

# **Инвестиционные проекты и переговорная сила в Евразийской сети газовых поставок.**

**Франц Хуберт**

Humboldt-Universität zu Berlin  
hubert@wiwi.hu-berlin.de

**Светлана Иконникова**

Humboldt-Universität zu Berlin  
Svetlana.Ikonnikova@econ.kuleuven.be

## **Абстракт**

Мы используем кооперативную теорию игр для анализа того, как архитектура системы трубопроводов определяет структуру сил в цепочке поставок российского газа. Если при оценке учитываются только возможности контролировать потоки в уже существующей сети, то переговорная позиция транзитных стран сильна. Если же во внимание принимаются также и инвестиционные проекты по расширению системы трубопроводов, то Россия занимает доминантную позицию. Конкуренция между Украиной и Белоруссией имеет небольшое стратегическое значение по сравнению с возможностью для России получить прямой доступ (по морю) к потребителям. Эмпирические оценки, полученные нами на основе информации из транзитных и импортных соглашений, говорят о том, что вектор Шепли дает лучшее объяснение прибылям основных транзитных стран, чем ядро или нуклеолус.

Авторы благодарны за комментарии, полученные от участников семинаров Университета Гумбольдта, Научного центра Берлина, Высшей Школы Экономики и ЦЭФИРа в Москве, а также ежегодных встреч EEA и EARIE. Кроме того, неоценимой была техническая информация о транспортировке газа, предоставленная инженерами компании Wintershall.

# 1 Введение

1 января 2006 года российский газовый монополист Газпром прекратил поставки газа в Украину, страну с 47 миллионным населением, три четверти газового потребления которой составляет российский импорт.<sup>1</sup> Такой значительный шаг всколыхнул волну озабоченности, но не столько в Украине, которая не показывала особого напряжения, сколько в Западной Европе. Этот регион получает четверть своего газа из России, и его большая часть поставляется через Украину. 2 января импортеры в Германии, Франции и Италии ощутили резкое падение поставок. Вечером того же дня Газпром поддался давлению со стороны западных партнеров и обещал восполнить объем газа, чтобы компенсировать откачки, производимые Украиной из экспортной трубы. Таким образом, последствия действий предыдущих дней были, фактически нейтрализованы.<sup>2</sup>

Январские события показали, насколько сильна позиция транзитных стран в Евроазиатской цепочке поставок газа. Владея большей частью газовых месторождений и основными трубопроводами, Россия стала центральным игроком после распада Советского Союза. Однако, чтобы достичь привлекательных рынков Западной Европы, ей необходимо транспортировать газ транзитом через независимые государства: Украину, Белоруссию и Польшу. Поскольку каждое государство контролирует только часть трубопровода, чтобы организовать цепочку поставок, странам приходится кооперироваться. В то же самое время распределение прибылей от совместной деятельности вызывает продолжительные конфликты между участниками коалиций.

В данной статье мы используем кооперативную теорию игр, чтобы провести строгий количественный анализ структуры сил в Евроазиатской газовой сети. Взаимозависимости в цепочке поставок моделируются, как игра в форме характеристической функции. Характеристическая функция калибруется на основе информации об издержках различных трубопроводов, предположениях о функции спроса и т.п.. Решение игры определяет долю в общей прибыли,

---

<sup>1</sup>Для простоты мы часто будем использовать названия стран, а не компаний, когда это может быть однозначно истолковано. Так, мы будем говорить о России, а не о Газпроме и Украине вместо Нафтогаза.

<sup>2</sup>Дополнительные детали событий касающиеся январского кризиса, представлены в следующей части статьи, а так же могут быть найдены в Stern (2006).

которую получает каждая страна. Эта доля может быть интерпретирована как переговорная сила данной страны или "индекс силы" (power index). Кооперативная теория игр позволяет вывести структуру сил эндогенно из архитектуры сети без спецификации деталей процесса переговоров между игроками, последовательности ходов и т.п., о чем мало что известно. Из различных решений для кооперативных игр в данной статье рассматривается вектор Шепли, а также ядро и нуклеолус.

Во время кризиса, как например, январское отключение, наблюдатели склонны фокусироваться на мгновенных последствиях действий, таких как прекращение или разворот поставок. При таком близоруком взгляде сила игрока определяется его возможностью контролировать существующие транспортные мощности. Положение вещей, статус-кво, однако, может быть изменено, если к существующей системе будут добавлены новые трубопроводы. В принципе, рациональный дальнзоркий игрок должен принимать во внимание все значимые варианты по расширению сети, чтобы получить полную оценку своей переговорной силы. Чем быстрее трубопровод может быть установлен и чем терпеливее игроки, тем большее значение будет иметь долгосрочная оценка. Однако всесторонний анализ динамических аспектов инвестиций и контрактов лежит за пределами данной статьи.<sup>3</sup> Вместо этого мы сначала рассмотрим два граничных случая: предельную близорукость и предельную дальнзоркость, чтобы получить интервал для результатов, которые мы могли бы ожидать от динамического анализа. Оказывается, что временной горизонт особо важен при оценке структуры сил. Вне зависимости от выбранного решения (вектор Шепли, ядро или нуклеолус) Украина и Белоруссия оказываются гораздо сильнее в краткосрочной перспективе, в то время как доминирование России становится подавляющим при долгосрочной оценке. Сравнивая два сценария, мы получаем возможность оценить стратегическую значимость различных проектов трубопроводов. Некоторые проекты трубопроводов, которые были спроектированы с целью изменить соотношение сил, оказываются стратегически

---

<sup>3</sup>Динамический анализ осложнен тем фактом, что большую часть инвестиций в трубопроводы составляют невозвратные издержки (sunk cost). В этом случае, инвестиции подвержены так называемой "hold-up problem". Таким образом, полный анализ требует специальных предположений касательно способности игроков принимать на себя долгосрочные обязательства, см. Hubert & Ikonnikova (2004) и Hubert & Suleymanova (2006).

важными. Так возможность установить дополнительные мощности в Украине или Белоруссии незначительно меняет баланс сил. И напротив, дорогой морской трубопровод через Балтийское море, *Nord Stream*, укрепляет позицию России больше, чем все остальные проекты вместе взятые. Вкратце, конкуренция между Белоруссией и Украиной не имеет большого стратегического значения, по сравнению с возможностью России получить прямой доступ к покупателям в Европе.

Далее мы переходим от предельных случаев к рассмотрению сбалансированного варианта игры. Вводя дополнительные предположения касательно дисконтирования и времени, необходимого для строительства нового трубопровода, мы определяем составную игру. Решение этой игры попадает внутрь интервала, определенного предельными случаями, и таким образом, дает вполне убедительные результаты. Полученная структура сил, интуитивно, отражает архитектуру текущей сети трубопроводов и стоимость различных вариантов ее расширения. Результаты вычислений являются устойчивыми по отношению к изменению параметров спроса, затрат и т.п..

Наконец, мы сопоставляем результаты модели с эмпирическими оценками, полученными на основе транзитных соглашений и данных о ценах на газ для транзитных стран в 2001/2гг. "Эмпирические выводы" частью спекулятивны, так как требуют предположений о гипотетических ситуациях, как то, мир без экспорта газа в Западную Европу. Даже при такой оговорке, оказывается, что вектор Шепли составной игры дает неожиданно хорошие результаты для Украины и Белоруссии. И наоборот, оказывается, что нуклеолус дает заниженную оценку силы обеих транзитных стран. Так, распределение прибылей в Евроазиатской газовой сети дает предварительное неэкспериментальное свидетельство предсказательной силы вектора Шепли.

Кооперативный подход - новое направление в прикладной литературе о газотранспортных системах, где доминируют модели, основанные на некооперативной теории игр. Согласно Grais & Zheng (1996) обычно предполагается, что производители газа имеют преимущество первого хода по отношению к транзитным странам или импортерам, которые далее продают газ конечным потребителям (или устанавливают транзитные тарифы, как например, в Hirschhausen & Meinhart & Pavel (2005)). Parsons (1989)

анализирует стратегическое значение долгосрочных контрактов по поставкам газа, предполагая что производитель устраивает аукцион для того, чтобы получить доход от покупателей с неизвестной резервной ценой. В данной же статье предполагается, что ни один из игроков не имеет предварительного стратегического преимущества. Контракты могут быть полными, включая цену  $u$  и количество, информация также является полной.<sup>4</sup> Таким образом, сила игроков определяется эндогенно, на основе их роли в производстве и транспортировке газа.

Статья может также быть отнесена к "case study" по прикладной кооперативной теории игр, которая, на сколько нам известно, не использовалась раньше в количественном анализе отношения сил в цепочках поставок. После новаторской работы Shapley & Shubik (1954) кооперативная теория игр стала использоваться в политологии и кооперативных финансах (Zwiebel (1994) и Zingales (1994)). В этих исследованиях, достаточно лишь выделить выигравшие и проигравшие коалиции, что значительно упрощает расчет характеристической функции. Shubik (1962) положил начало второго направления в литературе, где вектор Шепли используется для расчета распределения совместных затрат (см. Billera & Heath & Rannan (1978), Suzuki & Nakayama (1976), Young (1985) и Gow & Thomas (1998) среди прочих). В большей части работ теория игр используется в нормативном смысле – для предписания распределения издержек. Заметное исключение представляет работа Littlechild & Thompsen (1977), где показано, что наземные тарифы в Бирмингемском аэропорту близко совпадают с распределением издержек согласно вектору Шепли, но значительно отличаются от нуклеолуса. Помимо моделей для распределения затрат и голосования возможности приложения кооперативной теории игр жестко ограничены из-за практических трудностей, связанных с определением значений характеристической функции. В итоге, имеющиеся данные об эмпирической значимости кооперативной теории игр основаны по большей части на лабораторных экспериментах, результаты

---

<sup>4</sup>Исторически, Евроазиатская транспортная система развивалась основываясь на долгосрочных договоренностях, обычно варьирующихся от 15 до 25 лет. Так называемые "бери-или-плати" ('take-or-pay') контракты определяют цены  $u$  и количество, чтобы обеспечить эффективное использование мощностей и устойчивый доход. С некоторой допустимой свободой, объем оговоренный в контракте должен быть оплачен в не зависимости от того используется он или нет.

которых не позволяли сделать строгие выводы (см. Selten (1987)). В этом смысле Евразийская газовая сеть предоставляет редкую возможность протестировать теорию и сопоставить ее с неэкспериментальными наблюдениями.

Далее статья организована следующим образом. В следующей части описаны основные черты Евразийской газопередающей системы. В части 3 вводится и обосновывается аналитическая модель и описывается ее калибровка. Численные результаты и их интерпретация представлены в части 4. В части 5 эмпирические оценки структуры сил сравниваются с теоретическими. В части 6 представляются основные выводы.

## **2 Евразийская цепочка поставок природного газа**

Система трубопроводов, берущая начало в районах вечной мерзлоты Сибири, а также степях Центральной Азии и простирающаяся до Западной России и далее до промышленных центров Западной Европы, обеспечивает доставку большей части газа, потребляемого в Европе. Основной костяк газопровода, обозначенный на рис. 1 как "Южная система", был построен еще в советские времена. После распада СССР у России осталась единственная возможность поставлять газ в Западную Европу, а именно, через три независимых государства: Словакию, Чехию и Украину. Беря пример с Запада, а также двигаясь навстречу интеграции с Европейским Союзом, Словакия и Чехия приватизировали свои трубопроводы и продали их западным импортерам. У этих двух вышеупомянутых стран развились стабильные коммерческие отношения с Россией касательно поставок российского газа. Этому также способствовали соглашения на поставку больших партий газа по низким ценам, унаследованные еще со времен существования Чехословакии. Россия и Украина, наоборот, не смогли договориться о долгосрочном сотрудничестве по поставкам газа.

## Конфликт на юге

В принципе, в качестве оплаты за транзит Россия поставляет Украине газ в размере 25-30 млрд.куб.м в год.<sup>5</sup> Конфликт заключается в том, сколько платить за такое же количества импортируемого газа, в котором Украина сильно нуждается. В то время как Россия требует погашения долга по европейским ценам, Украина готова платить лишь тарифы, соизмеримые с внутренней ценой российского газа, равной половине, а то и трети европейской цены. В девяностые годы платежи даже по более низким тарифам не осуществлялись полностью, и Россия неоднократно пыталась восстановить дисциплину в оплате, сокращая поставки газа. Между тем, вследствие износа компрессоров и недостаточного материально-технического обслуживания, пропускная мощность системы снизилась. Так к 2000г. можно было увеличить транспортную мощность на 15 млрд.куб.м в год всего лишь путем замены старых компрессоров.<sup>6</sup>

В 2001г. оба государства предприняли новую попытку установить нормы для своих газовых отношений. Однако процесс выполнения сделки оказался медленным и обременительным. Так, только часть долга была возмещена путем передачи стратегических бомбардировщиков и ракет. В 2004г. был образован российско-украинский консорциум, РосУкрЭнерго, который был назначен управлять и восстанавливать украинскую транзитную систему совместно с западными партнерами. Были также заключены соглашения, которые дали надежду на масштабное расширение южной системы, включающее установку новых трубопроводов, что имело бы дополнительную выгоду ввиду уже имеющейся инфраструктуры.

