МОДЕЛИ КОНКУРЕНЦИИ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

© 2013 Алиева Виктория Фархадовна
© 2013 Засканов Виктор Гаврилович
доктор технических наук, профессор
Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)
E-mail: vikaliev@mail.ru, zaskanov@mail.ru

Представлены математические модели организационных механизмов управления лечебно-профилактическим учреждением в условиях ценовой конкуренции и конкуренции по качеству оказываемых медицинских услуг.

Ключевые слова: лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ), медицинские услуги, конкурентоспособность, цена, качество.

Проблемы конкуренции затрагиваются в ряде отраслей экономической науки, экономика здравоохранения не исключение. Наличие сферы конкуренции в условиях производства и потребления медицинских услуг, повышение конкурентоспособности лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) особенно важны при перспективном развитии отечественного здравоохранения[1]. Медицинские услуги являются главной составляющей конкурентной среды. При этом существенной оказывается конкурентная борьба за клиентов между ЛПУ, расположенными на одной территории и оказывающими одинаковую медицинскую услугу[2].

Смоделируем и проанализируем модели ценовой конкуренции и конкуренции по качеству между такими ЛПУ при постоянном спросе на медицинские услуги.

Рассмотрим три ситуации[3]:

1. Цена фиксированная, конкуренция между ЛПУ возникает на уровне качества оказываемых услуг.
2. Ценовая конкуренция при одинаковом качестве предоставляемых услуг.
3. Цена и качество влияют на выбор пациента.

1. Конкуренция по качеству

Исследуем ситуацию, когда на одной территории функционируют два ЛПУ, оказывающих определенную медицинскую услугу по фиксированной цене p. Целевая функция i-го ЛПУ будет иметь следующий вид:

$$F_i(Q,p) = AD_i(Q)(p-c_{0,i}) - k_i(Q_i)^{\beta}, \quad (1)$$

где A - спрос на услугу, оказываемую ЛПУ;

$Q=(Q_1,Q_2,\ldots,Q_n)$ - вектор качества услуг;

$c_{0,i}$ - себестоимость оказания услуги;

$D_i(Q)$ - доля рынка i-го ЛПУ при условии, что

$$\sum_{i\in N} D_i(Q) = 1. \quad (2)$$

Представим, что ЛПУ выбирают уровень качества оказываемых услуг однократно и независимо, т.е. разыгрывают игру в нормальной форме и выполняется условие равновесия по Нэшу.

Продифференцируем целевую функцию (1) и приравняем к нулю, а также примем, что

$$D_i(Q) = \frac{(Q_i)^{\beta}}{\sum_{j\in N}(Q_j)^{\beta}}, \quad (3)$$

$$A(p-c_{0,i})\frac{\sum_{j\neq i}(Q_j)^{\beta}}{(\sum_{j\in n}(Q_j)^{\beta})^2} = k_i. \quad (4)$$

Просуммируем выражение (4) по всем ЛПУ и, приняв за $\sigma_i = \dfrac{k_i}{A(p-c_{0,i})}$, получим:

$$\sum_{j\in N}(Q_j)^{\beta} = \frac{n-1}{\sum_{j\in n}\sigma_j}. \quad (5)$$

Интегрируя выражение (5) в (4), получим:

$$Q_i^{\beta} = \frac{n-1}{\sum_{j\in}\sigma_j}\left[1 - \frac{\sigma_i(n-1)}{\sum_{j\in N}\sigma_j}\right]. \quad (6)$$

Подставляя σ_i, окончательно получаем модель оценки для равновесных по Нэшу значений качества:

$$Q_i^* = \left[\frac{A(n-1)}{\sum\limits_{j\in N} \frac{k_j}{p-c_{0,i}}} \left(1 - \frac{k_i(n-1)}{(p-c_{0,i})\sum\limits_{j\in N} \frac{k_j}{p-c_{0,i}}} \right) \right]^{1/\beta} . \quad (7)$$

Из (7) видно, что с увеличением значения параметра А возрастает значение функции Q^*, т.е. увеличение спроса вынуждает ЛПУ повышать качество оказываемых услуг.

Рассмотрим эффективность (по Парето) равновесия Нэша[4]. В случае одновременного снижения ЛПУ качества с Q^*_i до Q_i^{**}, согласно (3), количество пациентов у ЛПУ остается неизменным, так же как и выручка и доля рынка. Из этого следует, что ЛПУ выгодно с точки зрения прибыли одновременно и равномерно снизить качество оказываемой услуги.

Можно утверждать, что равновесие Нэша (7) неэффективно по Парето.

Исследуем, как повлияет увеличение количества ЛПУ на выбираемое ими качество предлагаемых медицинских услуг. В случае, когда все ЛПУ одинаковые, значение равновесного качества Q^* (7) примет следующий вид:

$$Q^* = \left[\frac{A(n-1)(p-c_{0,i})}{n^2 k} \right]^{1/\beta} . \quad (8)$$

Из выражения (8) следует, что функция Q^* убывает с ростом числа ЛПУ.

