

УДК 51.7
ББК 65.054

МЕХАНИЗМЫ СОГЛАСОВАНИЯ ИНТЕРЕСОВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ¹

Горбанева О. И.², Мурзин А. Д.³, Угольницкий Г. А.⁴
(Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону)

Рассматриваются административные и экономические механизмы согласования интересов двух соседних территориальных субъектов. Исследуется задача управления, которая заключается в распределении двумя соседними субъектами средств между развитием своей и общей (трансграничной) территории. Для координации деятельности вводится специальный орган управления (координатор, Центр). Экономический механизм исследуется в двух вариантах (управление долей участия в доходе от развития общей территории и распределение ресурса). Приводится детальный анализ указанных механизмов, а также организационно-экономическая интерпретация для конкретных задач территориального управления.

Ключевые слова: трансграничные территории, общие интересы, частные интересы, согласование интересов, административный механизм, экономический механизм.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-010-00594.

² Ольга Ивановна Горбанева, кандидат физико-математических наук, доцент (gorbaneva@mail.ru).

³ Антон Дмитриевич Мурзин, кандидат экономических наук, доцент (admurzin@yandex.ru).

⁴ Геннадий Анатольевич Угольницкий, доктор физико-математических наук, профессор (ougoln@mail.ru).

1. Введение

Проблема согласования интересов играет центральную роль в исследованиях социально-экономических систем с использованием математического моделирования. В российской науке основное место здесь занимают два направления. Теория активных систем основана в 1970-х годах А.Я. Лернером и В.Н. Бурковым в Институте проблем управления РАН и продолжает активно развиваться там же в русле теории управления организационными системами под руководством Д.А. Новикова и В.Н. Буркова, а также в других академических учреждениях и университетах России и ближнего зарубежья под руководством их коллег и учеников [9, 11]. Другое ведущее направление в этой области – информационная теория иерархических систем, основанная в то же время в Вычислительном центре РАН и в МГУ Ю.Б. Гермейером и Н.Н. Моисеевым и развитая в области статических моделей В.А. Гореликом, а динамических – А.Ф. Кононенко и их учениками [6]. За рубежом соответствующие задачи изучаются в рамках теории контрактов, дизайна механизмов, иерархических дифференциальных игр. Несколько премий имени А. Нобеля по экономике присуждены за исследования в данной области (Ф. Кидланд, Э. Прескотт, Л. Гурвиц, Р. Майерсон, Э. Маскин, Ж. Тироль). Важное место здесь принадлежит понятию цены анархии, характеризующей степень согласованности интересов активных агентов [17].

Настоящая работа посвящена статическим теоретико-игровым моделям согласования общественных и частных интересов (СОЧИ-моделям) при распределении ресурсов в задачах территориального управления. В основополагающей статье Ю.Б. Гермейера и И.А. Вателя [2] были изучены модели, в которых функции выигрыша всех агентов состоят из двух частей – общественной (одинаковой для всех агентов) и частной составляющей. Было показано, что если эта функция имеет вид свертки по минимуму, то при естественных предположениях в игре существует Парето-оптимальное равновесие по Нэшу (т.е. цена анархии равна единице). Исследование игр с учетом частных и общественных интересов продолжено, например, в ста-

тье [8], однако серьезного развития в работах российских ученых не получило. На Западе мощный поток литературы в этой области посвящен экономике общественных благ, изучающей оптимальное распределение ресурсов активных агентов между производством общественного дохода и частной деятельностью ([12–14, 19]). Среди недавних работ этого направления можно отметить, например, статью [15], посвященную эффективности механизма пропорционального распределения делимых ресурсов, и статью [16], в которой выявлены условия оптимального распределения между досугом и производством общественного блага для индивидов с одинаковыми предпочтениями, но различными возможностями.

Важно подчеркнуть, что согласование общественных и частных интересов само по себе достигается крайне редко, и для его обеспечения требуются специальные механизмы управления. Здесь следует упомянуть пионерскую работу В.Н. Буркова и В.И. Опойцева [1], где высказана идея оптимального синтеза игры активных агентов, равновесие в которой выгодно системе в целом (эта же идея развивается в дизайне механизмов).

Аналізу системной согласованности при распределении ресурсов и построению обеспечивающих ее механизмов управления посвящены работы авторов [3, 4]. Статья [5] описывает моделирование коррупции в иерархических системах управления, которая трактуется как дополнительная обратная связь по величине взятки и специфический способ согласования интересов.

В монографии [7] изложены подходы к решению задач территориального управления, в том числе с использованием теоретико-игровых моделей согласования интересов. К сожалению, описанные там задачи развития еврорегиона «Восточный Донбасс», включавшего Ростовскую и Воронежскую области РФ и Донецкую и Луганскую области Украины, по понятным причинам находятся в подвешенном на неопределенный срок состоянии, но сама проблема координации усилий субъектов территориального развития по-прежнему весьма актуальна.

Оставшаяся часть статьи организована следующим образом. В разделе 2 приводится постановка задачи управления,

которая заключается в распределении двумя соседними субъектами средств между развитием своей и общей (трансграничной) территории. Для координации деятельности вводится специальный орган управления (координатор, Центр). В разделе 3 дается описание модели и механизмов управления: административного и экономического в двух вариантах (управление долей участия в доходе от развития общей территории и распределение ресурса). Разделы 4–6 содержат детальный анализ указанных механизмов для различных видов модельных функций и разбор примеров. Всюду приводится организационно-экономическая интерпретация для конкретных задач территориального управления. В разделе 7 приведены заключительные замечания.

2. Постановка задачи

Имеются два равноправных субъекта A_1 и A_2 , каждый из которых располагает некоторым количеством ресурсов r_1 и r_2 соответственно. Эти средства в некоторых пропорциях используются на собственные (экономические) нужды и инвестируются в развитие трансграничной территории (совместные проекты). Целевая функция каждого субъекта включает две составляющие: доход в пределах своей территории (назовем ее функцией частных интересов) и доля дохода от развития трансграничной территории (назовем ее функцией общих интересов). Доход от совместной деятельности делится между субъектами без остатка в некоторой пропорции. Функция частной деятельности напрямую зависит от количества ресурсов, потраченных на собственное развитие. Функция же общей деятельности зависит от того, сколько ресурсов в сумме потрачено обоими субъектами на развитие совместно осваиваемой территории. Не исключено, что ресурсы r_1 и r_2 выделяются координатором (Центром) развития трансграничной территории, у которого изначально имеется определенное количество ресурсов R . Центр также может определять пропорции участия в доходе от общей деятельности или величины контроля над использованием ресурсов в общих целях.

Схематически эту систему можно представить следующим образом (рис.1):

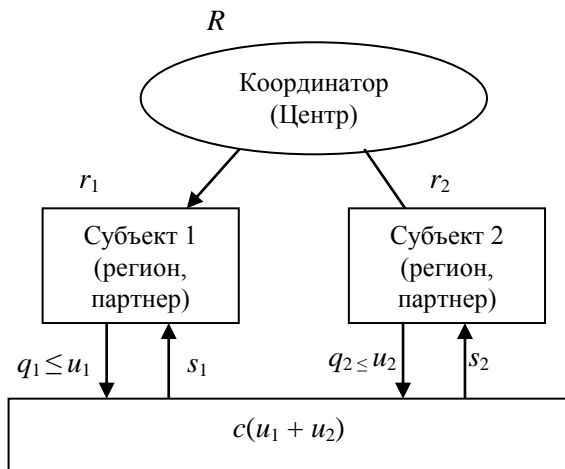


Рис. 1. Схема согласования интересов при управлении трансграничными территориями

где Координатор (Центр) – орган управления верхнего уровня (федеральный центр, координационный межрегиональный центр, координатор совместного проекта); A1, A2 – субъекты (регионы, партнеры); R – общее количество ресурсов, без ограничения общности принимаемое за 1; r_i – выделенные i -му субъекту (региону, партнеру) ресурсы, могут: а) считаться заданными (базовая модель); б) быть управляемыми переменными (более сложная модель, в том числе с учетом коррупции); u_i – часть ресурса, выделяемая i -м субъектом на реализацию совместных проектов (межрегиональная/трансграничная кооперация, развитие трансграничной территории); q_i – минимально допустимый объем ресурсов, выделяемый i -м субъектом (регионом, партнером) на реализацию совместного проекта; s_i – доля i -го субъекта (региона) в общем доходе.

