УДК 519.833.2

Олигопольные взаимодействующие рынки*

В.И. Зоркальцев, М.А. Киселева

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, ул. Лермонтова, 130, Иркутск, 664033

E-mails: zork@isem.sei.irk.ru (Зоркальцев В.И.), marinee@mail.ru (Киселева М.А.)

Зоркальцев В.И., Киселева М.А. Олигопольные взаимодействующие рынки // Сиб. журн. вычисл. математики / РАН. Сиб. отд-ние.—Новосибирск, 2015.—Т. 18, № 4.—С. 361–368.

Рассматривается модель функционирования нескольких взаимодействующих рынков Курно. Рынки названы взаимодействующими, поскольку на каждом из них действует один и тот же состав продавцов. Каждый из них выбирает объемы поставок своей продукции на разные рынки, исходя из складывающихся на них ценовых ситуаций, своих затрат и своих ограничений на используемые технологии по производству и поставкам продукции. Доказано, что в случае линейных функций спроса на всех рынках проблема поиска равновесия на взаимодействующих рынках Курно является “потенциальной игрой”, т. е. равносильна некоторой задаче математического программирования. Обсуждаются возможности такого представления проблемы формирования равновесия при нелинейных функциях спроса с использованием процедур их линеаризации, преимущества представления проблемы в виде потенциальной игры.

DOI: 10.15372/SJNM20150402

Ключевые слова: *модель Курно, равновесие Нэша, потенциальная игра.*

Zorkaltsev V.I., Kiseleva M.A. Oligopolistic interacting markets // Siberian J. Num. Math. / Sib. Branch of Russ. Acad. of Sci.—Novosibirsk, 2015.—Vol. 18, № 4.—P. 361–368.

The model of several interacting Cournot markets is considered. The markets are named interacting because the same number of producers act on each of them. Every producer chooses his own supply volumes on every market using the price situations, his own costs and production and delivery limitations. It is proved that in the case of the linear demand functions the problem of finding the Nash equilibria in the interacting Cournot markets model represents a potential game, i. e. it is equivalent to a mathematical programming problem. Nonlinear demand functions linearization procedures and preferences of initial problem reduction to the potential game are discussed.

Keywords: *Cournot model, Nash equilibria, potential game.*

1. Введение

Многие сферы российской экономики функционируют в виде олигопольных рынков, т. е. с небольшим количеством продавцов, которые могут существенно влиять на ценовую ситуацию. Эти рынки характеризуются большим многообразием форм организации конкуренции, потенциальной неустойчивостью из-за возможных непредсказуемых смен правил поведения отдельных участников, возможностями появления негативных для покупателей эффектов из-за использования продавцами разных форм сговора. Причем олигопольными в нашей стране являются многие инфраструктурные отрасли экономики, в том числе электроэнергетика, железнодорожный транспорт, трубопроводные системы, авиаперевозки, связь. Поэтому исследование особенностей функционирования

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 13-06-00152а “Рынки несовершенной конкуренции в электроэнергетике: модели и механизмы функционирования”).

олигопольных рынков, в том числе на базе математического моделирования, является важной в теоретическом и практическом аспектах задачей.

Часто исследования олигополий ограничиваются примерами изучения свойств одного единого рынка. Вместе с тем нередки ситуации, когда один и тот же состав олигополистов конкурирует на нескольких рынках. Например, в электроэнергетике России в настоящее время рынок устроен так, что небольшое число предприятий-производителей продает свою продукцию не только на нескольких территориально разных рынках, но и на рынках разных видов продукции — на рынках мощности, электроэнергии в разные часы суток и с разной заблаговременностью.

Объектом исследования в данной статье является модель функционирования нескольких взаимосвязанных олигопольных рынков с одним и тем же составом продавцов. Рынки названы "взаимодействующими", поскольку отдельный продавец может перераспределять свои поставки товаров на разные рынки с учетом своих возможностей и затрат, особенностей ценообразования на разных рынках.