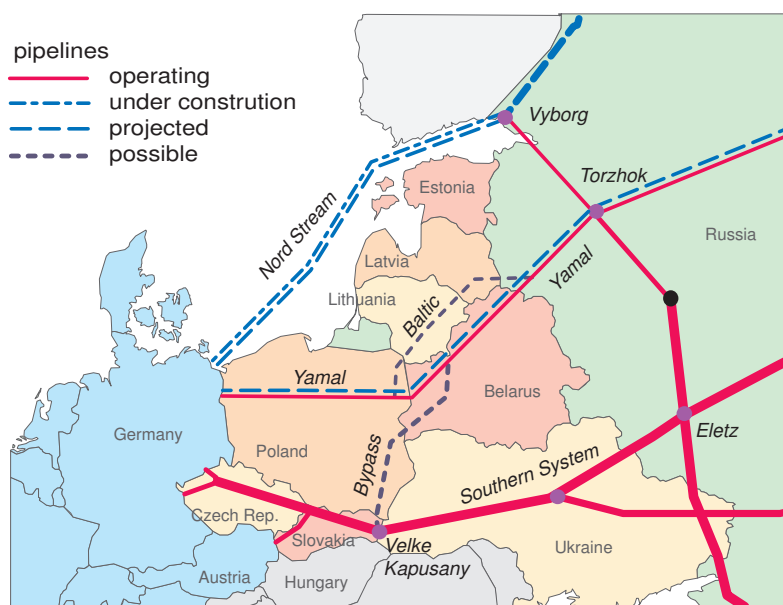
Однако Украина так и не смогла передать консорциуму систему трубопроводов. После Оранжевой Революции в декабре 2004 новое правление отложило решение оставшихся вопросов. В конце 2005г. две стороны все еще спорили об условиях поставок на следующий год, цены на газ в Западной Европе подскочили до 230\$/тыс.куб.м. Не имея договора, Россия остановила поставки газа в Украину,

---

<sup>5</sup>Единицы измерения для объема газа: млрд.куб.м, т.е. миллиарды кубических метров или тыс.куб.м – тысячи кубических метров.

<sup>6</sup>Более подробно о последующем конфликте и стратегии России см. Stern (1999) и Stern (2005).

Рис. 1: Transit Options



тем самым спровоцировав январский кризис, о котором уже было упомянуто во введение. Потребовалось всего лишь 4 дня для нахождения спасительного решения, которое помогло обеим странам пережить остаток зимы. Однако основательной долгосрочной договоренности по поводу газовых отношений так и не было достигнуто.

### **Альтернатива: Ямал**

Затянувшийся конфликт с Украиной заставил Россию уже с начала 90-х искать альтернативные пути для транзита газа. После получения независимости Белоруссия с самого начала поддерживала тесные отношения с Россией. В 1993г. два государства договорились о долгосрочных отношениях касательно продажи и транзита газа, включая предоставление земли БелТрансГаза, национальной газопередающей компании, под транзитные маршруты для Газпрома на условиях 99-летней аренды. Это заставило Газпром возродить свои старые амбициозные планы по разработке огромного Ямальского месторождения и соединить его с внутренними и внешними рынками посредством нового



грандиозного северного маршрута. Для управления секцией трубопровода, проходящей по территории Польши, была создана компания EuroPolGaz, в которой доли польской PGNiG и российского Газпрома составляли по 48%, а оставшиеся 4% в компании Gas-Trading достались польской стороне. Поскольку спрос на газ во время 90-х был низким, а затраты на разработку Ямальского месторождения очень высоки, проект был постепенно сведен на нет. В конце концов, внимание было полностью привлечено к экспортному трубопроводу, который был построен по принципу "от рынка к месторождению".<sup>7</sup> Из-за отсроченных инвестиций в компрессорные станции он достигнет планируемой мощности в 28 млрд.куб.м не раньше 2006г. Первый трубопровод, часто именуемый *Yamal 1*, был запущен в 1998г.<sup>8</sup> Второй трубопровод, *Yamal 2*, с потенциальной пропускной способностью в дополнительные 28 млрд.куб.м, уже проложен под главными пересечениями рек, однако в настоящее время кажется очень маловероятным, что он будет завершен.

К 2000г. отношения между Россией и Белоруссией значительно похолодели. Подобно Украине Белоруссия потребовала предоставления льгот по импортируемому в государство газу, используя систему рычагов, полученную благодаря стратегическому положению в экспортной цепочке. В апреле 2002 было достигнуто соглашение, согласно которому Газпром должен был поставить 10 млрд.куб.м по льготной цене в 24\$/тыс.куб.м. В дополнение, накопленные Белоруссией долги должны были быть обменены на контрольный пакет акций компании «Белтрансгаз», управляющей трубопроводами Газпрома на территории Белоруссии. Однако вторая часть соглашения, которая могла бы предоставить Газпрому намного более эффективный контроль над его экспортными магистралями, не была реализована. В конце 2003, когда переговоры о новых условиях поставок газа провалились, Газпром

---

<sup>7</sup>В то время высокие затраты на разработку новых месторождений, как Ямал или Штокман, и существование низкозатратных альтернатив в старых месторождениях Сибири и Туркменистана вызывали сомнения по поводу экономической целесообразности этих широкомасштабных проектов в ближайшем будущем (Stern (1995)). В то же время газ для Ямала поставлялся из месторождений Сибирского бассейна, включая недавно открытое Заполярное.

<sup>8</sup>Курсив используется, чтобы выделить трубопроводы, которые будут рассматриваться в количественном анализе.

прекратил подачу газа в Белоруссию. В течение нескольких недель дефицит восполнялся независимыми поставщиками, затем Белоруссия стала откачивать газ из экспортных трубопроводов. В феврале 2004 Газпром ответил тем, что полностью прекратил экспортные поставки, так что отключение коснулось не только Белоруссии, но также Польши, Германии и российского анклава – Калининградской области. В этом отношении, белорусский кризис имел худшие последствия по сравнению с противостоянием с Украиной в 2006, в течение которого Россия продолжала бесперебойно осуществлять экспортные поставки. Кризис был разрешен в течение одного дня, что помогло избежать серьезных последствий для потребителей на Западе.

### **В обход транзитных государств**

В конце 90-х Россия продвигала планы по созданию двух трубопроводов мощностью 60 млрд.куб.м по направлению север-юг через Белоруссию, Польшу и Словакию. Трубопровод, который мы далее будем именовать *Bypass*, обещал небольшую коммерческую выгоду, так как он не увеличивал пропускную способность западного направления. Однако возможность использования мощностей в Словакии и Чешской Республике без привлечения Украины рассматривалась как прямая угроза сильной позиции Украины.<sup>9</sup>

В принципе, Белоруссию можно обойти через Латвию и Литву, этот вариант мы назовем *Baltic*. Подобный трубопровод позволил бы использовать существующие мощности *Yamal 1* в Польше и России без вовлечения Белоруссии. В другом случае, с дополнительными мощностями в Польше и России, этот проект мог бы стать частью пересмотренного проекта *Yamal 2*. Пока подобная возможность не привлекла значительного общественного внимания, хотя летом 2007 члены Евросоюза Польша, Латвия, Литва и Эстония предложили несколько иной проект трубопровода под названием *Amber*, пытаясь остановить развитие проекта *Nord Stream* (к которому мы перейдем далее). Главное различие между проектами *Baltic* и *Amber* заключается в том, что во втором участвует Эстония.

---

<sup>9</sup>Для увеличения доверия к проекту, был основан консорциум по контролю над секциями трубопровода в Польше и Словакии, включая, среди прочих: Газпром (18%), PGNiG (10%), SNAM (29%), Ruhrgas (22%), Gaz de France (12%) и Wintershall (5%). Газпром должен был отвечать за часть трубопровода в Белоруссии.

Планы по строительству прямого соединения между Выборгом (Россия) и Германией обсуждались с конца 90-х.<sup>10</sup> Россия продолжала продвигать North Trans Gas в международных переговорах, но ее западные партнеры продолжали тянуть время из-за высокой стоимости проекта.<sup>11</sup> В 2005г. проект получил неожиданный толчок. Немецко-российский консорциум, включающий E.ON-Ruhrgas, Wintershall и Газпром, объявил о строительстве двухниточного трубопровода, под новым названием *Nord Stream* мощностью 60 млрд.куб.м. Хотя прибалтийские государства вместе с Польшей использовали все свое влияние по лоббированию против осуществления этой сделки, строительные работы на российской территории начались сразу же после объявления о строительстве.

В заключение мы отметим несколько наблюдений. Во-первых, Россия, Белоруссия и Украина потерпели неудачу в установлении стабильных долгосрочных газовых отношений. Вместо этого они были постоянно вовлечены в споры по поводу цен на газ и транзитных пошлин. Во-вторых, несмотря на острые конфликты, прерывания поставок случались крайне редко и носили краткосрочный характер, не имея длительных последствий для потребителей на Западе. Вобщем краткосрочное сотрудничество было успешным и стабильным, в то время как долгосрочные соглашения претерпевали неудачи. В-третьих, в попытке создать систему рычагов по воздействию на транзитные государства, Россия продвигала разнообразные проекты такие, как *Yamal*, *Bypass* и позже *Nord Stream*. В то время как затраты на строительство альтернативных маршрутов хорошо известны, стратегические выгоды от них определить достаточно трудно, даже по порядку величины. В следующей главе

---

<sup>10</sup>На юге, другой трубопровод - *Голубой поток* (Blue Stream), идущий по дну Черного моря в Турцию вошел в эксплуатацию в 2002г. согласно долгосрочному соглашению с турецким Botag. Он так же является альтернативой трубопроводам, проходящим через Украину, Молдавию, Румынию и Болгарию, конфликты с которыми были аналогичны тем, которые происходили на направлении восток-запад.

<sup>11</sup>С коммерческой точки зрения, новый трубопровод на севере был бы более привлекательным, если бы соединялся со Штокмановским месторождением, которое планируется разрабатывать. Как и с Ямалом, перспективы разработки Штокмана достаточно неясны. И даже если месторождение будет разработано, может оказаться дешевле сжигать газ, так как стоимость наземного трубопровода достаточно высока из-за суровой местности Кольского полуострова.

представлена формальная модель для определения того, как архитектура сети и имеющиеся варианты инвестиций определяют силу различных игроков и распределение прибыли от газового экспорта.

### 3 Модель

#### Аналитический подход

Представим взаимозависимости между игроками в виде игры в характеристической форме  $(N, v)$ , где  $N$  обозначает множество игроков, а числовая (характеристическая) функция  $v : 2^{|N|} \rightarrow R_+$  дает выигрыш, который может получить подмножество игроков  $S \subseteq N$ . Характеристическая функция отражает важные экономические характеристики, такие как география сети, различие в издержках различных трубопроводов, спрос на газ, производственные издержки и т.д.. Потенциальная сложность подхода, основанного на характеристической функции, состоит в том, что выигрыш коалиции может зависеть от того, что делают игроки, не входящие в коалицию. К счастью, такая проблема не возникает в нашем случае, потому что один из игроков, Россия, является неотъемлемым в игре. Коалиции, в которые Россия не входит, не могут сформировать законченную цепь поставок. Поэтому подобные коалиции не могут получить прибыль от экспорта газа и конкурировать с коалицией, в которую входит Россия.

Как упоминалось во введении, для строительства трубопровода требуется некоторое время. После того как трубопровод налажен, он может функционировать на протяжении нескольких десятилетий. Точная оценка переговорной силы потребовала бы динамического анализа, который лежит за пределами данного исследования. Вместо этого мы рассматриваем два сценария, позволяющих определить интервал для результатов от динамической модели инвестиций и переговоров. В игре "статус-кво"  $(N, v^s)$  мы предполагаем, что используемые мощности не могут быть изменены, подразумевая, что игроки страдают от крайней "близорукости". В другом сценарии, "все варианты"  $(N, v^a)$ , напротив, учитываются все возможности для расширения сети. В этой игре игроки страдают от чрезмерной "дальнозоркости игнорируя время,

необходимое для установки новых мощностей.