Можно выделить несколько форм сотрудничества на трансграничных территориях:

1) локальные производственные и торговые контакты в приграничных зонах;

2) длительные взаимодействия на основе договоренностей о сотрудничестве среди отдельных организаций (в том числе образовательных) или административно-территориальных единиц (областей, государств) или их совокупностей (побратимские соглашения, межрегиональное сотрудничество и т.д.);

3) временные сетевые соглашения о сотрудничестве, формируемые в целях реализации определенных трансграничных проектов в отдельных сферах (экономики, экологии, культуры и т.д.);

4) формы интеграционного типа, представляющие собой структуры субнационального уровня, объединяющие территории нескольких государств, предполагающие активное приграничное межрегиональное сотрудничество и перманентный рост социально-экономической интеграции в виде еврорегионов, коридоров развития, трансграничных кластеров и т.д.

При создании еврорегиона на законодательном уровне смягчаются таможенные барьеры и препятствия к свободному перемещению трудовых ресурсов, что становится возможным вследствие децентрализации политического и экономического контроля, создания своеобразных экстерриториальных структур.

В настоящее время опыт трансграничного сотрудничества активно реализуется государствами Балтии и включает регионы Баренцева моря: г. Санкт-Петербург, Ленинградская область, Республика Карелия, Архангельская, Мурманская, Калининградская области и Приарктический регион. Среди важнейших объективных предпосылок приграничного сотрудничества выделяются общие проблемы глобального характера, включающие общие интересы Скандинавских и Балтийских стран.

По нашему мнению, концепция согласования интересов в целях развития трансграничных территорий может иметь место не только на межгосударственном уровне или в контексте взаимодействия соседних регионов, но и в рамках реализации совместных проектов государства и бизнеса в форме государственно-частного партнерства (ГЧП).

В контексте предложенной модели (рис. 1) считаем целесообразным следующую интерпретацию распределения ресурсов и согласования интересов участников проектов государственно-частного партнерства (ГЧП):

1) одним из субъектов отношений выступает публичная сторона – это может быть Правительство РФ, региональные власти, органы местного самоуправления, которые в качестве выделяемых ресурсов могут предоставлять налоговые льготы частным партнерам на период реализации проекта, выделять земельные участки под строительство, выполнять за свой счет проектные работы на подготовительной стадии, обеспечивать согласование и координацию всех усилий заинтересованных участников;

2) другой стороной отношений является частный партнер – юридическое лицо или группа самостоятельных хозяйствующих субъектов, которые, как правило, финансируют все стадии реализации проекта, выступают генеральным подрядчиком создания отдельных объектов и их реконструкции, а также зачастую выполняют функции эксплуатирующей организации на период реализации проекта;

3) в качестве Центра или стейкхолдера проектов следует понимать общество, ведь именно под его контролем и для удовлетворения его потребностей реализуются проекты; общество делегирует свои функции различным государственным структурам: распределение ресурсов производится путем выделения бюджетных средств посредством органов казначейства, необходимая нормативно-правовая база принимается законодательными органами власти, контроль целевого расходования средств и качества выполнения работ осуществляется прокуратурой.

В результате реализации проекта ГЧП формируется ряд выгод или благ, которые распределяются в соответствии с первоначальными интересами: предприниматель (А1) получает поток доходов от эксплуатации созданного инвестиционного объекта и/или возможные льготы по налогообложению (в части федеральных, региональных либо местных налогов); публичный партнер (А2) обеспечивает импульс экономического развития в виде создания пула рабочих мест, кластерного ядра промышленности, крупного инфраструктурного объекта, а общество

(Центр) получает возможность потреблять создаваемые блага в виде улучшения социально-экономической и экологической среды, использования производимой продукции, пользования объектами инфраструктуры (водоснабжения/водоочистки, дорожной инфраструктуры).

Следует учитывать, что формируемые выгоды всех субъектов отношений партнерства носят пролонгированный характер и не прекращаются с достижением целей проекта и его окончанием.

Залогом успешной реализации проектов ГЧП является именно партнерство, которое выражается в справедливом распределении рисков: частный инвестор (А1) отвечает за производственную эффективность и осуществление капитальных вложений, а публичный партнер (А2) надлежащим образом осуществляет экономическое регулирование его деятельности, осуществляет административную поддержку и принимает участие в капиталовложениях.

В качестве примера согласования общественных и частных интересов можно привести инфраструктурные проекты с участием АО «Евразийский»: группа компаний АО ПО «Ростовводоканал» (г. Ростов-на-Дону), ООО «Югводоканал» (г. Крымск), ООО «Сочиводоканал» (г. Сочи).

АО «Евразийский» – одна из первых российских компаний сектора ВКХ, использующая при реализации инвестиционных программ модель ГЧП. Компания реализует четыре крупных проекта на Юге России:

1. Комплексная программа развития и реконструкции системы водоснабжения и водоотведения г. Ростова-на-Дону и юго-запада Ростовской области.

2. Региональный инвестиционный проект «Чистый Дон».

3. Программа реабилитации, модернизации и оптимизации водоснабжения в рамках концессионного соглашения на объекты водопроводно-канализационного хозяйства ООО «Югводоканал» Краснодарского края.

4. Инвестиционная программа строительства и модернизации водоснабжения и водоотведения муниципального образования город-курорт Сочи.

В контексте комплексной программы развития и реконструкции системы водоснабжения и водоотведения г. Ростова-на-Дону и юго-запада Ростовской области в терминах предложенной модели описанные координационные функции (Центр) выполняет Правительство Ростовской области как государственный координатор, функции частного партнера (A1) – АО «Евразийский» как главный инвестор и исполнитель проекта, и функции общественного партнера (A2) – Администрация г. Ростова-на-Дону как государственный заказчик и ответственный исполнитель.

Основные выгоды для общества (стейкхолдера, Центра): повышение качества жизни в регионе; поэтапный контроль реализации крупных значимых проектов; интенсификация развития инфраструктурных объектов и ускоренное обновление основных производственных фондов; повышение качества строительства, эксплуатации и управления объектами инфраструктуры за счет стимулирования и внедрения инноваций, высокой компетенции частных партнеров; расширение доступа к рынку частного инвестиционного капитала; повышение качества производимой продукции и оказываемых услуг; снижение бюджетной нагрузки и высвобождение финансовых ресурсов.

Преимущества ГЧП для частного партнера (A1): возможность переноса определенного количества рисков на публичную сторону (государство); возможность финансирования долгосрочного проекта с постоянной доходностью под гарантии/обязательства публичного партнера; возможность увеличения доходов (прибыли/выручки) от проекта ГЧП за счет оказания платных услуг и/или применения уникальных решений, позволяющих снизить затраты за счет привлечения публичного партнера; надежность и защита инвестиций: в перспективе корпорация (частный партнер) может получить государственные активы и заказы на объектах соглашения; гарантированная рентабельность: частный партнер получает государственные гарантии возврата инвестиций по проекту; относительная самостоятельность (автономность) в принятии оперативных решений, частный партнер может увеличивать

общую прибыльность проекта за счет повышения производительности труда или снижения себестоимости.

Преимущества ГЧП для публичного (общественного) партнера (А2): возможность привлечения частного инвестора к финансированию с целью создания объекта, который позволит реализовать проекты, в том числе инфраструктурные при отсутствии бюджетных средств для их финансирования; возможность соединения в рамках проекта различных стадий жизненного цикла одновременно (проектирование, строительство и эксплуатация), что позволит повысить качество создаваемого объекта и приведет к снижению рисков завышения стоимости строительства и эксплуатации объекта; возможность приобретения не объекта, а впоследствии услуг, по которым будут осуществляться выплаты, привязанные к объему и качеству их оказания, что будет способствовать развитию конкуренции при производстве социально значимых услуг; сокращение издержек на создание и поддержание социальной или общественно значимой инфраструктуры в рамках взаимодействия с частным партнером; снижение бюджетных и прочих рисков за счет разделения ответственности с частным партнером; доступ к альтернативным источникам привлечения инвестиций, что позволит реализовать социально-значимые проекты, которые ранее были невозможны.