В данной статье рассматривается модель формирования равновесных состояний рынков Курно с линейными (линеаризованными) функциями спроса. Равновесными здесь названы такие ситуации, в которых ни одному из продавцов не выгодно менять принятое им решение. Иначе говоря, если такое состояние рынка будет найдено и сообщено всем участникам, то они не захотят от него отклоняться. Такое состояние принято называть равновесием Нэша. Рассматриваемая здесь модель называется моделью взаимодействующих рынков Курно, поскольку каждый из продавцов в качестве инструментальных переменных использует только объемы поставляемых им товаров на каждый из рынков. Цены на рынках формируются из обратных функций спроса на этих рынках, задающих связь цены с суммарным по всем поставщикам объемом поставок товара на этот рынок.

Равновесие в модели Курно (или установление факта его отсутствия) находится из совокупного решения задач максимизации прибыли каждым производителем при фиксированных объемах продаж остальных, т. е. равновесие — это решение задачи многосубъектной оптимизации. Если задача оптимизации каждого субъекта при заданных решениях других субъектов имеет вид задачи выпуклого программирования, то, как известно, ее можно представить в виде равносильной системы уравнений и неравенств, отражающей условия оптимальности (Каруша–Куна–Таккера) этой задачи. Собрав воедино такие системы для всех субъектов, получим систему уравнений и неравенств, решения которой будут составлять равновесия Нэша. В отдельных случаях такая обобщенная система сама может интерпретироваться как система условий оптимальности некоторой единой задачи оптимизации. Возможность представления задачи согласования решений в модели Курно в виде одной задачи оптимизации представляет теоретический и практический интерес. Уже сама по себе интересна ситуация, когда участники рынка, ведущие себя эгоистически, неявно максимизируют какую-то одну общую целевую функцию.

В теории игр такой феномен, когда задача поиска равновесия может быть эквивалентна задаче оптимизации, называется потенциальностью игры. Потенциальность позволяет пользоваться хорошо разработанным аппаратом теории и методов оптимизации при теоретических исследованиях (в том числе для выяснения вопросов существования и единственности решений) для поиска равновесных решений.

Вопрос потенциальности модели рынка Курно–Нэша поднимался и исследовался в работах [1–4]. Так, впервые в [2], позже в общем виде в [3, 4] показано, что игра, соответствующая модели рынка Курно–Нэша, является потенциальной, если и только если спрос является линейной функцией.

Ранее в [5] мы рассматривали модель нескольких взаимодействующих олигопсонных рынков — ситуацию согласования решений в производственных системах при использовании некоторых общих ресурсов, когда затраты на использование каждого из этих ресурсов зависят от того, в какой мере они используется другими производителями-участниками рынка. В [5] доказана потенциальность такой модели при линейных функциях удельных затрат и указывается способ конструирования потенциала для нахождения равновесия. Одна из целей настоящей работы — перенести использованный ранее в [5] подход на ситуацию олигополии, когда производители взаимодействуют в рамках заданного совокупного спроса на нескольких рынках.

2. Исходные определения

Рассмотрим модель взаимодействия производителей-олигополистов, когда они продают свою продукцию на разных рынках. Обозначим $l = 1, \ldots, L$ — номера предприятий, поставляющих продукцию на рынки с номерами $m = 1, \ldots, M$. На каждом рынке продается один вид товара в объеме

$$z_m = \sum_{l=1}^{L} z_m^l, \quad m = 1, \ldots, M, \tag{1}$$

где z_m^l — объем товара m (объем товара на рынке m), поставляемого поставщиком (производителем) l. Будем обозначать z и z^l векторы R^M с компонентами z_m и z_m^l, $l = 1, \ldots, L$.

На каждом рынке задана обратная функция спроса, характеризующая зависимость уровня цены от объема продаваемого товара. Считаем, что эта линейная функция. Она имеет вид

$$P_m(z_m) = \beta_m - \alpha_m z_m, \quad m = 1, \ldots, M, \tag{2}$$

где $\beta_m, \ \alpha_m$ — заданные весовые коэффициенты, причем $\alpha_m > 0$.