Позже мы выберем надлежащие значения переговорной силы из найденного интервала, основываясь на следующей эвристике. Предположим, что необходимо  $\tau$  периодов, прежде чем новые мощности войдут в эксплуатацию, и после этого они будут работать вечно. Представим эту последовательность игр как  $\tau$  периодов с характеристической функцией  $v^s$ , после этого все периоды описываются функцией  $v^a$ . Если все игроки используют ставку дисконтирования  $r$ , мы можем рассчитать годовой доход  $\bar{v}$  исходя из приведенной стоимости:

$$\bar{v}/r = \sum_{t=1}^{\tau} \frac{v^s}{(1+r)^t} + \frac{v^a}{r(1+r)^\tau}$$

Преобразуя, мы получаем взвешенную характеристическую функцию составной игры  $(N, \bar{v})$ :

$$\bar{v} = (1 - \alpha)v^s + \alpha v^a; \quad \alpha = (1+r)^{-\tau}.$$

Такая эвристика не заменяет серьезный динамический анализ, но тем не менее, она дает ориентир того, где находятся реальные значения.

В кооперативной теории игр был разработан ряд решений для игр в характеристической форме. Далее мы рассматриваем решение Шепли,  $\phi_i, i \in N$ , приписывающее игроку  $i$  выигрыш равный его ожидаемому вкладу во все возможные коалиции:

$$\phi_i = \sum_{S: i \notin S} P(S) [v(S \cup i) - v(S)] \quad (1)$$

где  $P(S) = |S|!(|N| - |S| - 1)!/|N|!$  вероятность формирования коалиции  $S$ . Вектор Шепли является единственным правилом распределения прибыли от многосторонней кооперации, которое может быть описано несколькими значимыми аксиомами (см. Shapley (1953), Young (1985)). Среди прочего, вектор Шепли является единственным правилом с, так называемыми, *сбалансированными вкладами*, когда для любых двух игроков  $i$  и  $j$  верно, что  $i$  теряет столько же, при выходе из игры  $j$ , сколько потеряет  $j$ , если  $i$  выйдет из игры. Таким образом, если игрок возражает против распределения прибыли по Шепли, сославшись на потери, которые понесет другой игрок при его отказе от кооперации, его оппонент может всегда выдвинуть контраргумент (Myerson (1980)).

Stole & Zwiebel (1996a) и Stole & Zwiebel (1996b) показали, что вектор Шепли может быть получен как единственное равновесие в некооперативной игре, где двусторонние соглашения с неотъемлемым игроком могут пересматриваться, пока окончательные планы не реализованы.<sup>12</sup> Такой сценарий игры достаточно точно воспроизводит основную структуру переговоров в Евразийской газопередающей сети. Россия является неотъемлемым игроком, без которого ничего не может быть достигнуто, а переговоры с транзитными странами обычно двусторонние. Как правило, до того как инвестиции и платежи осуществлены, проходит несколько раундов переговоров, заканчивающихся договорами о намерениях, предварительными соглашениями и т.п., которые снова и снова пересматриваются.

Аксиоматическое описание и некооперативное обоснование делают вектор Шепли привлекательной мерой силы игроков в Евроазиатской сети поставок газа. Однако существуют альтернативные решения, из которых мы рассмотрим два: ядро, которое основано на стабильности кооперации, и нуклеолус, который опирается на равенство среди коалиций. Пусть  $\psi$  и  $\sum_{i \in N} \psi_i = v(N)$  обозначают вектор достижимых и эффективных платежей (дележей), и  $\gamma(S, \psi) = \sum_{i \in S} \psi_i - v(S)$  определяет излишек, который коалиция получает дополнительно к своей прибыли. Ядро определяет множество распределений прибылей, при которых излишек любой из коалиций неотрицателен  $\psi^c = \{\psi : \gamma(S, \psi) \geq 0, \forall S \subseteq N\}$ . В этом смысле ни одна коалиция не склонна наложить вето на  $\psi^c$ . Нуклеолус  $\psi^n$  максимизирует излишек тех коалиций, чья прибыль наименьшая в лексико-графическом порядке (Schmeidler (1969)).<sup>13</sup> Если ядро пусто, то есть все допустимые  $\psi$  приводят к потерям хотя бы одной коалиции, то нуклеолус минимизирует проигрыш тех коалиций, убыток которых максимален.

<sup>12</sup>Другие некооперативные модели, дающие основания использовать вектор Шепли, представлены в Gul (1989), Evans (1996), Inderst & Wey (2001).

<sup>13</sup>Schmeidler (1969) определяет нуклеолус, используя так называемую функцию излишка  $e$ , то есть прибыль, которую коалиции может обеспечить, если наложит вето на  $\psi$ , таким образом  $e = -\gamma$ .

## Калибровка модели

Мы калибруем модель таким образом, чтобы отразить основные свойства Евразийской газопередающей сети в начале 2000-х. Поскольку нас больше всего интересует структура сил в Евроазиатской цепи поставок, мы абстрагируемся от стратегических аспектов взаимодействия России с другими поставщиками газа в Европу (Алжиром, Норвегией) и крупными импортерами. Мы предполагаем, что Россия обслуживает остаточный спрос Западной Европы, которая для простоты рассматривается как единый рынок. Далее термин "Западная Европа" будет обозначать пятнадцать стран Евросоюза (EU15), исключая Грецию. В этом регионе импортеры соединены плотной сетью трубопроводов, так что каждый покупатель может получить газ, транспортированный через трубопроводы, рассматриваемые в данной работе.<sup>14</sup>

Основными игроками сети поставок являются: *Россия, Украина, Польша, и Белоруссия*. Дополнительно мы включаем *Словакию, Латвию и Литву*, которые вовлечены в попытки обойти Украину или Белоруссию. Мы используем заглавные латинские буквы для обозначения игроков  $N = \{R, U, P, B, S, La, Li\}$ . Что касается трубопроводов, то мы рассматриваем старую Украинскую систему, именуемую *South*, вариант обновления и расширения этой системы – *Upgrade*, трубопровод *Yamal 1* и проект его расширения – *Yamal 2*, трубопровод через Словакию – *Bypass*, через страны Балтики – *Baltic*, и наконец прямой трубопровод в Европу – *Nord Stream*.<sup>15</sup>

Помимо географии управление игрока ресурсами также отражает институциональную структуру. По этой причине мы не рассматриваем часть системы *South*, расположенную в Словакии и Чешской Республике. В этих странах транзитные трубопроводы приватизированы и находятся под контролем Западноевропейских импортеров, чьи права собственности конституционно защищены. Кроме того, правительства этих государств нарушили бы соглашения Евросоюза, если бы решили вмешаться в транзитные дела,

---

<sup>14</sup>Asche, Osmundsen, Tveteras (2000) представляют эмпирическое подтверждение интеграции рынков Франции, Германии и Бельгии.

<sup>15</sup>Трубопровод Amber не дешевле, чем *Baltic*, и включает дополнительного игрока – Эстонию. Поэтому, мы не будем анализ включать в наш ни Amber ни Эстонию, которая оказалась бы просто "dummy" игроком.

чтобы получить рычаг воздействия в международных переговорах. Сходная ситуация наблюдается и в Польше. Хотя польская сторона держит контрольный пакет в EuroPolGas, страна не может запретить использование существующего трубопровода *Yamal 1*. Долгосрочные соглашения и конституционные права вместе с регулированием Евросоюза, обеспечивают России эффективный доступ к *Yamal 1*.<sup>16</sup> Однако мы предполагаем, что страны Евросоюза могут наложить запрет на прокладку новых трубопроводов, проходящих по их территории. Таким образом, без Польши ни *Baltic* ни *Yamal 2* не могут быть построены, без Словакии не может быть реализован проект *Bypass*.

Все варианты трубопроводов представляют законченное соединение между Россией и Западной Европой. Однако, при этом имеется значительная разница в издержках на транспортировку газа. Оценка транспортных издержек для каждого трубопровода (детали которой представлены в приложении) дают следующую простую иерархию. Дешевле всего осуществлять поставки через *Yamal 1*, мощность которого 28 млрд.куб.м в год, и *South*, чья приблизительная мощность 70 млрд.куб.м в год. Инвестиционные затраты этих двух трубопроводов необратимы (*sunk*). Самый дешевый вариант для увеличения мощности сети на дополнительные 15 млрд.куб.м - это модернизация украинской системы, т.е. *Upgrade*. После этого *Yamal 2* является наиболее дешевым вариантом, его капитальные затраты более чем в два раза выше. Стоимость инвестиции в *Yamal 2* снижена благодаря приготовлениям, сделанным при строительстве *Yamal 1*. Строительство нового трубопровода вдоль южного маршрута, то есть расширение *Upgrade* сверх 15 млрд.куб.м, немногим дороже *Yamal 2*. Гораздо более дорогой проект – *Nord Stream*, требующий по крайней мере вдвое большего капитала на единицу мощности. *Bypass* и *Baltic* представляют особый случай. Если мощность не будет превышать 70 млрд.куб.м, то стоимость *Bypass* будет на 20% ниже, чем стоимость *Yamal 2*, но только если *South* не используется. Аналогично до 28 млрд.куб.м трубопровод *Baltic* на 40% дешевле, чем *Yamal 2* при том, что *Yamal 1* не используется. Сверх этого порога мощностей, издержки сравнимы с издержками по *Yamal 2*.

---

<sup>16</sup>Стоит так же заметить, что в 2007, польский суд защитил российский Газпром от попыток EuroPolGas (в которой Газпром держит 48% акций) увеличить транзитные тарифы всего на 2%.



Из всех предпосылок, используемых для калибровки модели, предположения, касающиеся спроса на российский газ и издержек по производству газа в Западной Сибири, наиболее спорные. Мы принимаем линейную функцию для остаточного спроса и предельных издержек поставок и делаем предположения о параметрах наклона и пересечении, которые соответствуют ситуации в начале 2000-х гг. (более подробно см. приложение). Более важно, что параметры выбраны так, чтобы главная коалиция, содержащая всех игроков, максимизировала прибыль, используя существующие мощности *South* и *Yamal 1*, 70 млрд.куб.м и 28 млрд.куб.м, соответственно, и воздерживалась от новых инвестиционных затрат. Подкоалиции, однако, могут желать инвестировать в новые мощности, в зависимости от доступа к имеющимся и планируемым трубопроводам.

Основные результаты калибровки представлены в таблице 1. В первой колонке дана наименьшая коалиция, необходимая для образования транспортной сети, параметры которой представлены в следующих семи колонках. Для каждого трубопровода дана либо величина доступных мощностей или значение оптимальных инвестиций: "-" обозначает, что ветка трубопровода не доступна коалиции либо из-за ее географического положения, как в верхней половине таблицы, либо по предположению, как в нижней части таблицы; "0" говорит о том, что трубопровод может быть использован или построен, но коалиция предпочла его не использовать.

Положительные значения определяют мощности существующих или заново построенных трубопроводов. Последняя колонка дает прибыль коалиций в процентах от прибыли главной коалиции. Мы рассматриваем относительные прибыли, так как они отражают географию и разницу в издержках, в то время как абсолютные значения чувствительны к нашим предположениям относительно спроса и затрат на поставку.<sup>17</sup>

Будучи одна, Россия бы выбрала *Nord Stream*, единственный вариант, который не требует партнеров, и установила бы трубопровод мощностью в 72 млрд.куб.м. Это позволило бы России получать ежегодную прибыль в размере 57% от

---

<sup>17</sup>Коалиции, не упомянутые в таблице 1, либо имеют эквивалентные инвестиционные возможности, и, таким образом, такие же прибыли, как и представленные коалиции; или же они не могут организовать завершённую цепочку поставок и получают нулевую прибыль.

Таблица 1: Коалиции, мощности и прибыли

coalition	мощность трубопроводов [млрд. куб. м]						Прибыль %
	<i>South</i>	<i>Yamal 1</i>	<i>Yamal 2</i>	<i>Bypass</i>	<i>Nord</i>		
	<i>Upgrade</i>			<i>Baltic</i>	<i>Stream</i>		
все варианты							$v^a$
<i>R</i>	-	-	-	-	-	72	57
<i>R, U</i>	70	15	-	-	-	0	96
<i>R, B</i>	-	-	28	-	-	45	72
<i>R, B, P</i>	-	-	28	60	-	0	89
<i>R, B, U</i>	70	0	28	-	-	0	100
<i>R, B, P, S</i>	-	-	28	0	60	0	92
<i>R, P, Li, La</i>	-	-	-	-	88	0	85
все игроки	70	0	28	0	0	0	100
статус-кво							$v^s$
<i>R, U</i>	70	-	-	-	-	-	92
<i>R, B</i>	-	-	28	-	-	-	51

*R*: Россия, *B*: Белоруссия, *P*: Польша, *U*: Украина, *S*: Словакия, *La*: Латвия, *Li*: Литва

прибыли главной коалиции. В кооперации Россия и Украина отказались бы от дорогого проекта *Nord Stream* и вместо этого инвестировали бы в *Upgrade*, обновление существующей системы *South*. Избежав больших затрат на *Nord Stream*, эта коалиция смогла бы получить относительную прибыль в размере 96%. При условии, что доступ России к польской секции *Yamal 1* гарантирован, коалиция России и Белоруссии использовала бы установленные 28 млрд.куб.м трубопровода *Yamal 1* и дополнительно реализовала бы проект *Nord Stream*, установив 45 млрд.куб.м. При этом коалиция заработала бы относительную прибыль в размере 72%. Если бы Польша также присоединилась к коалиции, то инвестиционный план изменился бы так, что вместо *Nord Stream* был бы построен *Yamal 2* с мощностью 60 млрд.куб.м, и полученная прибыль составляла бы 89%. Коалиция, состоящая из трех основных игроков: России, Украины и Белоруссии, могла бы получить прибыль, равную прибыли главной коалиции, используя только все существующие мощности.

