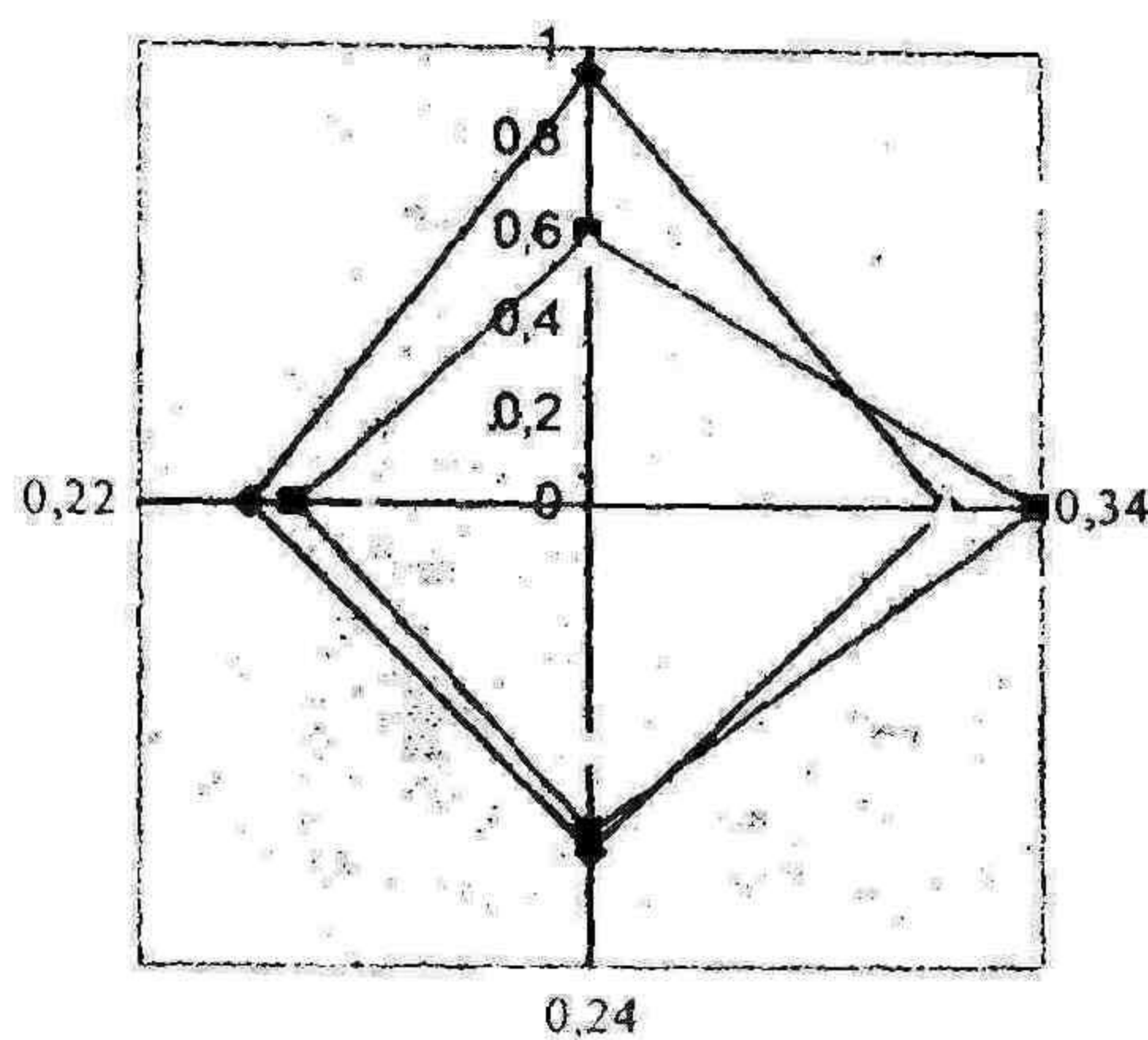
Относительная взаимная заинтересованность партнеров (табл. 2) определяется по формуле

$$U_{0i}^{отн} = r_i^{отн} \cdot U_{0i}$$

Таблица 2

Определение взаимной заинтересованности партнеров

Показатель	Исполнитель			
	A	B	D	F
Важность исполняемой исполнителем стадии проекта r_i	0,2	0,34	0,24	0,22
Взаимная заинтересованность координирующий субъекта и исполнителя U_{0i}	0,95	0,8	0,75	0,75
Относительная важность выполняемой стадии проекта $r_i^{отн}$	0,59	1	0,71	0,65
Относительная взаимная заинтересованность $U_{0i}^{отн}$	0,56	0,8	0,53	0,49



- ◆— Взаимная заинтересованность координатора и исполнителя (U_{0i})
- Относительная важность выполняемой стадии проекта ($r_i^{отн}$)
- ... Относительная взаимная заинтересованность ($U_i^{отн}$)

Рис. 3. Диаграмма для расчета коэффициента интеграции

Получены следующие результаты (рис. 3): $F_{max} = 1,0725$; $F = 0,70305$; $K_{инт} = 0,66$. Как видим, $K_{инт} > q_2$, т. е. при принятых предположениях степень взаимной заинтересованности партнеров можно оценить как высокую. Структура сетевой модели по оценке координирующего субъекта достаточно устойчива, риск срыва проекта невелик, и есть основания считать, что анализируемая сетевая модель «ТрансАвиаАтом» может функционировать [4].

Таким образом, для современной экономики особое значение приобретает интеграция, поскольку для модернизации российской экономики необходимо активизировать связи между отдельными субъектами инновационной составляющей, которые в контексте нашего исследования представляют собой государство, бизнес и науку. Потребность в разработке и обосновании подходов к исследованию, методологических, теоретических и практических аспектов комплексной научной проблемы интеграционного взаимодействия обусловлена следующими обстоятельствами:

- трансформация становится одной из специфических характеристик современной экономики;
- интеграция относится к числу доминирующих тенденций современного экономического развития;
- инновационный аспект интеграционного взаимодействия имеет особое значение для современной России;
- существует тенденция к укреплению вертикали государственной власти;