Исходя из разной направленности интересов участников ГЧП, на практике достижение полного совмещения интересов всех участников партнерства – государства, бизнеса и общества – весьма затруднительно, но может быть представлено в теоретических моделях. В этом случае имеется в виду стремление к достижению синергетического эффекта в рамках ГЧП-проектов. В рамках интеграционного взаимодействия можно говорить о модели частичного совпадения целей стейкхолдеров и достижения заданного синергетического эффекта на основе баланса интересов участников. Нахождение всех возможностей согласования интересов между участниками партнерства позволит расширить границы достигаемого синергетического эффекта.

Следовательно, можно сформулировать перечень организационных требований, которым должны соответствовать модели

согласования интересов власти и бизнеса для решения социально-экономических проблем:

- единство целей: государство – оказание качественных услуг, бизнес – выгодное инвестирование капитала, общество – высокое качество жизни;
- распределение обязанностей и ответственности участников проектов;
- минимизация ущерба и распределение рисков;
- обеспечение перехода прав собственности на создаваемые объекты;
- создание условий получения дохода (прибыли) и гарантии возврата инвестиций.

3. Модель и механизмы управления

Трансграничное сотрудничество как основа территориальной интеграции в различных регионах формирует особенные условия и механизмы взаимодействия, что обусловливается уникальными функциональными стремлениями агентов, мотивирующими их кооперацию [18].

С позиции иницилирующих субъектов сотрудничества можно выделить модели «мягкого» и «жесткого» регионализма, модели восходящей (bottom-up) и нисходящей (top-down) интеграции. В векторе функциональной направленности можно выделить следующие области трансграничного сотрудничества: экология, планирование пространства и устойчивое развитие, транспорт и коммуникации, экономика, занятость и туризм, образование и культура, миграция трудовых ресурсов приграничных территорий, научные исследования и инновации. При этом развитие происходит по следующему алгоритму: информирование, консультирование, сотрудничество, гармонизация отношений, интеграция.

По географическому фактору наличия сухопутной границы между сопредельными территориями можно выделить континентальную модель развития. Наличие морской границы является фактором как способствующим, так и препятствующим развитию, при этом сотрудничество не ограничивается сферами

водных и биологических морских ресурсов. Ярким примером подобной практики выступают модели интеграции региона Балтийского моря, а также инициативы трансграничного сотрудничества в Северных Скандинавских странах и Баренцевом Евро-Арктическом регионе.

Балтийская и Скандинавская модели, а также модель в Баренцевом Евро-Арктическом регионе дают примеры интеграции «сверху», так как их формированию предшествовало создание соответствующих региональных центров координации. Координирующие организации стимулируют разнообразные инициативы, способствующие укреплению сотрудничества на основе постоянных экономических, политических и культурных контактов сопредельных территорий. К таким структурам относятся Совет государств Балтийского моря, Совет Баренцева Евро-Арктического региона, Совет Министров Северных Стран, Арктический Совет, Северный совет.

Подобные структуры активно способствуют развитию на основе укрепления двустороннего и многостороннего сотрудничества в области экономики, торговли, науки и техники, окружающей среды, инфраструктуры, здравоохранения, образования и культурных обменов, туризма, а также реализации специальных проектов. Кроме того, Балтийская интеграция направлена на создание единого геополитического и геоэкономического комплекса, чему активно способствует укрепление межпарламентских связей, интенсификация финансовых потоков, разработка совместных проектов в области развития транспортной инфраструктуры, расширение кооперации, развитие туризма и ряда других отраслей промышленности и сельского хозяйства.

В математической постановке задачи управления целевая функция каждого субъекта интересов (региона, партнера) имеет вид:

$$g_i(r_i, s_i, u) = p_i(r_i - u_i) + s_i c(u_1 + u_2) \rightarrow \max, \quad i = 1, 2,$$

где $p_i(r_i - u_i)$ – доход i -го субъекта (региона, партнера) от реализации самостоятельных проектов (деятельности на своей территории); $c(u_1, u_2)$ – совокупный доход от реализации совместных

проектов (деятельности на трансграничной территории); s_i – доля i -го субъекта (региона, партнера) в совокупном доходе.

При объединении усилий двух субъектов (регионов, партнеров) для совместного развития трансграничной территории неизбежно образуется координатор (Центр), роль которого может выполнять некоторый специально уполномоченный орган. Основная цель координатора (Центра) заключается в согласовании пропорционального участия каждого субъекта и определении объемов требуемых ресурсов для обеспечения интересов и выгоды каждого участника посредством реализации общего проекта развития определенной территории. Центр создается ввиду того, что совместные проекты по развитию трансграничных территорий, как правило, не входят в область непосредственных интересов каждого отдельного субъекта (региона, партнера). Каждый из них предпочитает использовать доступные ресурсы для собственного развития. Учитывая подобные эгоистические цели, координатор (Центр) может задавать каждому субъекту минимум необходимых для развития трансграничной территории ресурсов q_i , меньше которого выделение ресурсов недопустимо, т.е. в задаче субъекта появляется ограничение $q_i \leq u_i \leq r_i$. В этом случае центр несет затраты на осуществление контроля уровня q_i . В общем виде задача координатора (Центра) выглядит следующим образом:

$$(1) \quad g_0(q, r, s, u) = g_1(r_1, s_1, u) + g_2(r_2, s_2, u) \rightarrow \max$$

с одним из ограничений:

$$(2) \quad 0 \leq q_i \leq r_i, \quad 0 \leq s_i \leq 1, \quad s_1 + s_2 = 1, \quad 0 \leq r_i \leq 1, \quad r_1 + r_2 = R,$$

$$(3) \quad q_i \leq u_i \leq r_i.$$

Таким образом, координатор может влиять на субъекты посредством следующих механизмов управления:

1) административного, назначая величину ресурсов q_i , меньше которых субъект не имеет права тратить ресурсов на общие цели;

2) экономического, назначая

а) долю участия s_i в доходе от развития трансграничных территорий;

б) количество ресурсов r_i .

Следовательно, получаем иерархическую игру, в которой на верхнем уровне находится центр, на нижнем – два субъекта взаимоотношений (без существенного ограничения общности их может быть и больше).

4. Модель и механизмы управления

Административные меры воздействия основываются на властных полномочиях и не связаны с мерами экономического стимулирования либо материальной заинтересованности со стороны органов управления. Подобные методы играют важную роль в охране окружающей среды, исторических и культурных ценностей, развитии социальной сферы, где государство (общество) не может рассчитывать на действие рыночных механизмов. В этих целях используются:

- проведение антимонопольной политики;
- регулирование внешнеэкономической деятельности;
- директивное определение цен на отдельные товары и услуги;
- определение объемов государственного заказа для естественных монополий;
- охрана прав собственности граждан и интересов потребителей товаров и услуг;
- санкции в отношении предприятий, наносящих вред здоровью человека;
- установления стандартов экологической безопасности;
- противодействие использованию опасных для жизнедеятельности технологий;
- запрет производства вредных для здоровья человека товаров и т.п.

Например, в рамках представленной модели (рис. 1) координатор может: в случае межрегионального трансграничного сотрудничества установить минимальный годовой объем инвестиций или эквивалентные величины требуемых ресурсов (в том числе трудовых, материальных) от каждого субъекта взаимоотношений; в случае реализации проектов ГЧП: для частного партнера – объем инвестиций, для публичного партнера – экви-

валентный объем льгот и гарантий на период проекта (проекты АО «Евразийский», холдинга «Аэропорты регионов», в том числе по строительству аэрохаба «Платов»).

При применении административного механизма исследуется модель, представленная в виде иерархической игры:

$$(4) \quad g_0(u) = g_1(u) + g_2(u) \rightarrow \max,$$

$$(5) \quad g_i(r_i, u) = p_i(r_i - u_i) + s_i c(u_1 + u_2) \rightarrow \max,$$

с ограничениями:

$$(6) \quad 0 \leq q_i \leq r_i, \quad q_i \leq u_i \leq r_i, \quad i = 1, 2.$$

Заметим, что функция координатора $g_0(u)$ не зависит от его стратегии $q = (q_1, q_2)$, но выбором q координатор сужает множества возможных стратегий поведения субъектов, благодаря чему может увеличиться значение собственной целевой функции. Предполагается, что производственные функции $p_i(x)$ и $c(x)$ удовлетворяют следующим свойствам (на примере $p_i(x)$):

- 1) $p_i(x) \geq 0$, причем $p_i(0) = 0$;

- 2) $p_i(x)$ непрерывная, монотонно возрастает, т.е. $p_i'(x) > 0$.

