

УДК 338.2

А. В. Шлеенко

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, email: shleenko77@mail.ru

СТИМУЛЫ К ИННОВАЦИЯМ НА ОЛИГОПОЛЬНОМ РЫНКЕ С ЛИНЕЙНЫМИ ФУНКЦИЯМИ СПРОСА

Ключевые слова: нерадикальные инновации, модель, олигопольный рынок, дуополия, линейные функции спроса, стимул, стратегия.

В статье показаны возможные стимулы к инновациям на олигопольном рынке с линейными функциями спроса. Смоделированы ситуации, при внедрении нерадикальной инновации при дуопольном рынке, а также показана модели расчёта прибыли в случае трёх и более фирм на олигопольном рынке. Сделан вывод о том, что прибыль фирмы-инноватора положительно коррелирует с количеством конкурентов на рынке и степенью значимости инновации, выражаемой в снижении предельных издержек фирмы-инноватора. Значимость нерадикальной инновации определяется ее влиянием на значение предельных издержек фирмы-инноватора.

A. V. Shleenko

Southwest state university, Kursk, email: shleenko77@mail.ru

INCENTIVES FOR INNOVATION IN THE OLIGOPOLY MARKET WITH LINEAR DEMAND FUNCTIONS

Keywords: non-radical innovations, model, oligopoly market, duopoly, linear demand functions, stimulus, strategy.

The article shows possible incentives for innovation in the oligopoly market with linear demand functions. Simulated situations when introducing non-radical innovations in the duopoly market, as well as shown profit calculation models in the case of three or more firms in the oligopoly market. It was concluded that the profit of the innovative firm is positively correlated with the number of competitors in the market and the degree of importance of innovation, expressed in reducing the marginal expenses of the innovative firm. The significance of non-radical innovation is determined by its influence on the value of the marginal expenses of the innovator firm.

Олигопольный рынок представля-ет собой пространственную структуру с несколькими фирмами, продающих идентичное или схожее благо и ведущих себя стратегически. Стратегическое поведение предполагает, что фирма-олигополист при принятии решения об объёмах выпуска или ценах учитывает реальные или гипотетические стратегии фирм-конкурентов [1, с. 23].

Большинство рынков, с которыми экономисты сталкиваются на практике, являются олигопольными [2, с. 187–189], и их анализ достаточно сложен. В данной статье, мы будем исходить из предположения о схожести или гомогенности благ, продаваемых олигополистами. Отказ от гомогенности и переход к гетерогенности благ порождает значительное усложнение анализа [3, р. 458–459] и представить обобщающую модель олигополии с гетерогенными благами

в рамках данной статьи не представляется возможным.

При наличии гомогенных благ традиционно анализируют четыре модели поведения на рынке олигополии. Эти модели различаются:

а) характером игры, разыгрываемой олигополистами. Игра может быть параллельной или последовательной. При параллельной игре олигополист принимает решение, не зная того, какое решение приняли его конкуренты. Иногда используется термин «одномоментное решение», хотя это не совсем корректно. При последовательной игре олигополист выступает в качестве фирмы-лидера, если он принимает решение первым, а уже после него решение принимают конкуренты, либо фирмой-последователем, если решение принимается уже при наличии информации о решении(ях) других игроков;

б) характером стратегических действий. Стратегическое действие олигополистов определяется типом рыночной конкуренции и наличием производственных мощностей. Как правило, рассматривают два типа олигопольной конкуренции. Первый – сначала игроки определяют объёмы выпуска продукции, потом на рынке в результате действия сил спроса и предложения складывается цена. Второй – сначала игроки определяют цены на свою продукцию, потом складывается объем продаж каждой фирмы. Первый тип конкуренции предполагает жёсткое ограничение по производственным мощностям олигополистов. Основное условие второго типа в том, что ограничений в объёмах выпуска нет или существует возможность достаточно быстро увеличить производственные мощности.

Эти четыре модели получили следующие названия [4]:

1. Модель Курно (тип игры – параллельный, стратегические действия – определение объёмов выпуска).