Произведение цены на объем проданного товара рынка m и составляет доход на этом рынке производителя l. Этот доход является функцией от величин z_m и z_m^l. Обозначим эту функцию

$$I_m^l\big(z_m, z_m^l\big) = P_m\big(z_m\big) z_m^l. \tag{3}$$

Соответственно, суммарный доход поставщика l на всех рынках является функцией от векторов z и z^l. Обозначим эту функцию

$$I^l\big(z, z^l\big) = \sum_{m=1}^{M} I_m^l\big(z_m, z_m^l\big). \tag{4}$$

В рассматриваемой далее модели компоненты векторов z и z^l, $l = 1, \ldots, L$, являются переменными величинами. В качестве переменных выступают также компоненты векторов интенсивности технологических способов x^l из R^{n_l}, где n_l — число технологических способов у производителя l.

Отметим, что частная производная функции I^l по переменной z_m^l равна частной производной функции I_m^l по той же переменной и имеет следующее выражение:

$$\frac{\partial I^l\left(z, z^l\right)}{\partial z_m^l} = \beta_m - \alpha_m z_m - \alpha_m z_m^l. \tag{5}$$

У каждого производителя $l = 1, \dots, L$ имеется система линейных ограничений на переменные:

$$A^l x^l = b^l, \quad x^l \geq 0, \tag{6}$$

$$D^l x^l - z^l = g^l. \tag{7}$$

Здесь заданными являются матрица A^l размера $t_l \times n_l$ при некотором целом t_l, матрица D^l размера $M \times n_l$, векторы $b^l \in R^{t_l}$ и $g^l \in R^M$.

Условия (6) представляют стандартные балансовые ограничения и ограничения на неотрицательность значений интенсивностей технологий. В частности, в систему линейных уравнений могут входить ограничения на суммарное потребление в разных технологиях производителя l располагаемого им какого-либо производственного ресурса, заданный объем которого составляет соответствующую компоненту вектора b^l.

Компоненты d^l_{ij} матрицы D^l в условии (7) можно интерпретировать как объем выпуска при единичной интенсивности технологического способа $j = 1, \dots, n_l$ продукции рынка $i = 1, \dots, M$. Не исключено, что d^l_{ij} — отрицательные величины, что соответствует использованию продукции i в технологии j. Компоненты вектора g^l можно интерпретировать как заданные объемы потребности в соответствующих товарах самого l-го производителя.

Обозначим $F^l_j\bigl(x^l_j\bigr)$ функцию затрат на технологию j производителя l. Будем считать, что это выпуклая дифференцируемая функция. Ее производную обозначим

$$f^l_j\bigl(x^l_j\bigr) = \frac{dF^l_j\bigl(x^l_j\bigr)}{dx^l_j}. \tag{8}$$

Прибыль каждого поставщика равна разнице между доходами от реализации товаров на всех рынках и затратами производства. Ее представим в виде функции от векторов z, z^l, x^l:

$$\pi^l\bigl(z, z^l, x^l\bigr) = \sum_{m=1}^{M} \bigl(\beta_m - \alpha_m z_m\bigr) z^l_m - \sum_{j=1}^{n_l} F^l_j\bigl(x^l_j\bigr). \tag{9}$$

3. Модель олигополии Курно

Допустимыми решениями для поставщика $l = 1, \dots, L$ назовем такие векторы x^l, z^l, при которых выполняются ограничения (6), (7) этого поставщика. Будем считать, что каждый поставщик стремится выбрать такие допустимые для него решения, при которых его прибыль (9) будет как можно больше. То есть, поставщик l решает задачу

$$\pi^l\bigl(z^{-l} + z^l, x^l\bigr) \to \max_{z^l, x^l} \tag{10}$$

при ограничениях (6), (7). Здесь

$$z^{-l} = z - z^l, \tag{11}$$

где z — определяемый правилом (1) вектор суммарных объемов поставок товаров на каждый рынок.

Отметим, что оптимизация решения каждого субъекта l осуществляется только по контролируемым им переменным, составляющим векторы z^l и x^l. При этом оптимальное решение каждого из субъектов зависит от решений, принятых остальными субъектами, что отражается в зависимости значения целевой функции от вектора z^{-l}. При изменении решений остальных субъектов, приводящих к изменениям компонент вектора z^{-l}, будет меняться оптимальное решение l-го субъекта. В свою очередь, изменение решения l-го субъекта может привести к изменениям решений остальных поставщиков. Особый интерес в такой ситуации представляет поиск равновесия Нэша — такого набора решений отдельных субъектов, в рамках которого ни одному из них не выгодно менять свое решение на другое, допустимое по его ограничениям.