- 3) $p_i(x)$ вогнута, т.е. $p_i''(x) < 0$.

- 4) $p_i(\lambda x) = \lambda^\alpha p_i(x)$, где α – коэффициент отдачи от расширения масштаба производства, отражающий эластичность производственного процесса (считаем для простоты, что $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, $0 < \alpha \leq 1$).

Выбор именно этих функций обусловлен их широкой применимостью в теоретических и эмпирических экономических исследованиях. Коэффициент отдачи от расширения масштаба производства берется одинаковым для обоих субъектов, так как считается, что соседние территории имеют схожие ресурсы и природные условия, а зачастую и совпадающие виды экономической деятельности (особенно вблизи общей трансграничной зоны). В случае функций одной переменной производственными функциями обычно выступают степенная с показателем, меньшим единицы, и линейная (показатель равен единице). Поэтому возможны следующие четыре варианта сочетания функций частных и общих интересов: 1) функции $p_i(x)$ и $c(x)$ линейны; 2) функции $p_i(x)$ линейны, а функция $c(x)$ степенная с показателем, меньшим единицы; 3) функции $p_i(x)$ степенная с показате-

лем, меньшим единицы, а функция $c(x)$ линейна; 4) функции $p_i(x)$ и $c(x)$ степенные с показателем, меньшим единицы.

Теорема. Пусть в модели (4)–(6) функции общей и частной деятельности либо линейные, либо одна из них линейная, а другая степенная с показателем, меньшим единицы, $p_i(0) = 0$, $c(0) = 0$. Тогда равновесная по Нэшу стратегия субъекта совпадает с Парето-оптимальной стратегией координатора, т.е. $u_i^{NE} = u_i^{max}$.

Доказательство. Введем следующие обозначения.

$$u_i^* = (s_i c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0),$$

$$u_i^{**} = (c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0).$$

Тогда

$$(7) \quad u_i^{NE} = \begin{cases} 0, & u_i^* < 0, \\ u_i^*, & 0 < u_i^* < r_i, \\ r_i, & u_i^* > r_i. \end{cases}$$

$$(8) \quad q_i = u_i^{max} = \begin{cases} 0, & u_i^{**} < 0, \\ u_i^{**}, & 0 < u_i^{**} < r_i, \\ r_i, & u_i^{**} > r_i. \end{cases}$$

Поскольку $s_i \leq 1$, то

$$s_i c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i) \leq c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i).$$

Пусть

$$f(u_i) = s_i c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i), \quad g(u_i) = c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i).$$

В силу убывания функций $f(u_i)$ и $g(u_i)$ обратные к ним функции тоже убывают, откуда ясно, что значение образа точки 0 в большей функции $g(u_i)$ не меньше значения образа точки 0 в меньшей функции $f(u_i)$, поэтому равновесная по Нэшу стратегия субъекта с учетом условия $q_i \leq u_i \leq r_i$ есть $u_i = q_i = u_i^{max}$. Теорема доказана.

Пример 1. Рассмотрим частный случай степенных производственных функций с показателем $\alpha < 1$, а именно:

Задача координатора

$$g_0(u_1, u_2) = p_1(r_1 - u_1)^\alpha + p_2(r_2 - u_2)^\alpha + c(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_{q_1, q_2}$$

при ограничениях $0 \leq q_i \leq r_i$.

Задачи субъектов

$$g_1(u_1, u_2) = p_1(r_1 - u_1)^\alpha + sc(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_{u_1},$$

$$g_2(u_1, u_2) = p_2(r_2 - u_2)^\alpha + (1-s)c(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_{u_2}$$

при ограничениях $q_i \leq u_i \leq r_i, i = 1, 2$.

Здесь p_1, p_2, c, s, α – постоянные величины.

Рассмотрим игру субъектов. Это – игра в нормальной форме равноправных участников. Пусть для определенности $s \leq 0,5$ (в противном случае этого можно добиться перенумерацией игроков). Доминирующие стратегии игроков:

$$u_1^{NE} = \begin{cases} \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{scr_1 - u_2 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{sc}}, & \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{scr_1 - u_2 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{sc}} > q_1, \\ q_1, & \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{scr_1 - u_2 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{sc}} < q_1; \end{cases}$$

$$u_2^{NE} = \begin{cases} \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - u_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}}, & \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - u_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}} > q_2, \\ q_2, & \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - u_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}} < q_2. \end{cases}$$

В связи с этим, возможны четыре комбинированных случая равновесных по Нэшу стратегий:

1) (q_1, q_2) при выполнении условий

$$\frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{scr_1 - q_2 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_1} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{sc}} < q_1, \quad \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - q_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}} < q_2;$$

2) $\left(q_1, \frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - q_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}} \right)$ при выполнении условий

$$\frac{1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)cr_2 - q_1 1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2}}}{1-\alpha\sqrt[\alpha]{p_2} + 1-\alpha\sqrt[\alpha]{(1-s)c}} > q_2,$$

$$\begin{aligned} & {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_1 - {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 < \\ & < q_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right); \end{aligned}$$

$$3) \left(\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{sc}r_1 - q_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{sc}}, q_2 \right) \text{ при выполнении условий}$$

$$\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}r_1 - q_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{sc}} > q_1,$$

$$\begin{aligned} & {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_2 - {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 < \\ & < q_2 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right); \end{aligned}$$

$$4) \left(\frac{r_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s} \right) - r_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}}; \right.$$

$$\left. \frac{r_2 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} \right) - r_1 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}} \right) \text{ при выполнении усло-$$

вий

$$\begin{aligned} & {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_1 - {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 > \\ & > q_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right), \\ & {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_2 - {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 > \\ & > q_2 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right) \end{aligned}$$

Рассмотрим каждый из этих случаев подробно:

1) (q_1, q_2) . Из условий первого порядка для функции координатора следует, что

$$q_1 = \begin{cases} \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{c}r_1 - q_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{c}}, & q_2 < {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{c}{p_1}}r_1, \\ 0, & q_2 > {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{c}{p_1}}r_1. \end{cases}$$

$$q_2 = \begin{cases} \frac{1-\alpha\sqrt{c}r_2 - q_1 1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{c}}, & q_1 < 1-\alpha\sqrt{\frac{c}{p_2}}r_2, \\ 0, & q_1 > 1-\alpha\sqrt{\frac{c}{p_2}}r_2. \end{cases}$$

В связи с этим здесь возникает 3 варианта:

а) $\left(0, \frac{1-\alpha\sqrt{c}r_2}{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{c}} \right)$ при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} > \frac{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{c}}{1-\alpha\sqrt{p_1}};$$

б) $\left(\frac{1-\alpha\sqrt{c}r_1}{1-\alpha\sqrt{p_1} + 1-\alpha\sqrt{c}}, 0 \right)$ при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} < \frac{1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_1} + 1-\alpha\sqrt{c}};$$

в) $\left(\frac{r_1(1-\alpha\sqrt{c} + 1-\alpha\sqrt{p_2}) - r_2 1-\alpha\sqrt{p_1}}{1-\alpha\sqrt{p_1} + 1-\alpha\sqrt{c} + 1-\alpha\sqrt{p_2}}, \frac{r_2(1-\alpha\sqrt{c} + 1-\alpha\sqrt{p_1}) - r_1 1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_1} + 1-\alpha\sqrt{c} + 1-\alpha\sqrt{p_2}} \right)$ при

выполнении условий $\frac{1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_1} + 1-\alpha\sqrt{c}} < \frac{r_2}{r_1} < \frac{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{c}}{1-\alpha\sqrt{p_1}}$.