2. Модель Бертрана (тип игры – параллельный, стратегические действия – определение цены на продукцию).

3. Модель Штакельберга (тип игры – последовательный, стратегические действия – определение объёмов выпуска).

4. Модель последовательной ценовой конкуренции (тип игры – последовательный, стратегические действия – определение цены на продукцию).

Наиболее часто встречающийся тип стратегических взаимодействий описан в модели Огюста Курно [5], которая и будет использована в рамках анализа влияния нерадикальных инноваций [6; 7] на рыночную конъюнктуру, эффективность работы отдельной фирмы и рынка в целом, et cetera.

Материал и методы исследования

Модель нерадикальных инноваций дуопольном рынке в условиях конкуренции по Курно

$$P(Q) = A - BQ;$$

$$MC(1) = MC(2) = C = const;$$

$$Q = q(1) + q(2)$$

где $P(Q)$ – линеаризованная обратная функция спроса, где $A > B$; $A > C$

C – значение постоянных предельных издержек для каждой из фирм-дуополистов

Q – объем рыночного спроса

$q(i)$ – объем продаж отдельной фирмы

Проблема максимизации прибыли для первой фирмы

$$\max \Pi(1) = (P(Q) - C) \cdot q \quad (1).$$

Проблема максимизации прибыли для второй фирмы

$$\max \Pi(2) = (P(Q) - C) \cdot q \quad (2).$$

Функции прибыли для обеих фирм – формально функции двух переменных, но каждая фирма может определять объем собственного выпуска и предполагать объем выпуска другой, т.е. рассматривать его как заданный. Так как фирмы принимают решения независимо друг от друга, то решение проблемы максимизации прибыли будет состоять в нахождении частных производных и решении системы линейных уравнений (в общем случае уравнения не обязательно будут линейными).

Для фирмы 1:

$$\begin{aligned} \max \Pi(1) &= (P(Q) - C) \cdot q(1) = \\ &= (A - B \cdot (q(1) + q(2)) - C) \cdot q(1), \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Pi(1)}{\partial q(1)} = A - C - 2Bq(1) - Bq(2) = 0,$$

где $q(2) = const$.

Для фирмы 2:

$$\begin{aligned} \max \Pi(2) &= (P(Q) - C) \cdot q(2) = \\ &= (A - B \cdot (q(2) + q(1)) - C) \cdot q(2), \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \Pi(2)}{\partial q(2)} = A - C - 2Bq(2) - Bq(1) = 0,$$

где $q(1) = const$.

Полученные равенства функций частных производных, приравненные нулю, носят название кривых реакции. Решение системы функций кривых реакций даёт нам возможность нахождения оптимальных объёмов выпуска каждого из дуополистов с последующим нахождением рыночной цены и нахождения размера прибыли.

Приведём численный пример

Пусть

$$P(Q) = 10 - Q,$$

$$MC(1) = MC(2) = 5,$$

$$Q = q(1) + q(2)$$

Тогда максимизация прибыли для первой фирмы даёт нам решение

$$\max \Pi(1) = (10 - q(1) - q(2) - 5) \cdot q(1),$$

$$\frac{\partial \Pi(1)}{\partial q(1)} = 10 - 5 - 2q(1) - q(2) = 0,$$

где $q(2) = \text{const}$.

И, соответственно, для второй фирмы:

$$\frac{\partial \Pi(2)}{\partial q(2)} = 10 - 5 - 2q(2) - q(1) = 0,$$

где $q(2) = \text{const}$.

Кривые реакции для каждой фирмы будут иметь вид:

$$2q(1) + q(2) = 5,$$

$$2q(2) + q(1) = 5.$$

Расположение кривых реакции и решение проблемы оптимального объёма выпуска проиллюстрировано на рисунке 1.