Трубопровод *Bypass* дал бы возможность Белоруссии, Польше и Словакии заменить самое важное транзитное государство - Украину. Включение Словакии в коалицию  $\{R, B, P\}$  принесло бы дополнительные 4 процента, так что прибыль

составила бы 93%. Разница несущественна, но при этом и необходим всего один дополнительный игрок. Трубопровод через прибалтийские государства, Латвию и Литву, состоит из двух частей: короткого соединения мощностью в 28 млрд.куб.м, которое заменило бы отрезок *Yamal 1*, проходящий по Белоруссии, и второй трубы с дополнительными 60 млрд.куб.м, которая является вариантом *Yamal 2*. Эти инвестиции позволили бы коалиции  $\{R, P, Li, La\}$  получить прибыль в 85%. Если сравнивать с тем, что Россия заработала бы одна, прибавка составляет 28 пунктов. Разница значительная, но при этом необходимы три дополнительных игрока, чтобы достичь ее.

#### 4 Соотношение сил

В таблице 2 были приведены значения относительной силы игроков, рассчитанные на основе вектора Шепли при различных предположениях относительно доступности трубопроводов и инвестиционных проектов. Мы будем ссылаться на доли игроков в прибыли (рассчитанные в процентах) или просто говорить об индексе "силы". В верхней части таблицы, озаглавленной "статус-кво" приведены результаты для случая, когда существующая система трубопроводов не может быть изменена. Значения относятся в "близорукой" оценке структуры сил. В этом случае Россия полностью зависит от Украины и Белоруссии в отношении транспортировки газа.<sup>18</sup> Две страны конкурируют за оказание транспортных услуг, но поскольку их мощности ограничены, эта конкуренция слабая. Имея 57%, Россия получает всего на 7 пунктов больше того, что она получила бы, если бы имела дело с транзитером-монополистом. Неравные доли Украины и Белоруссии, 32% и 11% соответственно, отражают разницу в мощностях *South* и *Yamal 1*.

При "дальнозорком" взгляде на игру, когда учитываются все возможные варианты расширения транспортной системы, картина значительно меняется. Результаты приведены в нижней части таблицы 2 под заголовком "все варианты". С более чем 82% Россия получает теперь львиную долю прибыли.

---

<sup>18</sup>Напомним, что мы предполагаем, что Польша не может закрыть доступ к *Yamal 1* и получить влияние или переговорную силу угрожая этим. Наша модели не принимает во внимание доли Польши, которую та получила до того, как трубопровод был построен.

Таблица 2: Проекты и относительные значения вектора Шепли [%]

	<b>статус</b>	добавляя по одному проекту в раз				
	<b>кво<sup>a</sup></b>	<i>Upgrade</i>	<i>Yamal 2</i>	<i>Bypass</i>	<i>Baltic</i>	<i>North</i>
Россия	57.1	57.8	60.3	59.2	58.7	79.7
Украина	31.8	32.5	22.2	23.5	29.1	15.1
Белоруссия	11.1	9.6	14.3	13.2	7.5	5.2
Польша	0	0	3.2	2.1	1.6	0
Словакия	0	0	0	2.1	0	0
Литва	0	0	0	0	1.6	0
Латвия	0	0	0	0	1.6	0
	<b>все</b>	удаляя по проекту за раз				
	<b>варианты</b>	<i>Upgrade</i>	<i>Yamal 2</i>	<i>Bypass</i>	<i>Baltic</i>	<i>North</i>
Россия	82.4	81.9	81.9	82.3	82.0	62.6
Украина	10.1	9.5	10.9	10.7	11.0	19.5
Белоруссия	4.3	5.0	3.7	4.1	5.3	10.1
Польша	2.0	2.2	1.5	1.9	1.6	4.8
Словакия	0.2	0.2	1.0	0	0.2	0.2
Литва	0.5	0.6	0.5	0.5	0	1.4
Латвия	0.5	0.6	0.5	0.5	0	1.4

<sup>a</sup>Мощности: 70 млрд.куб.м у *South* и 28 млрд.куб.м у *Yamal 1* являются оптимальными согласно нашим предположениям относительно издержек на транспортировку, производство и спроса. Представленные численные значения - результат округления, и поэтому могут слегка расходиться.

Напомним, что согласно нашим предположениям о спросе и предложении, ни один из инвестиционных проектов не будет воплощен. Доля России увеличивается на четверть общей прибыли из-за наличия самой возможности проложить трубопровод через Балтийское море, увеличить мощности *Yamal* и *South* или экспортировать газ в обход Украины и Белоруссии. Доля Украины падает на две трети с 32% до 10%. Белоруссия также значительно теряет: ее доля уменьшается на 7 процентных пунктов. Польша же, наоборот, упрочняет свою позицию получая долю в 2%.

Латвия и Литва, также как и Словакия приобретают некоторую силу вследствие предоставления возможности обойти Украину и Белоруссию соответственно. Выигрыши этих игроков малы по сравнению с упрочившими свою позицию государствами. Однако, ввиду гораздо меньшей численности населения, их прибыли все равно оказываются значимыми. Так, если рассчитывать доход на душу населения, то компенсации, полученные Литвой и Латвией, попадают в диапазон значений для Польши и Украины.

### **Стратегическое значение инвестиционные проекты**

Чтобы определить стратегическое значение отдельных проектов, рассмотрим их по отдельности, добавляя по одному варианту к "статусу-кво" (см. верхнюю часть таблицы 2). С другой стороны, мы можем оценить значение каждого варианта, исключая его из базового сценария "все варианты" (см. нижнюю часть таблицы 2).

Если требуется лишь немного увеличить мощности, то *Upgrade* является самым дешевым и коммерчески привлекательным вариантом. Даже сверх дополнительных 15 млрд.куб.м, проект незначительно дороже, чем *Yamal 2*. Тем не менее, влияние этого варианта на структуру сил мало, независимо от того, рассматривается ли он один или на фоне всех остальных проектов. Это происходит потому, что существующие мощности системы *South* достаточно велики. Если бы *Yamal 2* был единственной возможностью увеличить пропускную мощность сети, его влияние на структуру сил было бы велико. Наличие этого трубопровода уменьшило бы долю Украины на 9 процентных пунктов, т.е. почти треть от доли в случае "статус-кво". Однако, если проект рассматривается в контексте всех остальных вариантов, *Yamal 2* имеет весьма

умеренное влияние на структуру сил. Сравнение третьей и первой колонок в нижней части таблицы 2 показывает, что Россия, Белоруссия и Польша, получают по пол процентных пункта, в то время как Украина и Словакия теряют в долях. Тот факт, что позиция Словакия ослаблена, показывает, что стратегическое значение *Yamal 2* связано с *Bypass*, единственным трубопроводом, который проходит по территории этой страны. Так же как и *Yamal 2*, *Bypass* выглядит важным проектом при отсутствии других вариантов. Но при наличии всех других проектов оказывается, что его значение для России несущественно, сама Словакия также получает в этой ситуации очень мало. Это связано с тем, что все коалиции, которые могут реализовать проект *Bypass*, могут также выбрать *Yamal 2*, который не на много дороже.

*Nord Stream* имеет самое большое влияние на структуру сил. В отдельности он увеличивает значение индекса для России с 57% до почти 80%. Даже если проект рассматривается на фоне всех остальных вариантов, *Nord Stream* поднимает прибыль России с 63% до более чем 82%. Таким образом, прямой доступ важнее, чем все другие проекты вместе взятые. Стратегическое значение *Nord Stream* объясняет российскую заинтересованность в проекте, который с наивной точки зрения имеет мало смысла из-за непомерно высоких издержек.

## География и издержки

Чтобы лучше понять взаимосвязь между географией и издержками и как она определяет переговорную силу, мы рассмотрим четыре государства: Россию, Белоруссию, Польшу и Украину. Чтобы определить роль географии, предположим, что все трубопроводы имеют одинаковые издержки, следовательно общая прибыль будет одинаковой вне зависимости от того, какие соединения используются. Если бы единственно возможный транспортный путь проходил через Украину, то Россия и Украина делили бы прибыль поровну  $1/2 : 1/2$ . Если мы добавим столь же эффективный путь через Белоруссию и Польшу, то Россия получит  $7/12$  прибыли, Украина –  $1/4$ , а Белоруссия и Польша разделят оставшуюся прибыль поровну, получив по  $1/12$ .<sup>19</sup> В

<sup>19</sup>С выплатами приведенными к единице, характеристическая функция будет иметь значения:  $v(R, B, P) = v(R, U) = v(R, P, U) = v(R, B, U) = v(R, B, P, U) = 1$  и ноль во всех других случаях, и вектор Шепли принимает значения  $\phi_R = 7/12$ ,  $\phi_B = \phi_P = 1/12$ , и  $\phi_U = 1/4$ .

данном случае Украина значительно теряет из-за появления конкурирующего маршрута, а России приходится делиться прибылью с еще двумя транзитными государствами. Наконец, если мы позволим России установить прямой трубопровод, то она сможет получить всю прибыль целиком, поскольку ей не надо будет делиться еще с кем-то.

Теперь предположим, что все варианты имеются в наличии, но трубопроводы различаются по издержкам либо из-за расположения (наземные, проходящие по воде), либо из-за инвестиционных затрат (необратимы как в случае с *South*, *Yamal 1*, обратимые как в случае всех других проектов). Таким образом, минимальное значение прибыли России равно тому, что она может получить, реализовав проект прямого трубопровода. В то время как *Nord Stream* выглядит неэффективным по сравнению с другими вариантами, отдельно он был бы крайне прибыльным проектом. При представленной калибровке модели доля России уже будет составлять 57% от прибыли самого эффективного варианта транспортной сети. Дополнительно Россия получает 7/12 от добавки к прибыли, полученной в результате замены *Nord Stream* на более дешевый *Yamal*. Наконец, Россия получит 1/2 от прироста прибыли при использовании самого эффективного варианта, который включает систему Украины. Подводя итог, мы получаем  $\phi_R = v(R) + \frac{7}{12}(v(R, B, P) - v(R)) + \frac{1}{2}(v(R, B, P, U) - v(R, B, P))$ , что дает долю в 81% при оценке с использованием значений из таблицы 1. Этот результат близок к тому, что мы получили при использовании крайне сложной модели, как следует из таблицы 2. Добавляя в анализ игроков и новые варианты инвестиций, мы делаем модель более реалистичной, но при этом наши количественные результаты сильно не меняются.

### Составная игра и устойчивость

Большая разница в значениях для игр "статус-кво" и "все варианты", заставляет нас рассмотреть составную игру  $(N, \bar{v})$  – средневзвешенное от двух игр. Следуя эвристике, предложенной в части 3, веса зависят от времени  $\delta$ , которое необходимо для установки новых мощностей, и определяемое как задержка и ставки дисконтирования  $r$ . Требуется от 3 до 5 лет чтобы построить новый трубопровод. К сожалению, мы мало что знаем о временных предпочтениях стран, вовлеченных в международные переговоры, но интервал

5 % - 15 % кажется нам, вполне обоснованным. Мы используем среднее значение для каждого отрезка, то есть 4 года и 10 % в качестве базового варианта, который приведен в таблице 3. В следующих двух колонках представлены результаты для случаев наиболее близких к "близорукой" и "дальнозоркой" играм с соответствующими параметрами: 5 лет задержки и 15% и 3 года задержки и 5%. Если мы увеличиваем вес краткосрочной перспективы, доля Россия уменьшается на 5 процентных пунктов. Противоположный эффект имеет место по мере того, как мы двигаемся к долгосрочной перспективе.