2) $\left(q_1, \frac{1-\alpha\sqrt{(1-s)c}r_2 - q_1 1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{(1-s)c}} \right)$ при выполнении условий

$$\frac{1-\alpha\sqrt{(1-s)c}r_2 - q_1 1-\alpha\sqrt{p_2}}{1-\alpha\sqrt{p_2} + 1-\alpha\sqrt{(1-s)c}} > q_2,$$

$$1-\alpha\sqrt{scp_2}r_1 + 1-\alpha\sqrt{s(1-s)c^2}r_1 - 1-\alpha\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 < < q_1 \left(1-\alpha\sqrt{scp_2} + 1-\alpha\sqrt{p_1(1-s)c} + 1-\alpha\sqrt{s(1-s)c^2} \right).$$

Из условий первого порядка для функции координатора следует, что

$$q_1 = \max \left(\frac{r_1^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2} - r_2^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha)(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha}{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha)(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2}}; 0 \right),$$

$$q_2 < \frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c r_2} - q_1^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{p_2}}{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_2} + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c}}.$$

В связи с этим здесь возникает 2 варианта

а) $(0, q_2)$ при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} > 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{\frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2}}{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)}};$$

б) $\left(\frac{r_1^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2} - r_2^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)}^\alpha}{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)}^\alpha + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2}}, q_2 \right)$

при выполнении условий $\frac{r_2}{r_1} < 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{\frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2}}{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)}}.$

Исход 2б) реализуется при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} > \frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_2(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2})}}{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)} + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{c(1-s)(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2})}} \text{ и}$$

$$\frac{r_2}{r_1} < 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{\frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2}}{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)}}, \text{ которые совместны при}$$

$$1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)} < < 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c + 1-\alpha p_2}^\alpha)} + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{c(1-s)(1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)^\alpha c + 1-\alpha p_2})}.$$

Исход 2а) принимает вид $\left(0, \frac{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c r_2} - q_1^{1-\alpha} \sqrt[1-\alpha]{p_2}}{1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{p_2} + 1-\alpha \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c}} \right)$ и ре-

лизуется при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} > \max \left\{ \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{sp_2}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)p_1}}; {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2}}{p_1({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2})^\alpha}} \right\},$$

и при выгодности этого исхода нужно назначить

$$q_2 < \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cr_2}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}}, \text{ что возможно в любом случае.}$$

$$3) \left(\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{scr_1} - q_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{sc}}, q_2 \right) \text{ при выполнении условий}$$

$$\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cr_1} - q_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{sc}} > q_1,$$

$${}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1r_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2r_2} - {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2r_1} <$$

$$< q_2 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right).$$

Этот случай симметричен предыдущему, поэтому имеются два исхода:

а) (q_1, q_2) при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} < {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha}{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}}.$$

б) $\left(q_1; \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}} - r_1 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha} + {}^{1-\alpha}\sqrt{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}} \right)$ при

выполнении условий $\frac{r_2}{r_1} > {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha}{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}}.$

Исход 3б) реализуется при выполнении условий

$$\frac{r_2}{r_1} < \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})} + {}^{1-\alpha}\sqrt{c{}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + sc{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} {}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + p_1 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}},$$

$${}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}(1-2s) < {}^{1-\alpha}\sqrt{sc}s, \frac{r_2}{r_1} > {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha}{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}}.$$

Первое и третье условия совместны при

$${}^{1-\alpha}\sqrt{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha} < {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})} + {}^{1-\alpha}\sqrt{cs({}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})}.$$

Исход 3а) принимает вид $\left(\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}r_2 - q_1 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}}; 0 \right)$ и реа-

лизуется при выполнении условия

$$\frac{r_2}{r_1} < {}^{1-\alpha}\sqrt{\frac{p_2({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1})^\alpha}{{}^{1-\alpha}\sqrt{s^\alpha c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}}.$$

$$4) \left(\frac{r_1({}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}) - r_2 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}}; \right. \\ \left. \frac{r_2({}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)}) - r_1 {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2s}} \right), \text{ при выполнении усло-}$$

вий

$${}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_1 - {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 > \\ > q_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right), \\ {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_2 - {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 > \\ > q_2 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2} \right).$$

Следовательно, в этом случае нужно назначать

$$q_1 < \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_1 - {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2}{{}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}}, \\ q_2 < \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)cp_1}r_2 + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}r_2 - {}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2}r_1}{{}^{1-\alpha}\sqrt{scp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c^2}}.$$

Это возможно, если

$$\frac{r_2}{r_1} < \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{sp_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{s(1-s)c}}{{}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{(1-s)p_1}}$$

$$\frac{r_2}{r_1} > \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{sp_2}}{{}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{(1-s)p_1} + {}^{1-\alpha}\sqrt[1-\alpha]{s(1-s)c}}.$$

Теперь координатору предстоит из всех исходов (1а, 1б, 1в, 2а, 2б, 3а, 3б, 4) выбрать те, которые удовлетворяют соответствующим условиям (такое множество исходов существует, в частности, один из исходов 1а, 1б, 1в), после чего из отобранных исходов определить тот, который доставляет ему максимум. Но исходы 2–4 не могут быть оптимальными для координатора, так как в противном случае бы именно они получились бы оптимальными (q_1, q_2). Следовательно, центр выберет соответствующие стратегии для выбора исхода 1.

5. Экономический подход: управление долей участия в общем доходе

Основная суть экономических методов заключается в том, что они косвенно воздействуют на воспроизводственный процесс. Данные методы воздействия, включающие механизмы налоговой, кредитной, льготной, субсидиарной политики и др., позволяют органам управления (координаторам) воздействовать на экономические интересы хозяйствующих субъектов. Можно сказать, что экономические методы воздействия органов управления на деятельность хозяйственных структур способствуют формированию экономической заинтересованности и хозяйственной ответственности. Одновременно данные методы повышают ответственность хозяйствующих субъектов, функционирующих на соответствующей территории, за социально-экономические последствия принимаемых ими управленческих решений и активизируют их роль в повышении экономических и социальных параметров территории, на которой они осуществляют свою деятельность

В рамках описанной модели (рис. 1) при применении экономического механизма управления координатор назначает

каждому субъекту долю участия в общем доходе s_i . Например, в случае межрегионального трансграничного сотрудничества координатор может установить пропорции распределения между субъектами произведенной на совместно осваиваемой территории продукции, а в случае проектов ГЧП – установить прямое распределение доходов в виде доли тарифов, что весьма распространено в сфере дорожных проектов ГЧП (Федеральная система «Платон», ООО «Парковочное пространство» г. Ростов-на-Дону). При этом весь общий доход делится между субъектами без остатка.

Исследуется модель, представленная в виде иерархической игры (1) с ограничениями

$$(9) \quad 0 \leq s_i \leq 1, s_1 + s_2 = 1,$$

$$(10) \quad 0 \leq u_i \leq q_i.$$

Обозначим для удобства $s_1 = s, s_2 = 1 - s$.

План исследования модели (1), (9)–(10) следующий. Модель можно исследовать аналитически, если хотя бы одна функция $p_i(x)$ или $c(x)$ линейная.

Лемма 1. Ищем все возможные равновесия по Нэшу в игре субъектов (1), (10). Так как для каждого субъекта возможны варианты равновесных по Нэшу стратегий $u_i^{NE} = 0$, $u_i^{NE} = r_i$, $u_i^{NE} \in (0, r_i)$, то при наличии двух субъектов получаем не более девяти возможных исходов равновесия по Нэшу. Эти исходы разделены между собой кривыми $(s_1 c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) = 0$ и $(s_1 c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) = r_1$. Каждому исходу соответствуют два условия, которые мы назовем условиями допустимости исхода:

$$1) \quad \text{одно из } (s_1 c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) < 0,$$

$$0 < (s_1 c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) < r_1 \quad \text{или}$$

$$(s_1 c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) > r_1.$$

$$2) \quad \text{одно из } (s_2 c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) < 0,$$

$$0 < (s_2 c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) < r_2 \quad \text{или}$$

$$(s_2 c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) > r_2.$$

Этап 2. Решаем оптимизационную задачу координатора (1), (9). Аналогично рассуждениям предыдущего пункта, так как для каждого субъекта возможны варианты Парето-оптимальных стратегий $u_i^{max} = 0$, $u_i^{max} = r_i$, $u_i^{max} \in (0, r_i)$, то при наличии двух субъектов получаем не более девяти возможных исходов Парето-оптимального равновесия.

Эти исходы разделены между собой кривыми $(c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0) = 0$ и $(c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0) = r_i$. Каждому исходу соответствуют два условия, которые мы назовем условиями оптимальности исхода:

$$1) \text{ одно из } (c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) < 0,$$

$$0 < (c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) < r_1 \text{ или}$$

$$(c'(u_1 + u_2) - p_1'(r_1 - u_1))^{-1}(0) > r_1.$$

$$2) \text{ одно из } (c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) < 0,$$

$$0 < (c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) < r_2 \text{ или}$$

$$(c'(u_1 + u_2) - p_2'(r_2 - u_2))^{-1}(0) > r_2.$$

С учетом того факта, что $u_i^{max} > u_i^{NE}$, получим всего не более 25 возможных сочетаний исходов (u_1^{NE}, u_2^{NE}) и (u_1^{max}, u_2^{max}) .