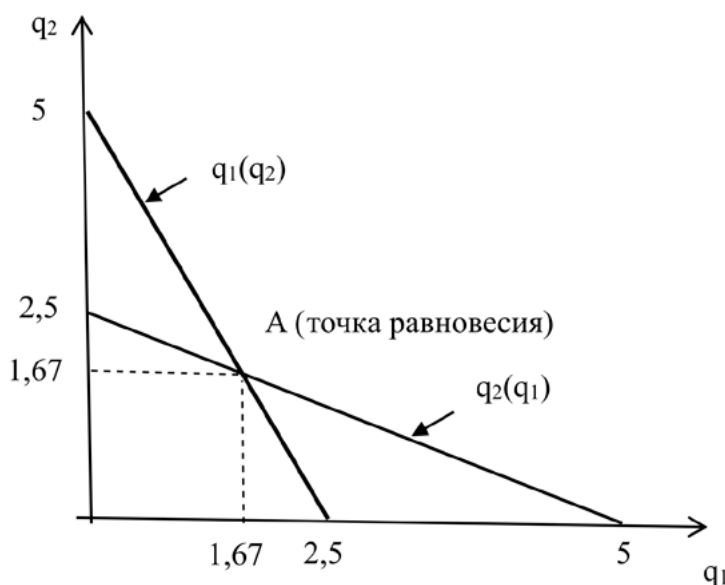


Рис. 1. Кривые реакции фирмы 1 и фирмы 2 до внедрения фирмой 1 незначительной инновации, где точка А – равновесия на рынке

В результате имеем:

$$q(1) = q(2) = \frac{5}{3},$$

$$Q = \frac{10}{3},$$

$$P = 10 - \frac{10}{3} = \frac{20}{3}$$

Соответственно прибыль каждой фирмы будет равна:

$$\Pi(1) = \Pi(2) = \frac{25}{9}.$$

Суммарная рыночная прибыль на олигопольном рынке составит $\frac{50}{9}$ или 5,56.

Обратите внимание, что прибыль обеих фирм будет меньше по сравнению с ситуацией монопольного рынка, когда при тех же параметрах прибыль составляет 6,25.

Ситуация дуополии ведёт к большому объёму выпуска, более низкой цене и меньшей прибыли по сравнению с монопольным рынком.

Данный исход проиллюстрирован на рисунке 2.

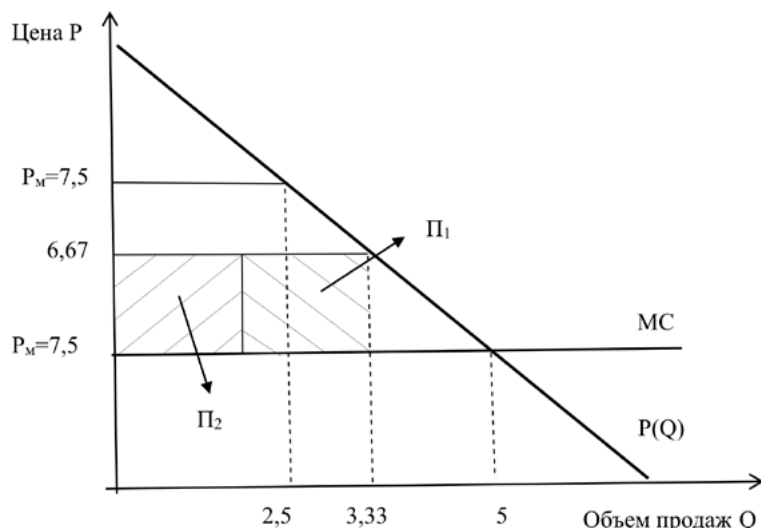


Рис. 2. Прибыли, получаемые дуополистами до внедрения не радикальной инновации, где Π_1 – прибыль фирмы 1, Π_2 – прибыль фирмы 2

Внедрение не радикальной инновации на дуопольном рынке.

Теперь перейдем к моделированию ситуации, связанной с внедрением не радикальной инновации фирмой 1.

Пусть фирма 1 внедрила не радикальную инновацию, в результате которой ее предельные издержки MC_1 снизились с 5 до 2.