Помимо базового сценария мы рассматриваем также составную игру и проверяем устойчивость результатов в отношении изменений в параметрах: (i) высокий спрос, (ii) низкая эластичность спроса и (iii) более высокие инвестиционные затраты на *Nord Stream*. Цены уже значительно выросли с 2001/2 – периода, по которому мы калибровали модель, поэтому мы рассматриваем влияние сдвига спроса на 80 \$/тыс.куб.м или увеличение более чем на 60% относительно старой равновесной цены. Такой значительный скачок спроса требует увеличения транспортных мощностей на 44%. Главная коалиция будет инвестировать в *Upgrade*, установив дополнительно 15 млрд.куб.м, и построит 28 млрд.куб.м *Yamal 2*. Сдвиг оказывает значительное влияние на структуру сил. Дополнительные мощности ведут к уменьшению роли существующих трубопроводов, инвестиционные затраты на которые уже необратимы. Это уменьшает относительное преимущество Украины и Белоруссии и увеличивает индекс силы России с 74.5 до 77.4.

В базовом сценарии мы предположили, что эластичность цены в точке равновесия равна 3.9. Для проверки устойчивости мы рассматриваем уменьшение эластичности до 3.0. При снижении эластичности спроса покупателям становится все сложнее замещать российский газ другими видами топлива или газом из других регионов. Такое изменение положительно отражается на России, потому что коалиции, которые реализуют более дорогие проекты и выбирают меньшие мощности, теперь получают частичную компенсацию за счет большего увеличения цен. Согласно таблице 3 изменение индекса сил незначительно.

Прямой трубопровод *Nord Stream* – самый дорогой проект по увеличению транспортной мощности. Из-за того что его большая часть проходит по



Таблица 3: Устойчивость индекса силы

	базовый вариант <sup>a</sup>	краткоср. перспектива <sup>b</sup>	долгоср. перспектива <sup>c</sup>	высокий спрос <sup>d</sup>	низкая эластичность <sup>e</sup>	дорогой <i>Nord Stream</i> <sup>f</sup>
Россия	74.5	69.7	79.1	77.4	75.5	70.4
Украина	16.8	20.9	12.8	14.7	16.3	18.8
Белоруссия	6.5	7.7	5.3	6.0	6.2	7.4
Польша	1.4	1.1	1.8	1.3	1.3	2.2
Словакия	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
Литва	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5
Латвия	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.5

<sup>a</sup>Обратная функция спроса:  $p(x) = 160 - 0.33x$ ,  $\varepsilon(98) = -3.9$ ; сбалансированный вариант:  $\delta = 4$ ,  $r = 0.10$

<sup>b</sup>Игра сбалансирована в сторону "статус-кво":  $\delta = 5$ ,  $r = 0.15$

<sup>c</sup>Игра сбалансирована в сторону "все варианты":  $\delta = 3$ ,  $r = 0.05$

<sup>d</sup>Сдвиг вверх на 60% при старой равновесной цене:  $p(x) = 240 - 0.33x$ ,  $\varepsilon(141) = -4.1$

<sup>e</sup>Уменьшение эластичности на четверть:  $p(x) = 170 - 0.43x$ ,  $\varepsilon(98) = -3.0$

<sup>f</sup>Инвестиционные затраты возрастают на 50%.

морю, затраты на этот трубопровод весьма неопределенны. Последняя колонка в таблице 3 показывает результаты для 50% увеличения инвестиционных затрат для *Nord Stream*. По сравнению с базовым вариантом Россия теряет 4 процентных пункта. Относительное изменение индекса цен значительно, но гораздо меньше по порядку величины, чем относительное изменение в параметрах.

В целом, можно сделать вывод, что количественные результаты достаточно устойчивы к изменениям параметром спроса и издержек. Наиболее спорный момент заключается в весах, приписываемых проектам, в дальнорочной перспективе по сравнению с игрой "статус-кво", представляющей близоручий вариант оценки сил.

### Другие решения: ядро и нуклеолус

Рассмотрим другие решения игр в характеристической форме. В таблице 4 приведены интервалы возможных значений для ядра -  $\psi^c$ , нуклеолуса  $\psi^n$  и для сравнения вектор Шепли  $\phi$  для всех трех игр.

Таблица 4: Ядро  $\psi^c$ , нуклеолус  $\psi^n$ , и вектор Шепли  $\phi$

	статус-кво			все варианты			композит (базовый)		
	$\psi^c$	$\psi^n$	$\phi$	$\psi^c$	$\psi^n$	$\phi$	$\psi^c$	$\psi^n$	$\phi$
	min-max			min-max			min-max		
Россия	41 - 100	71.5	57	89 - 100	94	82	82 - 100	87.2	74.5
Украина	0 - 49	24.5	32	0 - 7	4	10	0 - 20	10.2	16.8
Белоруссия	0 - 8	4	11	0 - 4	2	4	0 - 5	2.6	6.5
Польша	0 - 0	0	0	0 - 0	0	2	0 - 0	0	1.4
другие	0 - 0	0	0	0 - 0	0	1	0 - 0	0	0.8
	$v^s(RU) = 92, v^s(RB) = 51$			$v^a(RU) = 96, v^a(RBPS) = 92$			$\bar{v}(RU) = 94.7, \bar{v}(RBPS) = 79.7$		

И ядро, и нуклеолус распределяют всю прибыль, т.е. силу между Россией, Беларуссией и Украиной, не оставляя ничего остальным игрокам.<sup>20</sup> Для всех решений присутствует согласованная модель для всех игр. При переходе от игры "статус-кво" к игре "все варианты" доля России увеличивается, в то время как доли Украины и Беларуссии снижаются. Но фокус на различных коалициях и их возможностях имеет огромное значение для предсказания индекса сил. Россия оказывается гораздо сильнее, когда ее сила определяется с помощью нуклеолус. Это также верно в отношении ядра за исключением игры "статус-кво", для

<sup>20</sup>Мы кратко объясним алгоритмы расчета для игры "все варианты" ( $v^a, N$ ). Вместе Россия, Украина и Беларуссия могут получить полный выигрыш,  $v(\{R, B, U\}) = 100$ , в то время как остальные ничего,  $v(S) = 0$  для  $S \subseteq N \setminus \{R, B, U\}$ , поэтому  $\psi_i^c = \psi_i^n = 0$  for  $i \in N \setminus \{R, B, U\}$ . Во-вторых, из  $v(\{R, U\}) = 96$  мы получаем максимум, который ядро может приписывать Беларуссии:  $\psi_B^c \leq 4$ . Нуклеолус делит этот выигрыш поровну между коалициями  $\{R, U\}$  и  $\{B\}$ , таким образом  $\psi_B^n = 2$ . В-третьих, из того что наибольший выигрыш коалиции, не включающей Украину  $v(\{R, B, P, S\}) = 92$ , мы находим  $\psi_U^c \leq 8$ . Так как результат также делится поровну, Украина получает  $\psi_U^n = 4$ , что оставляет России  $\psi_R^n = 94$ . Нуклеолус игры ( $v^a, N$ ) характеризуется следующим лексико-графическим порядком коалиций относительно излишка  $\gamma(S, \psi^n) = \sum_{i \in S} \psi_i^n - v(S)$ :

1.  $\gamma(\{R, B, U\}) = \gamma(\{P\}) = \gamma(\{S\}) = \gamma(\{Li\}) = \gamma(\{La\}) = 0$ ;
2.  $\gamma(\{R, U\}) = \gamma(\{B\}) = 2$ ;      3.  $\gamma(\{R, B, P, S\}) = \gamma(\{U\}) = 4$ ;      4.  $\gamma(\{B, U\}) = 6$ ;
5.  $\gamma(\{R, B, P\}) = 7$ ;      6.  $\gamma(\{R, P, Li, La\}) = 9$ ;      7.  $\gamma(\{R\}) = 37$

Наконец, если вся прибыль приписана России, то ни одна из подкоалиций не может наложить вето на такое распределение прибыли, потому что Россия – необходимый игрок, таким образом,  $\psi_R^c \in [89, 100]$ .

которой ядро имеет очень широкие границы. В составной игре разница между нуклеолусом, который совпадает со средним значением для ядра, и вектором Шепли составляет почти 13 процентных пунктов. Разница почти такая же для остальных игр. Сила России отражает слабость Белоруссии и Украины, чьи индексы силы снижаются с 6.5 и 16.8 соответственно, если оценены с помощью вектора Шепли, и до 2.6 и 10.2 при оценке через нуклеолус. Таким образом выбор концепции решения оказывается очень важным для количественной оценки относительной силы игроков в цепочке поставок газа.

Ядро и нуклеолус сильно зависят от того, что могут получить коалиции  $\{R, U\}$  и  $\{R, B, P, S\}$ . Ни одна из коалиций не будет инвестировать в *Nord Stream* или в *Yamal 2*. В результате, оба проекта оказываются стратегически несущественными, если переговорная сила определяется с помощью ядра и нуклеолуса. Поскольку  $\{R, U\}$  инвестирует в *Upgrade*, а  $\{R, B, P, S\}$  - в *Bypass*, именно эти варианты, которые ранее не играли роли при оценке через вектор Шепли, теперь играют решающую роль.

## 5 Эмпирические наблюдения

### Гипотезы

В разделе 4 было показано, что теоретический анализ структуры сил существенно зависит от (i) весов, приписанных "близорукой" и "дальнозоркой" оценкам силы и (ii) выбора между нуклеолусом и вектором Шепли в качестве инструмента нахождения решения. По сравнению с этими факторами, предпосылки, касающиеся спроса и издержек поставки, имеют незначительное влияние на наш анализ. Перед сопоставлением результатов модели с эмпирическими данными необходимо обсудить еще один вопрос.

В средствах массовой информации часто обсуждается, что Россия предоставляет благоприятные условия по сделкам по газу для достижения политических целей. По нашему мнению, такие заявления весьма преувеличены, по крайней мере по отношению к Украине и Белоруссии, рассмотрением которых мы ограничиваемся. К 2001/2 администрация Владимира Путина заняла более разумную позицию по отношению к главным транзитным

государствам, основанную на учете прибыльности соглашений (сходные мнения представлены в Stern (2005), Bruce (2005)). Предыдущие попытки установить более тесные связи с соседями, в рамках СНГ или в двустороннем порядке, потерпели неудачу и не дали видимых результатов. В частности, планы по созданию валютного или даже политического союза с Белоруссией никогда не переходили за рамки простых заявлений. Стоит отметить, что в обратном направлении также наблюдалось мало движений. Ни режим Лукашенко в Минске, ни правительство Кучмы в Киеве не проявляли серьезных намерений к более тесному сотрудничеству с НАТО или ЕС, что могло бы вызвать множество протестов со стороны Москвы. Таким образом, в начале 2000-х годов мы не наблюдаем никаких политических уступок со стороны Украины или Белоруссии, которые могли бы принести России в тот период существенные экономические выгоды. В результате мы основываем наши эмпирические выводы на измеримых экономических выгодах. Мы тестируем следующие гипотезы.

1. Вектор Шепли обладает хорошей предсказательной силой для оценки структуры сил в Евроазиатской цепочке поставок газа.
2. Структура сил отражает как краткосрочную оценку, полученную при использовании существующих трубопроводов, так и долгосрочную оценку, основанную на возможности изменения системы поставок газа.
3. Транзитные пошлины и цены на импорт газа в Украине и Белоруссии отражают в большей степени экономическую структуру сил, нежели политическую ситуацию.

К сожалению, для строгих эмпирических выводов потребовались бы наблюдения мира, когда экспортные поставки в Западную Европу осуществляются и когда нет. Поскольку нам доступны только данные, описывающие первый случай, наши эмпирические результаты базируются на предположениях, которые имеют значительную долю субъективных оценок.

**Данные и оценки** Мы рассматриваем два типа экономических выгод, которые транзитные страны получают от своего стратегического положения в

транспортной сети. Первое – это прямые денежные либо бартерные платежи за транзитные услуги. Подобные транзитные пошлины не взимались бы в условиях отсутствия экспорта газа. Второй тип выгод – льготные условия для импорта газа для самих транзитных стран. Как описано в части 2, переговоры по поводу цен на импорт всегда переплетались с вопросами транзита. Возможно, что цены на импорт для транзитных стран включают скидки, которые связаны с их стратегическим положением в газовой системе. Эту дополнительную прибыль необходимо добавить к прямым сборам, чтобы получить полное значение выгоды. Для определения численного значения ценовой скидки, необходимо выбрать соответствующую базовую цену на импорт газа, уплачиваемую в случае отсутствия транзита газа. Часть выгод извлекается в денежной форме, часть – в натуральной. Для расчета индекса силы все выгоды должны быть соизмеримы. Поскольку газ, который Украина явным образом получает за свои транзитные услуги, составляет, несомненно, наибольшую долю в наших вычислениях, целесообразно перевести все цифры в газовый эквивалент, предполагая некую базовую цену. Формально мы рассчитываем долю Украины как  $(F_U + D_U)/(T + F_U + D_U + F_B + D_B - C)$ , где  $F$  – транзитные пошлины,  $D$  – выигрыш от ценовой скидки,  $T$  – объем транзита,  $C$  – затраты. Индексы соответствуют Украине и Беларуси.