Этап 3а. В частном случае, если полученные условия допустимости исходов не зависят от управляющих действий координатора s , задача решается перебором из возможных 25 вариантов и выбором из них тех, в которых достигается максимум целевой функции координатора.

Этап 3б. Если полученные условия зависят от управлений координатора s , то выбираем исход игры, в котором достигается максимум целевой функции координатора, проверяем, выполняются ли условия, зависящие от управления координатора s . Если все условия выполняются, то данный исход выбираем в качестве оптимального. Если же какое-то из полученных условий не выполняется, то выбираем исход со следующим максимальным по величине значением целевой функции координатора и проверяем его условия на допустимость и т.д., пока не

найдется один из исходов, который удовлетворяет условиям допустимости.

Существует хотя бы один исход, удовлетворяющий заданным условиям, например, при назначении одному из субъектов доли общего дохода, равной единице, а другому игроку – нулю (т.е. передаче всех полученных доходов одному из субъектов).

Пример 2. Теперь рассмотрим степенную производственную функцию частных интересов с показателем $\alpha < 1$ и линейную функцию общих интересов. В этом случае задача координатора:

$$g_0(u_1, u_2) = p_1(r_1 - u_1)^\alpha + p_2(r_2 - u_2)^\alpha + c(u_1 + u_2) \rightarrow \max_s$$

при ограничениях $0 \leq s \leq 1$, задачи субъектов:

$$g_1(u_1, u_2) = p_1(r_1 - u_1)^\alpha + sc(u_1 + u_2) \rightarrow \max_{u_1},$$

$$g_2(u_1, u_2) = p_2(r_2 - u_2)^\alpha + (1-s)c(u_1 + u_2) \rightarrow \max_{u_2}$$

при ограничениях $0 \leq u_i \leq r_i, i = 1, 2$.

Рассмотрим игру субъектов. Это игра в нормальной форме равноправных участников. Множество равновесий Нэша содержит четыре исхода:

1) $(0; 0)$ при одновременном выполнении условий допустимости $p_1 > scr_1^{1-\alpha}/\alpha, p_2 > (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$.

2) $\left(r_1 - 1^{-\alpha} \sqrt[\alpha]{\frac{p_1 \alpha}{sc}}; r_2 - 1^{-\alpha} \sqrt[\alpha]{\frac{p_2 \alpha}{(1-s)c}} \right)$ при условиях допустимости

$p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha, p_2 < (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$.

3) $\left(r_1 - 1^{-\alpha} \sqrt[\alpha]{\frac{p_1 \alpha}{sc}}; 0 \right)$ при условиях допустимости $p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha,$

$p_2 > (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$.

4) $\left(0; r_2 - 1^{-\alpha} \sqrt[\alpha]{\frac{p_2 \alpha}{(1-s)c}} \right)$ при условиях допустимости

$p_1 > scr_1^{1-\alpha}/\alpha, p_2 < (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$.

Рассмотрим каждый из этих случаев детально.

1) $(0; 0)$. Здесь от конкретного выбора s значение целевой функции координатора не зависит. От s зависит лишь выполне-

ние условий допустимости выбора субъектом стратегии индивидуализма $p_1 > scr_1^{1-\alpha}/\alpha$, $p_2 > (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$, поэтому если координатору выгоден этот случай, то можно выбирать s любым на интервале $1 - ap_2/cr_2^{1-\alpha} < s < ap_1/cr_1^{1-\alpha}$. Это возможно сделать, если $ap_1/cr_1^{1-\alpha} + ap_2/cr_2^{1-\alpha} > 1$ (условие допустимости для координатора первого исхода).

$$2) \left(r_1 - 1 - \alpha \sqrt{\frac{p_1 \alpha}{sc}}; r_2 - 1 - \alpha \sqrt{\frac{p_2 \alpha}{(1-s)c}} \right) \text{ при условии } p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha,$$

$$p_2 < (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha.$$

Условие первого порядка дает оптимальную величину s в

$$\text{виде } s = \frac{3-2\alpha \sqrt{p_1}}{3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2}}, \text{ при этом исходы принимают вид}$$

$$u_1 = r_1 - 3-2\alpha \sqrt{p_1} - 1 - \alpha \sqrt{\frac{\alpha(3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2})}{c}},$$

$$u_2 = r_2 - 3-2\alpha \sqrt{p_2} - 1 - \alpha \sqrt{\frac{\alpha(3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2})}{c}}.$$

Для реализации данного исхода необходимо выполнение условий допустимости $p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha$, $p_2 < (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$, или, с учетом подстановки полученного s , условия выглядят как

$$p_1 \frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha} < \frac{cr_1^{1-\alpha}}{\alpha(3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2})}, p_2 \frac{2(1-\alpha)}{3-2\alpha} < \frac{cr_2^{1-\alpha}}{\alpha(3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2})}. \text{ Если}$$

указанные условия не выполняются, то невозможно воздействовать на субъект путем назначения $s = \frac{3-2\alpha \sqrt{p_1}}{3-2\alpha \sqrt{p_1} + 3-2\alpha \sqrt{p_2}}$ и данный

$$\text{исход реализовать не удастся.}$$

$$3) \left(r_1 - 1 - \alpha \sqrt{\frac{p_1 \alpha}{sc}}; 0 \right) \text{ при условии } p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha, p_2 > (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha.$$

Условие первого порядка дает $s = 1$. В этом случае весь доход от развития трансграничной территории направляется первому субъекту, что можно ожидать, так как второй субъект не выделяет средств на развитие трансграничной территории. При

этом должны выполняться условия допустимости $p_1 < scr_1^{1-\alpha}/\alpha$, $p_2 > 0$. Заметим, что таким образом второй субъект всегда исключается из участия в доходе. При этом исход принимает вид

$$\left(r_1 - 1 - \alpha \sqrt[\alpha]{\frac{p_1 \alpha}{c}}; 0 \right)$$

4) $\left(0; r_2 - 1 - \alpha \sqrt[\alpha]{\frac{p_2 \alpha}{(1-s)c}} \right)$ при выполнении условий $p_1 > scr_1^{1-\alpha}/\alpha$,

$p_2 < (1-s)r_2^{1-\alpha}/\alpha$. Этот случай симметричен предыдущему, значит, оптимальное $s = 0$. Таким образом, весь доход от развития общей зоны направляется второму субъекту, что можно ожидать, так как первый субъект не направляет средств на развитие трансграничной территории. При этом должны выполняться условия допустимости $p_2 < scr_2^{1-\alpha}/\alpha$, $p_1 > 0$. Заметим, что здесь первый субъект исключается из участия в доходе. При

этом исход принимает вид $\left(0; r_2 - 1 - \alpha \sqrt[\alpha]{\frac{p_2 \alpha}{c}} \right)$.

Для реализации выбора конкретного исхода координатор должен подставить те из четырех выписанных исходов, для которых выполняется условие достижимости (напомним, что третий и четвертый исход достижимы всегда), после чего выбрать тот, в котором достигается максимум.

6. Экономический подход: распределение ресурсов между субъектами

Основная суть экономических методов заключается в том, что они косвенно воздействуют на воспроизводственный процесс. Данные методы воздействия, включающие механизмы налоговой, кредитной, льготной, субсидиарной политики и др., позволяют органам управления (координаторам) воздействовать на экономические интересы хозяйствующих субъектов. Можно сказать, что по способу экономического воздействия на совместную хозяйственную деятельность субъектов трансгранич-

ных отношений действия координатора (Центра) можно условно разделить на прямые и косвенные.

К прямым экономическим действиям относятся: согласование объемов и масштабов производства, направлений структурной перестройки производства, осуществляемые путем нахождения и установления баланса экономических интересов между ними. К данным методам воздействия относятся: 1) бюджетное финансирование конкретных инвестиционных проектов; 2) предоставление объемов субсидий и льгот хозяйствующим субъектам; 3) прямое определение параметров производства на предприятиях в рамках размещения государственных заказов или государственных закупок.