Мы получаем новую игру, разыгрываемую дуополистами, итогом которой становится получение значительных конкурентных преимуществ первой фирмой [8].

Для фирмы один условия максимизации изменились:

$$\max \Pi(1) = (10 - q(1) - q(2) - 2) \cdot q(1),$$

$$\frac{\partial \Pi(1)}{\partial q(1)} = 10 - 2 - 2q(1) - q(2) = 0,$$

где $2(q) - const$

Для второй фирмы условия остались прежними:

$$\max \Pi(2) = (10 - q(2) - q(1) - 5) \cdot q(2)$$

$$\frac{\partial \Pi(2)}{\partial q(2)} = 10 - 5 - 2q(2) - q(1) = 0,$$

где $q(2) - const$.

В результате независимых действий обеих фирм кривая реакции первой фирм сдвигается «вправо-вверх», как это продемонстрировано на рисунке 3.

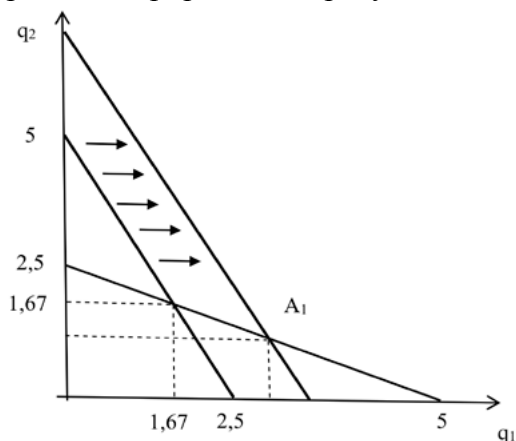


Рис. 3. Кривые реакции фирмы 1 и фирмы 2 после внедрения фирмой 1 не радикальной инновации, где точка A_1 – точка нового равновесия на рынке

Кривые реакции для каждой фирмы будут иметь вид:

$$2q(1) + q(2) = 8,$$

$$2q(2) + q(1) = 5.$$

В ситуации равновесия первая фирма увеличивает объем выпуска, а вторая снижает, что и следует из решения системы уравнений:

$$2q(1) + q(2) = 8,$$

$$4q(2) + 2q(1) = 10,$$

$$3 \cdot q(2) = 2,$$

$$q(2) = 2/3,$$

$$2 \cdot q(1) + 2/3 = 8,$$

$$2 \cdot q(1) + \frac{2}{3} = 7 \frac{1}{3} = \frac{22}{3},$$

$$q(1) = \frac{11}{3},$$

$$Q = \frac{2}{3} + \frac{11}{3} = \frac{13}{3},$$

$$P = 10 - \frac{13}{3} = \frac{17}{3},$$

$$\Pi(1) = \left(\frac{17}{3} - 2\right) \cdot \frac{11}{3} = \frac{11}{3} \cdot \frac{11}{3} = \frac{121}{9},$$

$$\Pi(2) = \left(\frac{17}{3} - 5\right) \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{9}.$$

Графическая иллюстрация распределения объёмов маржинальных прибылей представлена на рисунке 4.

Таким образом, фирма-инноватор при внедрении нерадикальной инновации получает конкурентное преимущество, выражаемое в большем объёме прибыли по сравнению с конкурентом

Случай трёх фирм, ведущих себя стратегически

В случае анализа трёх (и более) фирм, действующих на олигопольном рынке, мы получаем в итоге три кривые реакции, каждая из которой содержит три переменных q_1 , q_2 и q_3 .