Наши расчеты основаны на транзитных и газовых соглашениях 2001 и 2002 гг., а также данных о последующих изменениях, упомянутых в Bruce (2005) и Stern (2005). Соглашения определяют процесс погашения долга, который накопился еще с девяностых годов. В них также говорится о действиях по усилению контроля Газпрома над трубопроводом в транзитных странах, которые в итоге не были воплощены. Мы игнорируем последние два аспекта в нашем анализе.<sup>21</sup>

**Прямые компенсации.** Согласно соглашению 2001 г., Украина получала 25 млрд. куб. м газа в качестве явной компенсации за услуги транзита в период с 2001 по 2005гг. Для Белоруссии межгосударственное соглашение 2002 года устанавливало плату в 0.46\$/тыс.куб.м/100 км за транзит в Западную Европу

---

<sup>21</sup>В сущности, учитывая опыт неудавшихся попыток получить контроль над трубопроводом в Украине и Беларуси в девяностые года, мы предполагаем, что в смоделированном мире без экспортных поставок газа через Украину и Белоруссию, Газпром не предоставил бы заранее ценовые скидки за обещание получить контроль в дальнейшем.

Таблица 5: Оценка распределения прибылей в 2001/2гг.

	прямые платы за транзит		вкл. скидки на импортируемый газ	
	низкая цена	высокая цена	низкая цена	высокая цена
	<i>абсолютная прибыль в пересчете на газ [млрд.куб.м]</i>			
Украина	25.0	25.0	25.0	35.0
Белоруссия	1.8	1.2	5.9	7.4
	<i>относительная доля в общем объеме газа [%]<sup>а</sup></i>			
	без учета затрат			
Украина	13.9	14.0	13.6	17.9
Белоруссия	1.4	1.0	4.5	5.2
	средние затраты (стоят 1/5 газа)			
Украина	17.4	17.5	17.0	22.4
Белоруссия	1.8	1.2	5.7	6.5
	высокие затраты (стоят 1/3 газа)			
Украина	20.9	21.0	20.4	26.9
Белоруссия	2.1	1.4	6.8	7.8

<sup>а</sup>Суммарный объем, полученный при добавлении прибыли в газовом эквиваленте к базовому количеству, которое составляет 153 млрд.куб.м в год для Украины и 100 млрд.куб.м для Белоруссии.

через Yamal и 0.53\$/тыс.куб.м/100 км за транзит в Польшу через Northern Lights (Yafimava & Stern (2007)). Учитывая средний объем экспорта в 18 млрд.куб.м и 8 млрд.куб.м соответственно, при протяженности трубопровода по территории Белоруссии 575 км, мы оцениваем годовой доход Белоруссии примерно как \$ 72 млн., ниже мы переведем это значение в газовый эквивалент.

**Ценовые скидки.** В качестве возможной базовой цены мы рассматриваем 2 варианта. Нижняя граница задается ценой, которую Итера и другие независимые поставщики назначали в 2001 примерно на уровне в 40\$/тыс.куб.м. Данное значение, вероятно, слишком низкое, поскольку газ от независимых российских компаний или из Центральной Азии был дешевле. Это было вызвано тем, что Газпром препятствовал продажам газа в любые другие страны, кроме некоторых стран СНГ. Мы принимаем 60\$/тыс. куб. м как верхнюю границу для базовой цены в 2001 году. Мы не рассматриваем европейские

цены как подходящий эталон, поскольку они индексированны в соответствии с долгосрочными контрактами и в большой степени отражают недавний скачок в ценах на нефть. Маловероятно, чтобы Украина и Белоруссия согласились на европейские цены в условиях отсутствия экспорта газа. Например, Литва и Латвия заплатили Газпрому 50\$/тыс.куб.м в конце 2001, что больше, чем Украина и Беларусь, - но значительно ниже, чем европейские цены 100–120\$/тыс.куб.м.

По соглашению 2001 Украина получила 30 млрд.куб.м и доступ к российскому трубопроводу для транспортировки этого газа из Центральной Азии, уплачивая при этом нижнюю границу базовой цены. Для нижней границы мы не учитываем ценовую скидку для Украины. Однако для верхней границы в 60\$/млрд.куб.м мы получаем денежный выигрыш в размере \$ 600 млн. ( $20\$/тыс.куб.м \times 30 \text{ млрд.куб.м}$ ), что дает газовый эквивалент в 10 млрд.куб.м.

Белоруссия, согласно договору 2002 года, получала 10.3 млрд.куб.м по цене внутреннего рынка России. Установленная на уровне примерно в 24\$/тыс.куб.м, внутренняя цена подразумевала значительную скидку по сравнению с ценой Итеры и ценами других независимых поставщиков, устанавливаемых за поставки в страны СНГ.<sup>22</sup> Даже для низкой границы базовой цены выгоды составили 4.1 млрд.куб.м в газовом эквиваленте, которые должны быть прибавлены к 1.8 млрд.куб.м сборов за прямой транзит в газовом эквиваленте (\$ 72 млн.куб.м). Для верхней границы базовой цены в 60\$/тыс.куб.м эквивалент ценовой скидки увеличивается до 6.2 млрд.куб.м, но мы получаем более низкий газовый эквивалент в размере 1.2 млрд.куб.м в качестве денежных сборов за транзит. Результаты представлены в верхней части таблицы 5.

**Доли.** Далее мы соотносим выгоды с общим объемом газа, который состоит из объема экспорта и газа, использованного в качестве компенсации за транзит. В течение 2001-2005гг. средний объем общего транзита через Беларусь и Украину достиг 153 млрд.куб.м (Stern (2005)). Эта цифра включает экспорт в Восточную Европу и больше, чем экспорт в Западную Европу, на основе которого построена

---

<sup>22</sup>В дальнейшем цена внутреннего рынка России увеличивалась стабильными темпами, однако цена независимых поставщиков росла еще большими темпами. Так к 2003 цены были ближе к отметке в 30\$/тыс.куб.м и 50\$/тыс.куб.м соответственно (Stern (2005)).

теоретическая модель. Поскольку мы не можем определить компенсацию, которую Украина получала за транзит в такие страны, как Румыния, Болгария, мы используем эту цифру как базу для сравнения. Для Белоруссии мы используем данные о транзите в Западную Европу, включая Польшу, и получаем 100 млрд.куб.м. В обоих случаях мы добавляем газовый эквивалент к выгодам, чтобы получить общее количество газа, который должен быть распределен. Заметим, что последнее зависит от базовой цены, использованной для перевода денежных выгод в газовый эквивалент.

На последнем этапе мы рассчитываем затраты на поставку газа в Европу, которые ложатся исключительно на Россию. Напомним, что доля газа используется на компрессорных станциях. В зависимости от расстояния и трубопровода объем потерь варьируется от 10 до 15% от объема поставленного газа. Измерение и перевод прочих операционных затрат в газовый эквивалент затруднителен. Мы делаем предположение и рассматриваем два варианта долей с учетом перевода в газовый эквивалент: одну пятую и одну треть. Результаты представлены в нижней части таблицы 5.

Для оценки распределяемого излишка из эмпирических данных требуется как субъективная оценка, так и калибровка теоретической модели. Если исходная цена или затраты России увеличиваются, то оцененные доли двух транзитных стран также увеличиваются. Как наиболее правдоподобное предположение мы выбираем средний вариант издержек. Это приводит нас к оценке доли для Украины в интервале 17.0 – 22.4 в зависимости от базовой цены. Для Белоруссии мы получаем разброс 5.7 – 6.5, из которого более чем одна треть может быть отнесена к прямым платежам за транзит, а остальное – к ценовым скидкам.

### **Сопоставление с теоретическими результатами**

Чтобы облегчить понимание этих утверждений, мы изобразили индексы силы на рисунке 2. Светло-серые области показывают максимальные промежутки наших эмпирических оценок. Нижние границы получены для сценария с нулевыми затратами и низкой ценой из таблицы 5, верхняя граница рассчитана для сценария с высокими затратами и высокой ценой. Темно-серые области представляют собой то, что мы рассматриваем как наиболее приемлемые



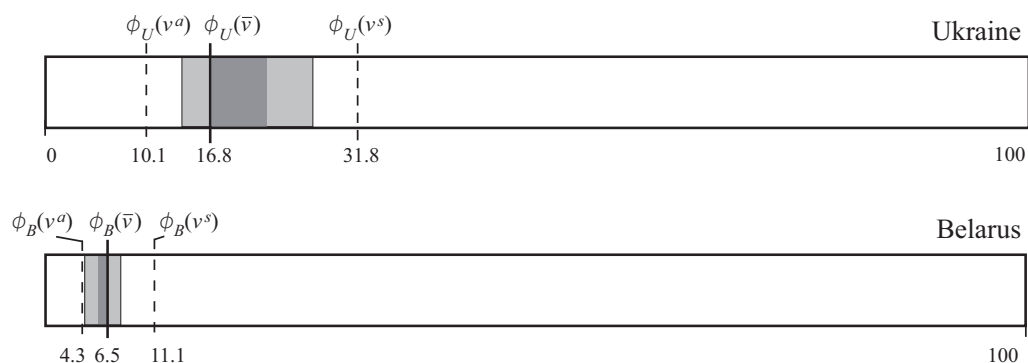
эмпирические оценки.

Для тестирования гипотезы мы сначала сравниваем эмпирические значения с интервалом, оцененным с помощью вектора Шепли в "близорукой" и "дальнозоркой" играх:  $\phi(v^a)$  и  $\phi(v^s)$  соответственно. Для Украины они составляют 10.1 и 31.8 (см. таблицу 2). Согласно рисунку 2 (или в сравнении с таблицей 5) наша эмпирическая оценка попадает как раз между этими границами. Другими словами, даже критические значения силы Украины могут быть объяснены с помощью вектора Шепли в составной игре, определяемой как взвешенная комбинация игр "статус-кво" и "все варианты". В случае Белоруссии индекс силы составляет 4.3 и 11.1. Вновь наши эмпирические оценки в промежутке 5.7 - 6.5 лежат внутри этих границ.

Для более определенного результата мы проанализируем, соответствует ли вектор Шепли  $\phi(\bar{v})$  составной игры, найденный на основе грубой эвристики для взвешенных предельных значений, эмпирическим оценкам. В базовом варианте (см. таблицу 3) индекс сил, рассчитанный по вектору Шепли, имеет значения 6.5 и 16.8 для Белоруссии и Украины соответственно. Как показано на рисунке 2, оба значения находятся внутри соответствующих эмпирических интервалов. Однако в случае Украины теоретические значения близки к нижней границе интервала, который мы рассматриваем как наиболее правдоподобную эмпирическую оценку силы, а в случае Белоруссии – к верхней границе. Другими словами, Украина имеет более сильную позицию в действительности, чем в нашей основной теоретической модели, и обратное верно для Белоруссии.

Мы предполагаем две причины данного незначительного расхождения. Первая причина связана с калибровкой теоретической модели. Мы предполагали, что *Yamal 1* будет работать с планируемой мощностью 28 млрд.куб.м. Трубопровод был введен в действие в 1998, но из-за медленного монтажа компрессоров он достиг полной мощности только в 2006. В 2001/2, когда были заключены сделки, на основе которых мы рассчитали эмпирические значения, мощность составляла только 18 - 20 млрд.куб.м. По этой причине наша теоретическая модель немного смещена в сторону недооценки силы Украины и переоценки силы Белоруссии. Вторая причина связана с предпосылками относительно экспорта газа в Западную Европу. Экспорт газа на данную территорию может быть осуществлен через все возможные трубопроводы, которые мы рассматриваем.

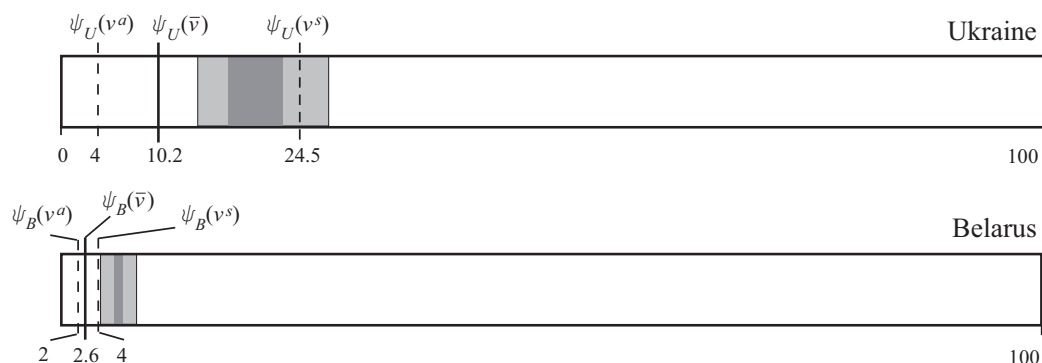
Рис. 2: Эмпирические оценки и теоретические предсказания по Шепли.