К косвенным способам экономического воздействия на совместную хозяйственную деятельность субъектов трансграничных отношений действия координатора (Центра) относятся: финансово-кредитные механизмы, включающие регулирование денежного обращения, противодействие инфляции, а также налоговая политика и льготы системы налогообложения. К косвенным рычагам относятся и меры регулирования внешнеэкономической деятельности, осуществляемые путем использования системы экспортного субсидирования, таможенных тарифов и пошлин, предоставления льгот иностранным лицам для инвестирования и др.

В контексте предложенной модели (рис. 1) данный механизм может быть реализован посредством дотационного целевого финансирования федерального центра отдельных совместных проектов соседних субъектов по развитию совместно осваиваемой территории (например, проект игровой зоны «Азов-сити»).

Другим примером реализации данного экономического подхода может выступать форма реализации проектов ГЧП, новая для России, но убедительно доказавшая свою эффективность в зарубежных странах, а именно контракт жизненного цикла (КЖЦ). Данные контракты в отличие от традиционных реализуются с сохранением прямого бюджетного финансирования, что выгодно частному партнеру, и позволяют государству при вложении бюджетных средств быть уверенным в их эффек-

тивном расходовании и соответствии создаваемого объекта инфраструктуры установленным функциональным параметрам. В мировой практике КЖЦ распространяется на проекты в сфере здравоохранения, санаторно-курортного лечения, культуры, социального обслуживания, а также в области утилизации и переработки отходов (значимый опыт реализации подобных проектов в России по понятным причинам пока отсутствует).

При применении данного варианта экономического механизма управления координатор выделяет каждому субъекту определенное количество ресурсов r_i . Весь общий доход делится между субъектами.

Исследуется модель, представленная в виде иерархической игры (1), (10) с ограничениями:

$$(11) \quad 0 \leq r_i \leq 1, \quad r_1 + r_2 = 1.$$

Обозначим для удобства $r_1 = r$, $r_2 = 1 - r$.

План исследования модели (1), (10), (11) следующий. Модель можно исследовать аналитически, если хотя бы одна функция $p_i(x)$ или $c(x)$ линейная.

Этапы 1 и 2 совпадают с таковыми из предыдущего раздела.

Этап 3а. В частном случае, если полученные условия допустимости исходов не зависят от управлений координатора r , задача решается перебором не более 25 возможных вариантов и выбором из них тех, в котором достигается максимум целевой функции координатора при выполнении условий допустимости и оптимальности.

Этап 3б. Если полученные условия зависят от управлений координатора r , то выбираем исход игры, в котором достигается максимум целевой функции координатора, проверяем, выполняются ли условия, зависящие от управления координатора r . Если все условия выполняются, то данный исход выбираем в качестве оптимального. Если же какое-то из полученных условий не выполняется, то выбираем исход со следующим максимальным по величине значением целевой функции координатора и проверяем его условия на допустимость и т.д., пока не

найдется один из исходов, который удовлетворяет его условиям допустимости.

Если же ни для одного исхода игры не выполняются соответствующие ему условия допустимости и оптимальности, то оптимальное r ищем на границе области допустимости двух исходов (соответственно $(s_i c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0) = 0$ или $(s_i c'(u_1 + u_2) - p_i'(r_i - u_i))^{-1}(0) = r_i$), выбирая среди возможных значений то, которое доставляет координатору наибольшее значение его целевой функции.

Пример 3. Рассмотрим степенные производственные функции с показателем $\alpha < 1$. В этом случае задача координатора:

$$g_0(u_1, u_2) = p_1(r - u_1)^\alpha + p_2(1 - r - u_2)^\alpha + c(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_r$$

при ограничениях $0 \leq r \leq 1$.

Задачи субъектов:

$$g_1(u_1, u_2) = p_1(r - u_1)^\alpha + s c(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_{u_1},$$

$$g_2(u_1, u_2) = p_2(1 - r - u_2)^\alpha + (1 - s) c(u_1 + u_2)^\alpha \rightarrow \max_{u_2}$$

при ограничениях $0 \leq u_1 \leq r, 0 \leq u_2 \leq 1 - r, i = 1, 2$.

Рассмотрим игру субъектов. Это игра в нормальной форме равноправных участников. Доминирующие стратегии субъектов:

$$1. \text{ Если выполняется } p_1 < \frac{r^{1-\alpha} s \left(1 - \sqrt[1-\alpha]{(1-s)c} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{p_2} \right)^{1-\alpha}}{(1-r)^{1-\alpha} (1-s)} \quad \text{и}$$

$$p_2 < \frac{(1-r)^{1-\alpha} (1-s) \left(1 - \sqrt[1-\alpha]{sc} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{p_1} \right)^{1-\alpha}}{r^{1-\alpha} s}, \text{ то}$$

$$u_1 = r - \frac{1 - \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-s)}}{1 - \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-s)} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{s(1-s)c} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{p_2 s}},$$

$$u_2 = 1 - r - \frac{1 - \sqrt[1-\alpha]{p_2 s}}{1 - \sqrt[1-\alpha]{p_1(1-s)} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{s(1-s)c} + 1 - \sqrt[1-\alpha]{p_2 s}}.$$

2. Если $p_1 > \frac{r^{1-\alpha} s \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} \right)^{1-\alpha}}{(1-r)^{1-\alpha} (1-s)}$, то $u_1 = 0$,

$$u_2 = \frac{(1-r)^{1-\alpha} \sqrt{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2}}.$$

3. Если же $p_2 > \frac{(1-r)^{1-\alpha} (1-s) \left({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} \right)^{1-\alpha}}{r^{1-\alpha} s}$, то

$$u_1 = \frac{r^{1-\alpha} \sqrt{{}^{1-\alpha}\sqrt{sc}}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1}}, \quad u_2 = 0.$$

В случае 1 найдем общий выигрыш при доминирующих стратегиях участников.

Выигрыш координатора не зависит от r , поэтому достаточно, чтобы выполнялись условия $p_1 < \frac{r^{1-\alpha} s \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} \right)^{1-\alpha}}{(1-r)^{1-\alpha} (1-s)}$,

$p_2 < \frac{(1-r)^{1-\alpha} (1-s) \left({}^{1-\alpha}\sqrt{sc} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} \right)^{1-\alpha}}{r^{1-\alpha} s}$, следовательно, r должно

удовлетворять условиям $r > \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} (1-s)}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} (1-s) + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}}$,

$$r < 1 - \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} (1-s) + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}}.$$

Это возможно, если $\frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} (1-s) + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1} (1-s) + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}} < 1$,

что выполняется в любом случае, следовательно, координатор всегда может реализовать этот случай, если ему выгодно.

В случае 2 условие первого порядка дает

$$r = \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} \right)^{\alpha}}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1 \left({}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} \right)^{\alpha}} + {}^{1-\alpha}\sqrt{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2} + {}^{1-\alpha}\sqrt{(1-s)c}^{\alpha}} c}.$$

Это возможно, если выполняется соотношение $p_1 > \frac{r^{1-\alpha} s \left(1 - \sqrt[\alpha]{(1-s)c} + \sqrt[\alpha]{p_2}\right)^{1-\alpha}}{(1-r)^{1-\alpha} (1-s)}$. В этом случае исход (назовем

его исходом 2а) приобретает вид $u_1 = 0$,

$$u_2 = \frac{\sqrt[\alpha]{\left(1 - \sqrt[\alpha]{p_2} + \sqrt[\alpha]{(1-s)c}\right)^{\alpha} (1-s)c}}{\sqrt[\alpha]{p_1 \left(1 - \sqrt[\alpha]{(1-s)c} + \sqrt[\alpha]{p_2}\right)^{\alpha}} + \sqrt[\alpha]{1 - \sqrt[\alpha]{p_2} + \sqrt[\alpha]{(1-s)c}}} \times \\ \times \frac{1}{\sqrt[\alpha]{(1-s)c} + \sqrt[\alpha]{p_2}}$$

Если же это условие не выполняется, то производная функции всегда отрицательна и

$$r = \frac{\sqrt[\alpha]{p_1(1-s)}}{\sqrt[\alpha]{p_1(1-s)} + \sqrt[\alpha]{s(1-s)c} + \sqrt[\alpha]{p_2 s}},$$