При экстраполяции рассматриваемых выше условий, получаем:

$$P(Q) = 10 - Q$$

$$MC(1) = MC(2) = MC(3) = 5,$$

$$Q = q(1) + q(2) + q(3)$$

Функции кривых реакций будут сводиться к следующему виду:

$$2q(1) + q(2) + q(3) = 5$$

$$q(2) + 2q(1) + q(3) = 5 \quad (1)$$

$$q(2) + q(1) + 2q(3) = 5$$

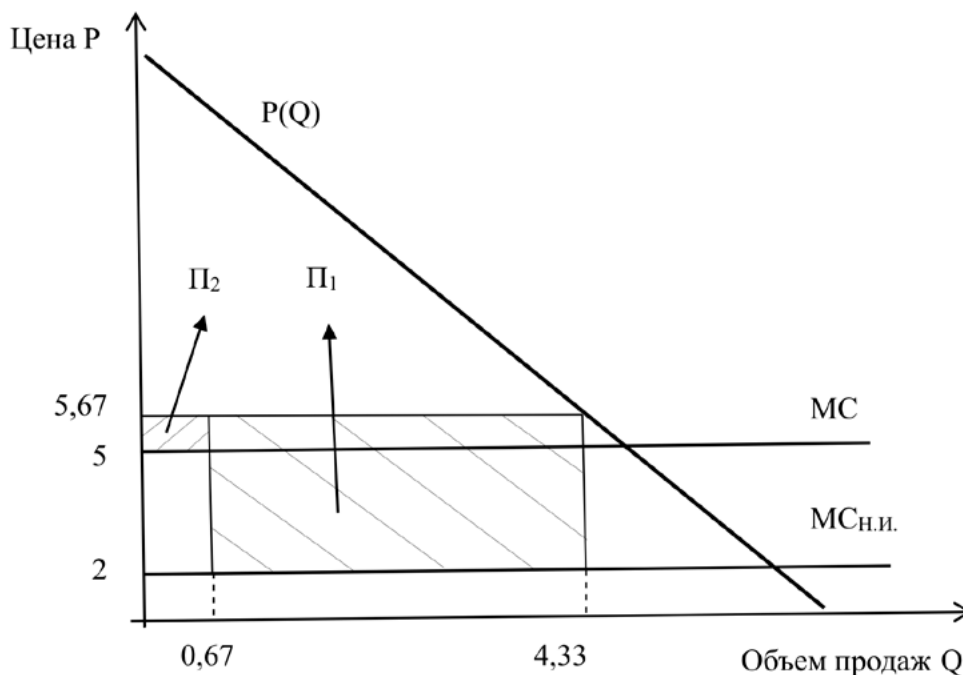


Рис. 4. Прибыли, получаемые дуополистами после внедрения нерадикальной инновации фирмой 1, где Π_1 – прибыль фирмы 1, Π_2 – прибыль фирмы 2

Решение системы уравнений 3x3 и более высокой размерности сводится к нахождению обратной матрицы и последующему умножению обратной матрицы на заданные ограничители, что в матричной записи выглядит как [9]:

$$\begin{cases} A \cdot Q = B, \\ A^{-1} \cdot A \cdot Q = A^{-1} \cdot B, \\ Q = A^{-1} \cdot B, \end{cases}$$

В случае трёх и более фирм с целью избежания длительных математических

расчётов автор использовал программу Excel, которая позволила получить результаты, (рисунок 5).

В случае двух фирм суммарная прибыль была равна 5,56. После того, как мы увеличили число фирм до трёх, суммарная прибыль снизилась и стала равна 4,69.

Это не удивительно, так как в данном случае наблюдается «эффект воровства бизнеса» (business-stealing effect), описанный В. Баумолем [10].

Прямая матрица А			Матрица В		матрица Q	
2	1	1	5	q1	1,3	
1	2	1	5	q2	1,3	
1	1	2	5	q3	1,3	
Обратная матрица				Q	3,8	
0,75	-0,25	-0,25		P	6,3	
-0,25	0,75	-0,25		П1	1,563	
-0,25	-0,25	0,75		П2	1,563	
				П3	1,563	
				Сумм прибыль:	4,688	

Рис. 5. Результаты решения системы уравнений (1) с использованием программы Excel