Однако страны Западной Европы экспортируют только 2/3 от объема газа, идущего по этой сети. Остальное идет в юго-восточные страны такие, как Венгрия, Сербия, Румыния и Болгария. При поставках газа в этот регион намного сложнее обойти стороной южный сектор системы, проходящий через Украину. В результате, наша теоретическая модель вновь недооценивает силу Украины, а следовательно, переоценивает силу других игроков. Принимая во внимание недостатки нашей теоретической модели, можно сделать вывод о том, что вектор Шепли в составной игре предоставляет неожиданно хорошие предсказания того, что мы определяли как наиболее приемлемые эмпирические оценки силы стран в Евразийской системе поставок газа.

Как было показано на рисунке 3, теоретические оценки сил, основанные на нуклеолусе, обычно недооценивают доли Белоруссии и Украины. В случае Белоруссии интервал, отражающий игры "все варианты" и "статус-кво", находится ниже минимальной границы наших эмпирических оценок. Для Украины только оценки в игре "статус-кво" соответствуют эмпирическим значениям. Оценка нуклеолуса может быть изменена, если отбросить второй пункт гипотезы и предположить, что игроки в Евразийской цепочке газовых поставок используют очень "близорукую" оценку переговорной силы. Соглашения 2001/2 годов были созданы таким образом, чтобы ограничить потоки в существующей системе. Напротив события, произошедшие в последние годы, не подтверждают того, что угрозы по ограничению потоков

Рис. 3: Эмпирические доли и теоретические предсказания на основе нуклеолус.



играли существенную роль. Переговоры концентрировались на инвестициях в альтернативные трубопроводы (например, *Yamal* или *Bypass*) или обновление существующих сетей (например, *Upgrade*).

В заключение, мы рассмотрим ядро, чтобы проанализировать стабильность кооперации. Сравнивая значения из таблиц 4 и 5, легко выявить, что наши эмпирические оценки велики, чтобы оказаться в ядре композитной игры. Ядро приписывает максимум 20 – Украине и 5 – Белоруссии, что оставляет большую часть, а в случае Белоруссии – практически все, за пределами приемлемого интервала. Это может объяснить, почему Россия, Украина и Белоруссия потерпели неудачу в установлении долгосрочного соглашения в вопросах транзита газа в прошлом. Доли Украины и Белоруссии слишком велики, чтобы быть достигнутыми в рамках стабильного долгосрочного соглашения. В то же время все эмпирические оценки лежат в ядре игры "стату-кво", для которой верхние границы составляют 49 и 8 для Украины и Белоруссии соответственно. Это может объяснить, почему России не удалось существенно изменить транзитные соглашения во время кризисов в начале 2004 года (с Белоруссией) и в начале 2006 (с Украиной). Ни одна из коалиций не может односторонне увеличить свою текущую долю прибыли посредством использования краткосрочных возможностей по ограничению потоков газа в существующей системе. Конкретное соотношение эмпирических долей и ядра может объяснить, почему долгосрочное сотрудничество потерпело неудачу, в

то время как краткосрочная кооперация не распадалась достаточно долгое время, в течение которого западные потребители могли бы пострадать. Данный анализ дает основание полагать, что Россия, применив силу во время кризисов 2005 и 2006 гг., разрушила свою центральную позицию, совершив тем самым стратегическую ошибку. В интересах России вести переговоры с транзитными государствами с учетом долгосрочной инвестиционной политики.

## 6 Заключение

В данной статье была использована кооперативная теория игр для анализа структуры сил в цепочке поставок газа. Анализ имеет четыре основных ограничения. Во-первых, мы не рассматриваем вопросы, связанные с неполнотой контрактов, возможностью исполнять договорные обязательства и стратегические инвестиции. Когда мы рассчитываем значения характеристической функции, мы предполагаем, что коалиции инвестируют, максимизируя совместную прибыль. В ситуации, когда стороны не могут быть принуждены исполнять долгосрочные контракты, члены коалиций могут отказаться от своих обязательств. Принимая во внимание, что инвестиционные затраты необратимы, игроки будут ожидать пересмотра контрактов и выбирать инвестиции, которые улучшили бы их переговорную позицию. Hubert & Ikonnikova (2004) предложили и откалибровали модель двухстадийной игры для анализа неполных контрактов и стратегических искажения инвестиций.

Во-вторых, эвристика, использованная для балансировки краткосрочной и долгосрочной оценок силы, весьма груба и не учитывает полноту стратегических взаимодействий в динамичном мире, где игроки могут достичь кооперации даже если контракты неполны. Hubert & Suleymanova (2006) анализируют сеть трубопроводов, рассматривая последовательность игр, где игроки на каждом шаге делят доход от совершенных ранее инвестиций и возможно инвестируют в дополнительные мощности, которые будут доступны с некоторой задержкой.

В-третьих, мы анализируем сеть трубопроводов, значительно ограниченную географически. Так, необходимо включить в рассмотрение расширение сети в направлении Восточной и Юговосточной Европы, как например, наземный трубопровод вдоль Черного моря и его морские альтернативы: Blue Stream и

South Stream. Хотя при таком подходе значительно увеличится региональный разброс, подход к анализу останется, по существу, тем же. Однако, включение в рассмотрение Туркменистана и Ирана как дополнительных производителей и новых вариантов трубопроводов, как например, через Каспийское море или Nabucco (через Иран и Турцию), потребует значительных изменений в моделировании. Если существует возможность организации конкурирующих сетей поставок, игра больше не может быть представлена в форме характеристической функции. В случае, когда выигрыш одной коалиции может зависеть от того, сформирована ли конкурирующая коалиция, игра должна быть представлена в форме функции разбиения (partition function). Существует ряд решений для игр в форме функции разбиения, но не одно из них не является одцепринятым. Ikonnikova (2007) проводит анализ подобной ситуации с использованием решения, предложенного Maskin (2003).

## 7 Литература

- Asche, Frank & Osmundsen, Petter & Tveteras, Regnar (2000), European market integration for gas? Volume flexibility and political risk, *Energy Economics* 24, 249-265
- Billera, L.J. & Heath, D.C. & Rannan, J. (1978), Internal Telephone Billing Rates: A Novel Application of Nonatomic Game Theory, *Operations Research*, vol. 26, pp. 956–965
- Bolton, Patrick & Scharfstein, David S. (1996), Optimal Debt Structure and the Number of Creditors, *Journal of Political Economy*, vol. 104(1), pp. 1–25
- British Petroleum (2002), *Statistical Review of World Energy*
- British Petroleum (2006), *Quantifying Energy*, *Statistical Review of World Energy*
- Bruce, Chlöe (2005), Fraternal Friction or Fraternal Fiction? The Gas Factor in Russian-Belarusian Relations, *Oxford Institute for Energy Studies*, NG 8
- Dinar, Ariel & Ratner, Aharon & Yaron, Dan (1992), Evaluating Cooperative Game Theory in Water Resources, *Theory and Decision*, Volume 32, Number 1 / January, pp. 1-20
- Engevall, Stefan & Göthe-Lundgren, Maud & Värbrand, Peter (1998), The travelling salesman game: An application of cost allocation in a gas and oil company, *Annals of Operations Research* 82(1998) pp. 453–471
- Evans, Robert A. (1996) Value, Consistency, and Random Coalition Formation, *Games and Economic Behavior*, Vol 12, 68-80
- Gardener, Roy (1984) Power and Taxes in a One-Party State: The USSR, 1925-1929, *International Economic Review*, vol 25(3) 743 - 755
- Gow, S.H. & Thomas, L.C. (1998), Interchange Fees for Bank ATM Networks, *Naval Research Logistics*, Vol. 45 (1998)
- Grais, Wafik & Zheng, Kangbin (1996), Strategic interdependence in European east-west gas trade: a hierarchical Stackelberg game approach, *The Energy Journal* Vol. 17(3).
- Gul, Faruk (1989), Bargaining foundations of Shapley value, *Econometrica*, Vol. 57, 81-95
- Hirschhausen, Christian von & Meinhart, Berit & Pavel, Ferdinand (2005), Transporting Russian Gas to Western Europe: A simulation Analysis, *Energy Journal*, vol26 (2), p 49-67
- Hubert, Franz & Svetlana Ikonnikova (2004), Hold-Up, Multilateral Bargaining, and Strategic Investment: The Eurasian Supply Chain for Natural Gas, *Humboldt University Berlin*, Discussion paper
- Hubert, Franz & Irina Suleymanova (2006) Strategic Investment in International Gas-Transport Systems: A Dynamic Analysis of the Hold-Up Problem, *Humboldt University Berlin*, Discussion paper

- Ikonnikova, Svetlana (2007) Multilateral Bargaining and Strategic Investments in the Eurasian Gas Supply Network, doctoral thesis submitted to the Humboldt University Berlin
- Inderst, Roman & Wey, Christian (2003), Bargaining, Mergers, and Technology Choice in Bilaterally Oligopolistic Industries, RAND Journal of Economics, Vol. 34, No. 1
- International Energy Agency (1994), Natural gas transportation. Organization and regulation
- International Energy Agency, Report (2003), Russian Energy Developments and IEA Cooperation since the Russia Energy Survey 2002
- Littlechild, S. C.; Thompson, G. F. (1977) Aircraft Landing Fees: A Game Theoretic Approach, The Bell Journal, vol 8(1), 186 - 204.
- Littlechild, S. C.; Owen, G. (1973) A Simple Expression for the Shapley Value in a Special Case, Management Science, vol 20(3), 370 - 372.
- Maskin, Eric (2003), Bargaining, Coalitions, and Externalities. mimeo
- Myerson, R.B. (1980), Conference structures and fair allocation rules, Int. Journal of Game Theory, Vol. 9, Issue 3, pp.169-182
- Observatoire Mediterraneen de L'Energie (2002), Assessment of internal and external gas supply options for the EU, Executive Summary
- Oil, gas and coal supply outlook (1995), edition of the World Energy Outlook
- Parsons, John E. (1989) Estimating the Strategic Value of Long-Term Forward Purchase Contracts Using Auction Models, The Journal of Finance, vol XLIV (4), 981-1010
- Pindyck, Roberts S. (1979) The structure of World Energy Demand, MIT Press
- Selten, R. (1987), Equity and Coalition Bargaining in Experimental Three-person Games. In Roth, A.E. (Ed.), Laboratory Experimentation in Economics — Six Points of View, Cambridge University Press, pp. 42-98
- Shapley, L.S. (1953), A Value for N-Person Games, Annals of Mathematics Study, No. 28, 307-17
- Shapley, L.S. Shubik, M. (1954), A Method for Evaluating the Distribution of Power in a Committee System, The American Political Science Review, vol 48 (3), 787-792
- Shubik, M. (1962) Incentives, Decentralized Control, the Assignment of Joint Cost and Internal Pricing, Management Science, vol 8, 325-343
- Schmeidler, D. (1969) The Nucleolus of a Characteristic Function Game, SIAM Journal of Applied Mathematics, vol 17(6), 1163-1170
- Stern, Jonathan P (1995), The Russian gas bubble, The Royal Institute of International Affairs.

- Stern, Jonathan P (1999), Soviet and Russian gas: The origins and evolution of Gazprom's export strategy, in: Mabro, Robert & Wybrew-Bond, Ian (ed.), *Gas to Europe. The strategies of four major suppliers*, Oxford University Press
- Stern, Jonathan P (2005), *The future of Russian gas and Gazprom*, Oxford University Press
- Stern, Jonathan P (2006), *The Russian Ukrainian gas crisis of January 2006*, Oxford Institute for Energy Studies
- Stole, Lars & Zwiebel, Jeff (1996a), Intra-firm bargaining under non-binding contracts, *Review of Economic Studies*, Vol. 63(3).
- Stole, Lars & Zwiebel, Jeff (1996b), Organizational design and technology choice under intra-firm bargaining, *American Economic Review* 86, 195-222.
- Suzuki, M. & Nakayama, M. (1976) The Cost Assignment of Cooperative Water Resource Development — A Game Theoretic Approach, *Management Science*, vol. 22, pp. 1081–1086
- Yafima, Katja; Stern, Jonathan P (2007), *The 2007 Russia-Belarus Gas Agreement*, Oxford Institute for Energy Studies
- Young, H. Peyton (1985) Monotonic Solutions of Cooperative Games, *International Journal of Game Theory*, vol 14(2), 65-72
- Young, H. Peyton (1985) Producer Incentives in Cost Allocation, *Econometrica*, vol 53(4), 757-765
- Zingales, Luigi (1994), The value of the voting right: a study of the Milan Stock Exchange experience, *The Review of Financial Studies*, Vol 7, pp. 125-148
- Zwiebel, Jeffrey (1995), Block Investment and Partial Benefits of Corporate Control, *The Review of Economic Studies*, Vol. 62, No. 2. (Apr., 1995), pp. 161-185



## 8 Приложение

### Издержки на транспортировку

Общие издержки на транспортировку газа могут быть разложены на две составляющие: капитальные издержки и операционные издержки, последние подразумевают затраты на обслуживание трубопроводов и их поддержание и энергетические затраты. Каждая компонента общих издержек оценивается отдельно для каждого трубопровода, чтобы отразить реальную разницу в транспортных издержках.