то получим исход 2б):

$$u_1 = 0, u_2 = \frac{\sqrt[\alpha]{s(1-s)c}}{\left(\sqrt[\alpha]{p_1(1-s)} + \sqrt[\alpha]{s(1-s)c} + \sqrt[\alpha]{p_2 s}\right)}.$$

Случай 3 симметричен случаю 2 с точностью до перемены номеров участников, поэтому здесь оптимальное

$$r = 1 - \frac{\sqrt[\alpha]{p_2 \left(1 - \sqrt[\alpha]{sc} + \sqrt[\alpha]{p_1}\right)^{\alpha}}}{\sqrt[\alpha]{p_2 \left(1 - \sqrt[\alpha]{sc} + \sqrt[\alpha]{p_1}\right)^{\alpha}} + \sqrt[\alpha]{1 - \sqrt[\alpha]{p_1} + \sqrt[\alpha]{s^{\alpha}c}}}.$$

Это возможно, если выполняется соотношение $p_2 > \frac{(1-r)^{1-\alpha} (1-s) \left(1 - \sqrt[\alpha]{sc} + \sqrt[\alpha]{p_1}\right)^{1-\alpha}}{r^{1-\alpha} s}$. В этом случае исход

(назовем его исходом 3а) приобретает вид $u_2 = 0$,

$$u_1 = \frac{\sqrt[\alpha]{\left(1 - \sqrt[\alpha]{p_1} + \sqrt[\alpha]{s^{\alpha}c}\right)^{\alpha} sc}}{\sqrt[\alpha]{p_2 \left(1 - \sqrt[\alpha]{sc} + \sqrt[\alpha]{p_1}\right)^{\alpha}} + \sqrt[\alpha]{1 - \sqrt[\alpha]{p_1} + \sqrt[\alpha]{s^{\alpha}c}}} \cdot \frac{1}{\sqrt[\alpha]{sc} + \sqrt[\alpha]{p_1}}.$$

Если же это условие не выполняется, то производная функции всегда отрицательна и

$$r = 1 - \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}} + \varepsilon,$$

тогда получим исход 3б:

$$u_2 = \frac{{}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c}}{{}^{1-\alpha}\sqrt{p_1(1-s)} + {}^{1-\alpha}\sqrt{s(1-s)c} + {}^{1-\alpha}\sqrt{p_2 s}} + \varepsilon, \quad u_2 = 0.$$

Для реализации выбора конкретного исхода координатор должен подставить пять выписанных исходов (1, 2а, 2б, 3а, 3б), после чего выбрать тот, в котором достигается максимум.

7. Заключение

В статье исследована задача развития двумя (на самом деле, без существенного ограничения общности несколькими) соседними субъектами трансграничных территорий, в которой созданный с этой целью межрегиональный координирующий орган (Центр) может выбирать один из методов управления: административный, при котором назначаются ограничения снизу на ресурсы, которые каждый субъект должен потратить на развитие трансграничной территории; экономический в двух вариантах: 1) назначается доля участия каждого субъекта в доходе от развития трансграничной территории; 2) распределяется полученный от совместного развития трансграничной территории доход между субъектами. При выборе административного метода воздействия задача в предложенной постановке полностью решается аналитически, при выборе же экономических методов управления в общем случае требуется применение имитационного моделирования. Приведено подробное исследование каждого из перечисленных методов в случаях, когда: а) функции развития субъекта и развития трансграничной территории вогнутые степенные; б) функция развития субъекта вогнутая степенная, а функция развития трансграничной территории линейная. Дана организационно-экономическая интерпретация полученных результатов применительно к функционированию «еврорегионов» и реализации проектов государственно-частного партнерства.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., ОПОЙЦЕВ В.И. *Метаигровой подход к управлению иерархическими системами* // Автоматика и телемеханика. – 1974. – №1. – С. 101–114.
2. ГЕРМЕЙЕР Ю.Б., ВАТЕЛЬ И.А. *Игры с иерархическим вектором интересов* // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1974. – №3. – С. 54–69.
3. ГОРБАНЕВА О.И., УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Механизмы согласования интересов в модели распределения ресурсов* // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – №3.2(57). – С. 225–231.
4. ГОРБАНЕВА О.И., УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Цена анархии и механизмы управления в моделях согласования общественных и частных интересов* // Математическая теория игр и ее приложения. – 2015. – №7(1). – С. 50–73.
5. ГОРБАНЕВА О.И., УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А., УСОВ А.Б. *Модели коррупции в иерархических системах управления* // Проблемы управления. – 2015. – №1. – С. 2–10.
6. ГОРЕЛИК В.А., КОНОНЕНКО А.Ф. *Теоретико-игровые модели принятия решений в эколого-экономических системах*. – М.: Радио и связь, 1982. – 145 с.
7. ДРУЖИНИН А.Г., УГОЛЬНИЦКИЙ Г.А. *Устойчивое развитие территориальных социально-экономических систем: теория и практика моделирования*. – М.: Вузовская книга, 2013. – 223 с.
8. КУКУШКИН Н.С. *О существовании устойчивых исходов в теоретико-игровой модели экономики с общественными благами* // Доклады АН СССР. – 1991. – №320(1) – С. 25–28.
9. *Механизмы управления* / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: УРСС, 2011. – 192 с.
10. МУРЗИН А.Д. *Факторный анализ устойчивого развития урбанизированных территорий* // Социосфера. – 2013. – №1. – С. 160–172.
11. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами*. – М.: МПСИ, 2007. – 583 с.

12. BERGSTROM T., BLUME C., VARIAN H. *On the private provision of public goods* // Journal of Public Economics. – 1986. – No. 29. – P. 25–49.
13. BOADWAY R., PESTIAU P., WILDASIN D. *Non-cooperative behavior and efficient provision of public goods* // Public Finance. – 1989. – No. 44. – P. 1–7.
14. BOADWAY R., PESTIAU P., WILDASIN D. *Tax-transfer policies and the voluntary provision of public goods* // Journal of Public Economics. – 1989. – No. 39. – P. 157–176.
15. CHRISTODOULOU G., SGOURITZA A., TANG B. *On the Efficiency of the Proportional Allocation Mechanism for Divisible Resources* // M. Hofer (Ed.): SAGT LNCS 9347, 2015. – P. 165–177.
16. KAHANA N., KLUNOVER D. *Private provision of a public good with a time-allocation choice* // Social Choice and Welfare. – 2016. – No. 47. – P. 379–386.
17. PAPADIMITRIOU C.H. *Algorithms, games, and the Internet* // Proc.33th Symposium Theory of Computing. – 2001. – P. 749–753.
18. RICQ CH. *Handbook of Transfrontier Co-operation. Part III.* – University of Geneva, 2006. – 201 p.
19. WARR P. *The private provision of a public good is independent of the distribution of income* // Economics Letters. – 1983. – Vol. 13. – P. 207–211.

MECHANISMS OF INTERESTS COMBINING UNDER TERRITORY DEVELOPING PROJECT MANAGEMENT

Olga Gorbaneva, South Federal University, Rostov-on-Don, Cand.Sc., associate professor (gorbaneva@mail.ru).

Anton Murzin, South Federal University, Rostov-on-Don, Cand.Sc., associate professor (admurzin@yandex.ru).

Gennady Ougolnitsky, South Federal University, Rostov-on-Don, Doct.Sc., professor (ougoln@mail.ru).

Abstract: This article is devoted to the research of administrative and economical mechanisms of combining of two neighboring territorial subjects interests. The control problem of resource allocation among developing its own territory and common transboundary one by two neighboring subjects is investigated. A special control agency (Coordinator, Center) is introduced for coordination of region's activity. Administrative mechanism is that Center assigns the minimal resource quantity, less of which the subject cannot to spend on transboundary territory developing. Economical mechanisms are investigated in two variants (the control of a participant in income share and resource allocation). A detailed analysis of these mechanisms is given, as well as an organizational and economic interpretation for specific problems of territorial management. Two cases of functions of public and private interests are considered: a) when the functions of subject developing and transboundary territory developing are concave; б) when the function of subject developing is concave power, and the function of transboundary territory developing is linear.

Keywords: transboundary territory, public interests, private interests, interests combining, administrative mechanism, economical mechanism.

*Статья представлена к публикации
членом редакционной коллегии В.И. Зоркальцевым.*

*Поступила в редакцию 30.05.2017.
Опубликована 31.01.2018.*