Определение. Векторы $\left(z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L\right)$ составляют равновесные по Нэшу решения рассматриваемой модели взаимодействующих олигопольных рынков в том и только том случае, если для каждого $l = 1, \ldots, L$ пара векторов z^l, x^l является решением задачи оптимизации (10), где вектор z^{-l} определяется из условий (1), (11), а z^i — вектор решения аналогичной задачи оптимизации субъекта $i \neq l$.

Согласно приведенному определению, задача поиска равновесия Нэша представляется как сложная в теоретическом и алгоритмическом отношениях проблема многосубъектной оптимизации, как проблема одновременного поиска оптимальных решений задач (10) для всех субъектов $l = 1, \ldots, L$. Один из возможных путей поиска решения этой проблемы — сведение ее к системе уравнений и неравенств на основе использования условий оптимальности для задачи каждого субъекта.

Отметим, что задача (10) относится к классу задач выпуклого программирования с дифференцируемой целевой функцией при линейных ограничениях. Для того, чтобы векторы z^l, x^l составляли оптимальное решение данной задачи, необходимо и достаточно выполнения для этих векторов исходных ограничений (6), (7) и условий:

$$f_j^l(x_j^l) + \left(\left(A^l\right)^\top \lambda^l\right)_j + \left(\left(D^l\right)^\top u^l\right)_j \geq 0, \quad j = 1, \ldots, n_l, \tag{12}$$

$$\left(x^l\right)^\top f^l\left(x^l\right) + \left(b^l\right)^\top \lambda^l + \left(g^l + z^l\right)^\top u^l = 0, \tag{13}$$

$$u_m^l = -\left(\beta_m - \alpha_m z_m - \alpha_m z_m^l\right), \quad m = 1, \ldots, M, \tag{14}$$

при некоторых $\lambda^l \in R^{t_l}$, $u^l \in R^M$. Здесь λ^l — вектор множителей Лагранжа ограничений-равенств в (6), u^l — вектор множителей Лагранжа ограничений (7).

Отметим, что в условии (14) вектор z^l определяется из условий (10), (11), в которых вектор z^{-l} априори, применительно только к задаче оптимизации (10) при данном l, рассматривается как фиксированный. Рассмотрим одновременно L систем (6), (7), (12)–(14) для всех $l = 1, \ldots, L$ как одну систему. Причем считаем, что в условиях (14) вектор z^{-l} состоит уже из переменных величин, связанных условиями (1), (11) с векторами z^i, $i = 1, \ldots, L$. Решения такой обобщенной и расширенной системы будут состоять из согласованных (равновесных по Нэшу) решений задач оптимизации (10) каждого субъекта, и наоборот, любое равновесное по Нэшу решение будет решением данной расширенной и дополненной системы. Итак, справедлива

Теорема 1. *Векторы $\left(z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L\right)$ составляют равновесные по Нэшу решения набора задач оптимизации* (10) *при $l = 1, \ldots, L$ в том и только том случае, если эти векторы при некоторых векторах $\lambda^l \in R^{t_l}$, $u^l \in R^M$ для всех $l = 1, \ldots, L$ удовлетворяют условиям* (1), (6), (7), (11)–(14).

Заметим, равенство (13) содержит нелинейность. Это усложняет выяснение вопросов существования решений, изучение свойств множества решений, поиск этих решений.

Рассматриваемое далее представление данной системы в виде задачи выпуклого программирования позволяет успешно разрешить указанные проблемы.