Можно утверждать, что при фиксированном спросе совершенная конкуренция приводит к снижению равновесного качества. Максимума функция достигает в случае дуополии. При фиксированной цене с ростом себестоимости k на оказываемую услугу ЛПУ будет пытаться сократить расходы на поддержание качества, т.е. снижается Q^*.

Подставив выражение (8) в целевую функцию (1), получаем:

$$F(Q^*, p) = A\frac{1}{n^2}(p - c_{0,i}) . \quad (9)$$

Отсюда следует, что с увеличением числа ЛПУ снижается прибыль каждого. С ростом себестоимости оказываемой медицинской услуги прибыль ЛПУ снижается.

2. Ценовая конкуренция при постоянном спросе на медицинские услуги

Рассмотрим два ЛПУ, оказывающих одинаковую медицинскую услугу с фиксированным качеством Q. Целевая функция i-го ЛПУ при этом будет иметь следующий вид:

$$F_i(Q,p) = AD_i(p)(p_i - c_{0,i}) - kQ^\beta . \quad (10)$$

Предположим, что ЛПУ разыгрывают игру в нормальной форме, т.е. выбирают цены на оказываемые услуги одновременно и независимо.

Обозначим λ - степень конкурентоспособности по цене, $\lambda \geq 0$. При $\lambda = 0$ спрос делится между всеми ЛПУ равномерно.

Примем, что

$$D_i(p) = \frac{1}{n} + \lambda(\frac{1}{n-1}\sum_{j\neq i} p_j - p_i). \quad (11)$$

Дифференцируя целевую функцию (10), подставив в нее зависимость (11) и приравнивая производную к нулю, получим:

$$p_i = \frac{\lambda n \sum\limits_{j\in N} p_j + n - 1 + c_{0,i}\lambda n(n-1)}{\lambda n(2n-1)} . \quad (12)$$

Просуммируем выражение (12) по двум ЛПУ и обозначим $p_\Sigma = \sum\limits_{j\in N} p_j$, $c_\Sigma = \sum c_{0,i}$:

$$p_\Sigma = \frac{1}{\lambda} + c_\Sigma . \quad (13)$$

Получим выражение для значений цен равновесных по Нэшу, подставив полученное выражение (13) в выражение (12):

$$p_i^* = c_{0,i} + \frac{n-1}{2n-1}\left[\frac{1}{n-1}\sum c_{0,j} - c_{0,i} \right] + \frac{1}{\lambda n} . \quad (14)$$

Проанализируем зависимость равновесной цены p_i^* от количества ЛПУ и степени конкурентоспособности λ.

Согласно моделям (10) и (11) следует, что при отсутствии конкуренции $\lambda = 0$, для ЛПУ выгодно увеличивать цену на оказываемую услугу. Равновесная цена при этом снижается, так же как и при увеличении числа ЛПУ, оказывающих подобную услугу.

Из моделей (14) следует, что увеличение себестоимости на оказываемую услугу повлечет за собой рост p_i^*.

Рассмотрим ситуацию, когда все ЛПУ одинаковые, подставив выражение (14) в целевую функцию (10):

$$F(Q,p^*) = A\frac{1}{\lambda n^2} - kQ^\beta . \qquad (15)$$

Из выражения (12) и (15) следует, что с ростом числа ЛПУ и с увеличением степени конкурентоспособности прибыль каждого конкретного медучреждения сокращается и будет расти при снижении себестоимости.

3. Конкуренция по цене и качеству при постоянном спросе

Рассмотрим ситуацию, когда на спрос медицинской услуги оказывают влияние и цена, и качество. В этом случае доля рынка i-го ЛПУ имеет вид

$$D_i(Q,p) = \delta\frac{(Q_i)^\beta}{\sum_{j\in N}(Q_j)^\beta} + \lambda(\frac{1}{n-1}\sum_{j\neq i} p_j - p_i), \qquad (16)$$

где δ - степень конкурентоспособности по качеству.

$$\sum_{i\in N} D_i(Q,p) = \delta . \qquad (17)$$

Если $\delta = 1$, то при $\lambda = 0$ получим модель (3), а в случае, когда все ЛПУ одинаковые, получим модель (11).

В данном случае целевая функция i-го ЛПУ будет иметь следующий вид:

$$F_i(Q,p) = A\left(\delta\frac{(Q_i)^\beta}{\sum_{j\in N}(Q_j)^\beta} + \lambda(\frac{1}{n-1}\sum_{j\neq i} p_j - \right.$$

$$\left. - p_i)\right)(p_i - c_{0,i}) - k_i(Q_i)^\beta . \qquad (18)$$

Продифференцируем полученное выражение целевой функции (18) и приравняем к нулю, после чего просуммируем полученное выражение по всем ЛПУ:

$$p_i = \frac{n-1}{2n-1}(c_{0,i} + \frac{\delta}{\lambda}\cdot\frac{(Q_i)^\beta}{\sum_{j\in N}(Q_j)^\beta} + \frac{1}{n-1}\sum_{j\in N} p_j), \qquad (19)$$