Влияние внедрения нерадикальной инновации на олигопольный рынок с тремя фирмами

В случае внедрения инновации первой фирмой с теми же условиями, что и в примере с двумя фирмами мы получаем следующие условия задачи:

$$\begin{aligned} P(Q) &= 10 - Q \\ MC(1) &= 2; \\ MC(2) &= MC(3) = 5, \\ Q &= q(1) + q(2) + q(3). \end{aligned}$$

Функции кривых реакций будут сводиться к следующему виду:

$$\begin{aligned} 2q(1) + q(2) + q(3) &= 8, \\ q(2) + 2q(1) + q(3) &= 5, \quad (2) \end{aligned}$$

$$q(2) + q(1) + 2q(3) = 5.$$

Решение в Excel приводит к следующим результатам (рисунок 6).

Первая фирма, сделавшая нерадикальную инновацию, увеличила как собственную прибыль в 7,84 раза (или на 684%).

За счёт снижения издержек первой фирмы увеличилась и прибыль рынка в целом, в 2,72 раза (или на 172%). В целом эффективность выросла, так как рост прибыли сопровождался снижением цен и увеличением объёмов выпуска продукции

Внедрение нерадикальных инноваций на олигопольном рынке с тремя фирмами даёт наибольший эффект для фирмы, ее внедряющей. Также внедрение нерадикальных инноваций приводит к росту эффективности рынка в целом!

Прямая матрица А			Матрица В		матрица Q	
2	1	1	8	q1	3,5	
1	2	1	5	q2	0,5	
1	1	2	5	q3	0,5	
Обратная матрица				Q	4,5	
0,75	-0,25	-0,25		P	5,5	
-0,25	0,75	-0,25		П1	12,25	
-0,25	-0,25	0,75		П2	0,25	
				П3	0,25	
				Сумм прибыль:	12,75	

Рис. 6. Результаты решения системы уравнений (2) с использованием программы Excel

Результаты исследования и их обсуждение. Обобщение результатов модели на большее количество фирм на олигопольном рынке

Данный вывод можно обобщить и для большего числа фирм на олигопольном рынке. Мы рассчитали абсолютные и относительные значения изменения при-

были фирмы-инноватора в зависимости от числа фирм на олигопольном рынке (N) и значимости нерадикальной инновации, или того, на сколько снизились предельные издержки фирмы-инноватора.

Результаты моделирования представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Абсолютные значения прибыли для фирмы-инноватора после внедрения нерадикальной инновации

МС/Число фирм	5	2	3	4	4,5
2	2,78	13,44	9	5,44	4,0
3	1,56	12,25	7,56	4	2,64
4	1	11,56	6,76	3,24	1,96
5	0,69	11,11	6,25	2,78	1,56
10	0,21	10,12	5,17	1,86	0,83

Примечание: для значений $P=10-Q$, предельные издержки каждой из фирм, конкурирующих с фирмой-инноватором, равно 5, $FC=0$, N – число фирм на рынке, МС – предельные издержки фирмы-инноватора, предельные издержки фирмы-инноватора до внедрения инновации равны 5

Таблица 2

Процентное изменение прибыли фирмы-инноватора после внедрения нерадикальной инновации

МС/Число фирм	5	2	3	4	4,5
2	0%	383%	224%	96%	44%
3	0%	685%	385%	156%	69%
4	0%	1056%	576%	224%	96%
5	0%	1510%	806%	303%	126%
10	0%	4719%	2362%	786%	295%

Примечание: для значений $P=10-Q$, предельные издержки каждой из фирм, конкурирующих с фирмой-инноватором, равно 5, $FC=0$, N – число фирм на рынке, МС – предельные издержки фирмы-инноватора, предельные издержки фирмы-инноватора до внедрения инновации равны 5

Прибыль фирмы-инноватора положительно коррелирует с количеством конкурентов на рынке и степенью значимости инновации, выражаемой в снижении предельных издержек фирмы-инноватора.