4. Представление проблемы поиска равновесия Нэша в виде задачи выпуклого программирования

Рассмотрим задачу математического программирования с переменными, составляющими векторы $z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L$:

$$H\left(z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L\right) \to \max \tag{15}$$

при условиях (6), (7) для всех $l = 1, \ldots, L$. Здесь

$$H\left(z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L\right) = \sum_{m=1}^{M} \beta_m z_m - \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M} \alpha_m \left(z_m^2 + \sum_{l=1}^{L} \left(z_m^l\right)^2 \right) - \sum_{l=1}^{L} \sum_{j=1}^{n_l} F_j^l\left(x_j^l\right).$$

Функция H является квадратичной строго вогнутой по векторам $z^1, \ldots, z^L$. Эта функция вогнута по векторам $x^1, \ldots, x^L$ в силу выпуклости функций $F_j^l\left(x_j^l\right)$. Итак, функция H — вогнутая, задача (15) относится к классу задач выпуклого программирования при линейных ограничениях.

Согласно условиям оптимальности Куна–Таккера, для задачи (15) набор векторов $z^1, \ldots, z^L$ из R^M и $x^1, \ldots, x^L$ из R^{n_l}, $l = 1, \ldots, L$, будет составлять оптимальное решение в том и только том случае, если это решение удовлетворяет условиям (1), (6), (7), (12)–(14) для всех $l = 1, \ldots, L$ при некоторых $\lambda^l \in R^{t_l}$, $u^l \in R^M$. Следовательно, справедлива

Теорема 2. *Оптимальный набор векторов $z^1, \ldots, z^L$ из R^M и $x^1, \ldots, x^L$ из R^{n_l}, $l = 1, \ldots, L$, задачи* (15) *является равновесным по Нэшу, и наоборот, равновесный по Нэшу набор векторов рассматриваемой модели является решением задачи* (15).

Таким образом, задача нахождения равновесия Нэша в виде системы уравнений и неравенств (6), (7), (12)–(14) эквивалентна хорошо исследованной в теоретическом отношении задаче максимизации дифференцируемой вогнутой функции при линейных ограничениях (15). Для решения такой задачи имеются эффективные вычислительные методы.

5. Обсуждение

1. Теорема 2 дает удобный способ доказательства существования и единственности равновесия Нэша, а также конструктивный путь его нахождения.

Из строгой вогнутости функции H по векторам z^l, $l = 1, \ldots, L$, следует, что если равновесие Нэша существует, то оно единственное по данным векторам. Если функции F_j^l — строго выпуклые, то единственным будет и решение по переменным x^l. В общем случае (когда F_j^l только выпуклые) решения по переменным x^l будут образовывать некоторые выпуклые множества, на которых будут иметь место постоянные значения функций $\widetilde{F}^l(x^l) = \sum_{j=1}^{n_l} F_j^l(x_j^l)$.

Для существования решения необходима совместность условий (6), (7) при всех $l = 1, \ldots, L$. Несовместность указанных условий конструктивно в процессе поиска решения задачи (15) устанавливается на базе теорем об альтернативных системах линейных неравенств [7].

Достаточным для существования решения задачи (15) является факт ограниченности множества Лебега функции $\widetilde{F}^l(x^l)$ на множестве допустимых по ограничениям (6), (7) векторов x^l. В частности, эти условия выполняются, если множества решений систем (6), (7) ограничены при всех $l = 1, \ldots, L$.

2. Условия оптимальности (6), (7), (12)–(14) представляют объем сведений, которыми должен располагать каждый поставщик при формировании равновесных решений. Кроме своих технологических ограничений (6), (7), каждый поставщик должен иметь оценки значений векторов множителей Лагранжа своих ограничений λ^l, u^l, которые связаны с его инструментальными переменными условиями (12), (13).

Принципиально новым по сравнению с условиями оптимальности стандартных задач производственно-распределительной оптимизации является условие (14). Оно выражает равенство множителей Лагранжа ограничений (7) градиенту функции доходов данного поставщика. Этот градиент (правая часть условия (14)) зависит не только от решения данного поставщика, но и через вектор z суммарных объемов поставок на все рынки от решений других поставщиков. Через условие (14) выражается связь решения данного поставщика l с решениями других поставщиков $i \neq l$.

3. В случае нелинейных функций спроса можно воспользоваться их итеративной линеаризацией. Это позволит свести проблему поиска равновесия Нэша в модели Курно к последовательности задач выпуклого программирования с линейными ограничениями. Такой путь поиска равновесия на взаимодействующих олигопольных рынках намечен и проиллюстрирован на примере в [6].