Для существующих трубопроводов (*South*, *Yamal 1*) капитальные издержки уже необратимы и могут быть опущены в анализе. Что же касается новых проектов, то для одних, например, *Nord Stream* и *Yamal 2*, имеется значительный разброс в опубликованных оценках затрат, для других же, таких как *Baltic*, опубликованных данных нет.<sup>23</sup> Поэтому мы дополняем имеющиеся данные собственными оценками. Предполагаемые затраты на трубы, компрессоры и подготовку участка, рассчитаны для ситуации в 2000г.<sup>24</sup> В каждом случае мы оцениваем затраты по установке мощностей для заверченного трубопровода, начинающегося с основного узла российской системы и заканчивающегося у границ Западной Европы.<sup>25</sup>

У новых трубопроводов капитальные издержки примерно пропорциональны расстоянию, но при этом имеется несколько видов экономии от масштаба. Некоторые из этих видов относятся к самому трубопроводу, другие возникают, если при прокладке используется тот же путь. Мощность трубопровода растет с увеличением диаметра трубы и выдерживаемого давления. При одном и том же давлении стоимость единицы мощности трубопровода уменьшается с диаметром. Экономия от масштаба для мощности спадает после мощности в 20

---

<sup>23</sup>Открытая информация по инвестиционным затратам и ценам обычно представлена в \$ или € и порой сложно определить, к какому времени относятся представленные значения. Калибровка модели отражает ситуацию между 1.1.1999 и 31.12.2001, когда курс \$/€ варьировался от 0.83 до 1.24 со средним значением  $1.04 \approx 1$ .

<sup>24</sup>Мы благодарны инженерам компании Wintershall AG за полезные комментарии касательно наших расчетов.

<sup>25</sup>Мы не рассматриваем инвестиции, которые могут быть необходимы для установки соединений внутри Западной Европы, расширения Торжок–Елец, соединений и трубопроводов дальше на Восток. В результате, мы можем недооценить издержки по замене больших существующих мощностей системы *South*.

млрд.куб.м, хотя эффект несколько меньше для морских трубопроводов.<sup>26</sup> Для простоты мы рассчитываем издержки для значительного увеличения мощностей и предполагаем, что полученная величина издержек на единицу мощности остается постоянной для рассматриваемого интервала значений. Поскольку полученные значения инвестиций выбранных коалициями достаточно велики подобное упрощение не играет значительной роли. Еще один фактор, влияющий на величину издержек – местность, по которой проходит трубопровод. Некоторых затрат на подготовку местности, таких как например, строительство дополнительных дорог, можно избежать, если прокладка нового трубопровода проходит вдоль уже существующего маршрута. В этом случае так же можно использовать уже установленные резервные мощности компрессоров. Все вместе это ведет к так называемой экономии от масштаба связанной с маршрутом. Требуется около 3 лет, прежде чем трубопровод, проходящий по новому маршруту, сможет войти в эксплуатацию, чтобы отразить это, мы увеличиваем инвестиционные затраты на 15%.

Значения в первой колонке таблицы 6 показывают, что капитальные издержки значительно варьируются для представленных инвестиционных проектов. Для *South* и *Yamal 1* капитальные издержки уже необратимы, для других проектов, например, *Upgrade*, *Bypass* и *Baltic* капитальные издержки малы, поскольку при строительстве этих трубопроводов используется уже существующая инфраструктура. Во второй колонке таблицы 6 даны значения максимальной мощности для представленного уровня издержек. Поскольку значения всех параметров выражены в единицах в год, мы пересчитываем капитальные затраты для каждого проекта, чтобы получить значение в год. Мы используем для пересчета следующую формулу  $C_i = r \cdot I_i / (1 - (1 + r)^{-T})$ , где  $I_i$  – исходная величина инвестиций,  $T = 25$  – ожидаемый срок работы оборудования и  $r = 0.15$  – ставка процента для реальных инвестиций в газовой отрасли, соответствующая уровню рентабельности установленному в отрасли.

Издержки на обслуживание и поддержание трубопровода –  $m_i$ , рассчитаны пропорционально расстоянию и количеству транспортируемого газа. Мы предполагаем  $m_i = 0.1$  \$/тыс.куб.м/100км для всех трубопроводов кроме морского *Nord Stream*, для которого мы берем удвоенное значение. При прокачке газа через трубу, компрессоры расходуют некоторое количество газа  $g$ . Мы считаем  $g = 0.25$  %/100км для всех трубопроводов кроме *South*,

<sup>26</sup>Дополнительная информация может быть найдена в Oil, Gas and Coal Supply Outlook (1994) и International Energy Agency (1994).

Таблица 6: Пути транспортировки для российского газа.

проект	капитальные затраты [\$/тыс.куб.м]	максимум мощности [млрд.куб.м]	длина [100км]	газ для компрессора [%/100км]	обслуживание и поддержание [\$/тыс.куб.м/100км]
<i>South</i>	необр.	70	20	0.50	0.1
	Устаревшая система на юге находится в плохом состоянии. Учитываются только мощности, используемые для экспорта газа через Чешскую республику в Западную Европу. Высокие энергетические затраты обусловлены изношенностью компрессоров.				
<i>Upgrade</i>	50	15	20	0.25	0.1
	Починка и замена старых компрессорных станций при использовании уже имеющихся трубопроводов <i>South</i> .				
	102	$\infty$	20	0.25	0.1
	Увеличение мощности <i>South</i> в дополнение к модернизации путем установки дополнительных труб и компрессорных станций.				
<i>Yamal 1</i>	необр.	28	16	0.25	0.1
	Трубопровод от Торжка в Германию, в действии с 1998.				
<i>Yamal 2</i>	99	$\infty$	16	0.25	0.1
	Новый трубопровод, параллельный <i>Yamal 1</i> , некоторые приготовления уже сделаны.				
<i>Bypass</i>	77	70	16	0.25	0.1
	Трубопровод от Торжка в Velke Karupany (Чехия), замещает <i>South</i> , используя мощности на западе Словакии.				
<i>Baltic</i>	58	28	16	0.25	0.1
	Новый трубопровод замещает часть <i>Yamal 1</i> в Белоруссии.				
	99	$\infty$	16	0.25	0.1
	Новый трубопровод от Торжка до Германии, сходен с <i>Yamal 2</i> , но идет в обход Белоруссии.				
<i>Nord Stream</i>	215	$\infty$	16	0.50	0.2
	Новый трубопровод от Greifswald (Германия) — Выборг (Россия) 1200 км по морю и 400 км по суше до Торжка. Имеет высокие операционные издержки из-за наличия части, проходящей по морю, и высокие энергетические затраты из-за высокого давления в трубе.				

компрессоры которого устарели и изношены, и *Nord Stream*, где используется высокое давление для морской секции трубопровода. Поскольку  $g$  фактически постоянная для всех трубопроводов на всем протяжении, мы рассчитываем предельные издержки поставки газа через определенный трубопровод  $i$  согласно следующей формуле:  $mc_i(x, y) = mc_0(x) e^{g_i \cdot y} + (e^{g_i \cdot y} - 1)(c_i + m_i)/g_i$ , где  $y$  - расстояние от источника,  $c_i = C_i/y_i$  - капитальные издержки, деленные на общую протяженность трубопровода  $i$ , и  $mc_0$  предельная стоимость газа у источника, т.е. производственные издержки.<sup>27</sup> Заметим, что параметры  $m_i$ ,  $c_i$  и  $g_i$  относятся к определенному трубопроводу, при этом  $x$  относится к суммарному количеству транспортируемого газа. Основное объем газа, поставляемый в Западную Европу, добывается в Западной Сибири, южный маршрут через Украину покрывает большее расстояние, чем другие трубопроводы, что приводит к увеличению операционных издержек.

### Спрос и производственные издержки

К сожалению, для калибровки модели у нас мало достоверных и доступных данных касательно спроса и стоимости производства газа. Объем поставок газа определяется небольшим набором долгосрочных контрактов, детали которых не разглашаются. Опубликованная информация по поводу цен на импорт часто значительно расходится в значениях и, в большей части, отражает движение цен на нефть, на которые индексируются контракты. Таким образом, данных о спросе мало. Текущее производство, включая транспортировку газа от поля до основного магистрального трубопровода, соединяющего Западную Россию (Торжок) с восточной Украиной, зависит от необратимых инвестиций в разработку газоносных полей и трубопроводы. Чем выше добыча, тем быстрее иссякают разработанные месторождения и тем скорее надо начинать разработку новых полей. Следственно, ресурсная стоимость российского газа зависит от имеющихся резервов и стоимости разработки новых месторождений. Оценка и того и другого может быть сделана только со значительной погрешностью.

Ввиду недостатка надежных данных калибровка функций спроса и предложения основана на нескольких общих предположениях. Для простоты

<sup>27</sup>Чтобы вывести данную формулу, выразим как изменятся издержки при увеличении протяженности трубопровода на  $\Delta y$ :  $mc(y + \Delta y) - mc(y) = [(c + m) + g \cdot mc(y)] \cdot \Delta y$ . Разделим на  $\Delta y$ , возьмем предел и решим дифференциальное уравнение, в результате мы получим выражение данное в тексте.

мы принимаем, что функция спроса и производственных издержек линейны и не зависят от транспортного маршрута. Последнее требует наличия достаточно большой мощности трубопровода в направлении север-юг в Германии, так чтобы различие в ценах по регионам было несущественным. Необходимо также, чтобы различие в переменных транспортных издержках между Торжком и Украинской границей было небольшим. Такие предположения позволяют нам говорить о спросе в "Западной Европе" и о "российском газе" без дальнейшего различия по регионам.

Параметры функций были выбраны таким образом, чтобы мощности трубопроводов *South* и *Yamal 1* были достаточными для главной коалиции, с учетом затрат определенных для остальных инвестиционных проектов. В начале нынешнего десятилетия, большинство экспертов ожидали постепенного увеличения спроса. В это время строительство *Yamal 1* развивалось весьма медленно, поскольку установленная мощность 28 млрд.куб.м превышала имеющийся спрос. Согласно данным ВР (2006) средняя цена, по которой покупали газ западноевропейские импортеры, была 125\$/тыс.куб.м. Эта цена близка к значению 115\$/тыс.куб.м, которое Stern (2005) получает из величины чистой прибыли (после налогов) основываясь на данных о доходах Газпрома. В тоже время IEA (2003) приводит гораздо более низкие цифры - 100\$/тыс.куб.м. Что касается наклона кривой спроса, то мы предполагаем, что прямая довольно плоская. В краткосрочной перспективе Россия связана долгосрочными контрактами и не может поднимать экспортные цены, даже если один из транспортных маршрутов стал недоступен. В долгосрочной перспективе Россия конкурирует с другими Европейскими поставщиками, например, Алжиром, Норвегией и экспортерами СПГ (сжиженный природный газ).

Что касается эластичности спроса, то несколько устаревшие данные представленные в (Pindyck (1979)) дают интервал 1.5 - 2. Учитывая контрактную структуру и конкуренцию между поставщиками, базовые параметры обратной функции спроса: пересечение - 160\$/тыс.куб.м и наклон  $-0.33$ . Это дает эластичность около 4 в точке максимизации прибыли. Для предельных производственных издержек мы оцениваем пересечение как 11\$/тыс.куб.м, принимая во внимание низкие издержки для старых месторождений, таких как Уренгой и Заполярное, затраты на разработку которых уже необратимы. При таком низком начальном значении необходим достаточно большой наклон, чтобы объем поставляемый по *South* и *Yamal 1* были оптимальными. Такой крутой наклон может

быть объяснен ожидаемыми высокими затратами на разработку Ямальского и Штокманского месторождений.<sup>28</sup> Подводя итог, наш базовый вариант  $p(x) = 160[\$/\text{тыс.куб.м}] - 0.33[\$/\text{млн.куб.м}] \cdot x[\text{млрд.куб.м}]$  и  $mc_0(x) = 11[\$/\text{тыс.куб.м}] + 0.8[\$/\text{млн.куб.м}] \cdot x[\text{млрд.куб.м}]$ , дает приемлимые значения цены и эластичности при наблюдаемых объемах продаж, которые оптимальны при наших предположениях о капитальных и транспортных издержках.

---

<sup>28</sup>Более подробная информация о долгосрочной перспективе производства российского газа представлена в Stern (1995) и Observatoire Mediterranéen de L'Energie (2002).