Интересно сопоставить полученные результаты с выводами, полученными в статье «Радикальные и нерадикальные инновации на монополизованном рынке: формализация подхода Йозефа Шумпетера» [11], где для аналогичных параметров модели $P=10-Q$, $MC=5$, MC монополиста после внедрения нерадикальной инновации 2 прибыль монополиста увеличилась на 156%. В условиях дуополии для аналогичных параметров прибыль фирмы-инноватора увеличивается на 383%, в условиях триополии на 685% и т.д.

Следует согласиться с предположением Кенета Арроу [8], что в условиях олигополии у фирм больше стимулов к внедрению инноваций по сравнению с монополизованным рынком.

Очевидно, что при росте конкуренции стимулы к инновациям растут [12], но ресурсы, в том числе и финансовые,

для разработки и внедрения радикальных и нерадикальных инноваций становятся все более ограниченными.

Выводы

1. Чем больше на рынке фирм, находящихся в схожей технологической ситуации, тем выше оказывается выигрыш фирмы-инноватора. Этот эффект проявляется как за счёт расширения ёмкости рынка, так и за счёт business-stealing effect.

2. Значимость нерадикальной инновации определяется ее влиянием на значение предельных издержек фирмы-инноватора. Чем дешевле фирма-инноватор научится производить продукцию, тем выше экономический эффект будет порождать нерадикальная инновация. Этот вывод частично совпадает с позицией М. Портера [13].

3. Государственная региональная политика должна быть направлена на усиление конкурентной среды на всех олигополистических рынках, так как именно возможности увеличения будущих прибылей толкают олигополистов к разработке и внедрению нерадикальных и радикальных инноваций.

Библиографический список

1. Диксид Авинаш К., Нейлбафф Барри Дж. Стратегическое мышление в бизнесе, политике и личной жизни. Пер. с англ. М.: ООО «ИД Вильямс». 2007. – 384 с
2. Тироль Жан. Рынки и рыночная власть: теория организации промышленности. Пер. с англ. СПб.: Экономическая школа, 1996.
3. Nicholson Walter. Microeconomic theory. Basic principles and extensions. – Thomson, Inc. 2005. – 638 p.
4. Вериан Хэлл Р. Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход.: Учебник для ВУЗов/ пер. с англ. под ред. Н.Л. Фроловой. – М.: ЮНИТИ, 1997 – Глава 26 – Олигополия
5. Кабраль Луис М.Б. Организация отраслевых рынков. Вводный курс. Пер. с англ. А.Д. Шведа. – Мн.: Новое знание. 2003. – 356 с
6. Кликунов Н.Д., Шлеенко А.В. Влияние радикальных и нерадикальных инноваций на темпы достижения стационарного состояния экономической системы с учётом особенностей модели Солоу // Экономические и гуманитарные науки. – 2020. – №7(342). – С. 17-26.
7. Борисоглебская Л.Н., Лебедева Ю.А. Реализация модели открытых инноваций как перспективная форма трансфера технологий и управления интеллектуальным капиталом наукоёмкого предприятия // Инновации – 2015. – № 4 (198). – С. 41 – 48.
8. Arrow K. J. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention // The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors / National Bureau of Economic Research. Princeton: Princeton University Press.
9. Michael Harrison, Patrick Waldron Mathematical Economics and Finance // 2008, Thomson, Inc., 140 P. Chapter 1

10. Baumol W. J. (2002). The Free-Market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism. Princeton: Princeton University Press.

11. Шлеенко А.В. Радикальные и нерадикальные инновации на монополизированном рынке. Формализация подхода Йозефа Шумпетера // Экономические и гуманитарные науки. – 2021. – №1(348). – С. 3-12.

12. Кузнецов Т.Е., Рудь В.А. Конкуренция, инновации и стратегии развития российских предприятий// <https://institutiones.com/innovations/2293-konkurenciya-innovacii-strategii-razvitiya-rossijskix-predpriyatij.html>

13. Портер М. (2005). Конкуренция. М.: Вильямс. [Porter M. (2005). Competition. Moscow: Williams.]