4. Потенциальную функцию можно представить в следующем равносильном виде:

$$H\left(z^1, \ldots, z^L, x^1, \ldots, x^L\right) = \sum_{l=1}^{L} \pi^l \left(\sum_{i=1}^{L} z^i, z^l, x^l \right) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M} \alpha_m \left(\sum_{l=1}^{L} z_m^l \right)^2 - \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M} \alpha_m \sum_{l=1}^{L} \left(z_m^l\right)^2.$$

Такое представление полезно для экономической интерпретации особенностей равновесия Курно–Нэша на базе задачи оптимизации (15).

В этом представлении целевая функция наряду с суммой прибылей всех поставщиков содержит еще две составляющие. Их наличие поясняет, почему в точке равновесия Курно–Нэша не достигается максимально возможная суммарная прибыль всех поставщиков, когда их несколько, и почему точка равновесия Курно–Нэша отклоняется от монопольной точки, при которой максимизируется суммарная прибыль поставщиков (т. е. если они находятся в сговоре и имеют эффективные механизмы перераспределения прибылей и принуждения к консолидированному поведению).

Заметим, что при $L = 1$ вторая и третья составляющие в приведенном выражении потенциальной функции в сумме равны нулю. В этом случае в качестве целевой функции задачи (15) останется только максимизация прибыли этого единственного поставщика монополиста.

5. Вторая составляющая в приведенном выражении потенциальной функции соответствует дополнительному доходу покупателей, так как

$$\int\limits_0^{z_m} \Big(p_m(y) - p_m(z_m)\Big) y\,dy = \frac{1}{2}\alpha_m(z_m)^2.$$

Наличие в потенциальной функции третьей составляющей может использоваться для объяснения характера отклонения точки равновесия Курно–Нэша от точки Вальраса, в которой достигается максимальный “народнохозяйственный эффект” — максимальный суммарный дополнительный доход (surplus) всех покупателей и продавцов.

Литература

1. **Bergstrom T.C., Varian H.R.** Two remarks on Cournot equilibria // Economic Letters. — 1985. — № 19. — P. 5–8.
2. **Margaret E.** Slade what does an oligopoly maximize? // J. of Industrial Economics. — 1994. — Vol. 42, № 1. — P. 45–61.
3. **Monderer D., Shapley L.** Potential games // Games and Economic Behavior. — 1996. — № 14. — P. 124–143.
4. **Kukushkin N.** Congestion games revisited // Int. J. Game Theory. — 2007. — Vol. 36. — P. 57–83.
5. **Зоркальцев В.И., Киселева М.А.** Равновесие Нэша производственных планов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2009. — № 3. — С. 219–224.
6. **Зоркальцев В.И., Киселева М.А.** Олигопольные и олигопсонные взаимосвязанные рынки. — Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. — (Препринт).
7. **Зоркальцев В.И., Киселева М.А.** Системы линейных неравенств: учебное пособие. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. университета, 2007.

Поступила в редакцию 28 августа 2014 г.,
в окончательном варианте 5 февраля 2015 г.

Литература в транслитерации

1. **Bergstrom T.C., Varian H.R.** Two remarks on Cournot equilibria // Economic Letters. — 1985. — № 19. — P. 5–8.
2. **Margaret E.** Slade what does an oligopoly maximize? // J. of Industrial Economics. — 1994. — Vol. 42, № 1. — P. 45–61.
3. **Monderer D., Shapley L.** Potential games // Games and Economic Behavior. — 1996. — № 14. — P. 124–143.
4. **Kukushkin N.** Congestion games revisited // Int. J. Game Theory. — 2007. — Vol. 36. — P. 57–83.
5. **Zorkal'tsev V.I., Kiseleva M.A.** Ravnovesie Nesha proizvodstvennykh planov // Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. — 2009. — № 3. — S. 219–224.
6. **Zorkal'tsev V.I., Kiseleva M.A.** Oligopol'nye i oligopsonnye vzaimosvyazannye rynki. — Irkutsk: ISEM SO RAN, 2014. — (Preprint).
7. **Zorkal'tsev V.I., Kiseleva M.A.** Sistemy linejnykh neravenstv: uchebnoe posobie. — Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos. universiteta, 2007.