$$\sum_{j\in N} p_j = \sum_{j\in N} c_{0,i} + \frac{\delta}{p} . \qquad (20)$$

Подставляя выражение (20) в (19), и находятся равновесные по Нэшу цены при фиксированном качестве оказываемых услуг:

$$p_i^* = \frac{\delta(n-1)}{\lambda(2n-1)}\cdot\frac{(Q_i)^\beta}{\sum_{j\in N}(Q_j)^\beta} + \frac{1}{2n-1}\sum_{j\in N} c_{0,i} +$$

$$+ \frac{n-1}{2n-1}c_{0,i} + \frac{\delta}{\lambda(2n-1)} . \qquad (21)$$

Из модели (21) следует, что с ростом качества предоставляемых услуг растет равновесная цена и убывает с ростом конкуренции.

Примем: $\frac{\delta(n-1)}{\lambda(2n-1)} = B$,

$$\frac{1}{2n-1}\sum_{j\in N} c_{0,i} + \frac{n-1}{2n-1}c_{0,i} + \frac{\delta}{\lambda(2n-1)} = T_i .$$

Запишем выражение равновесной цены:

$$p_i^* = B\frac{(Q_i)^\beta}{\sum_{j\in N}(Q_j)^\beta} + T_i . \qquad (22)$$

Подставив равновесное значение цены (22) в выражение (18), получим:

$$F_i(y,p_i^*) = A\lambda(B\frac{y_i}{\sum_{j\in N} y_j} + T_i - c_{0,i})^2 - k_i y_i , \qquad (23)$$

где $(Q_i)^\beta = y_i$.

Продифференцируем целевую функцию (23) и приравняем к нулю производную:

$$y_i = \frac{1}{2B}\sum_{j\in N} y_j\left((B - T_i + c_{0,i}) \pm \right.$$

$$\left. \pm\sqrt{(B + T_i - c_{0,i})^2 - 2k_i\frac{1}{A\lambda}\sum_{j\in N} y_j}\right) . \qquad (24)$$

Просуммировав выражение (24) по всем ЛПУ, получим уравнение для нахождения $\sum_{j\in N} y_j$:

$$(n-2)B - \sum_{j\in N}(T_i - c_{0,i}) \pm$$

$$\pm \sum \sqrt{(B + T_i - c_{0,i})^2 - 2k_j \frac{1}{A\lambda} \sum_{j \in N} y_j} = 0 \,. \quad (25)$$

Рассмотрим случай, когда все ЛПУ одинаковые. Тогда

$$B = \frac{\delta(n-1)}{\lambda(2n-1)}, \; T = c_{0,i} + \frac{\delta}{\lambda(2n-1)},$$

и из модели (25) получаем:

$$Q^* = \left(\frac{2A\delta^2 (n-1)^2}{n^3 k \lambda (2n-1)} \right)^{1/\beta}. \quad (26)$$

Из выражения (26) следует, что с увеличением числа ЛПУ, оказывающих одинаковую медицинскую услугу, и с ростом степени конкуренции по цене и себестоимости равновесное качество снижается. С увеличением же значения параметра δ равновесное качество повышается.

Подставим в модель равновесной цены (21) значение равновесного качества (26):

$$p^*(Q^*) = c_{0,i} + \frac{\delta}{n\lambda}. \quad (27)$$

Из указанного следует, что с ростом числа ЛПУ и с увеличением степени конкурентоспособности λ равновесная цена снижается.

Подставим выражения (26) и (27) в целевую функцию ЛПУ (18):

$$F(Q^*, p^*) = A \frac{\delta(3n-2)}{n^3 \lambda (2n-1)}. \quad (28)$$

Из модели (28) следует, с ростом числа ЛПУ и с увеличением степени конкурентоспособности λ равновесное качество снижается. При повышении показателя целевая функция возрастает.

Представим полученные результаты в таблице. Символ ↓(↑) означает, что с ростом данного параметра функция убывает (возрастает). Символ “ – ” означает, что влияние соответствующего параметра на данные функцию не рассматривается.

Сводная таблица по рассматриваемым моделям

Параметры			$c_{0,i}$	n	λ	δ	k
Постоянный спрос	1	Q^*	↓	↓	–	–	↓
		$F(Q^*)$	↓	↓	–	–	–
	2	p^*	↑	↓	↓	–	–
		$F(p^*)$	–	↓	↓	–	–
	3	Q^*	–	↓	↓	↑	↓
		p^*	↑	↓	↓	↑	–
		$F(Q^*, p^*)$	–	↓	↓	↑	–

Таким образом, в статье были рассмотрены механизмы организационного управления, позволяющие решать задачи конкуренции между ЛПУ в зависимости от параметра цены и качества оказываемых медицинских услуг.

---

[1] *Торгунов И.А.* Конкуренция в здравоохранении и медицине // Менеджер здравоохранения. 2005. № 12. С. 21-35.

[2] Экономика здравоохранения / под ред. В.Ф. Москаленко. Винница, 2010. С. 67-74.

[3] Экономика здравоохранения / под ред. М.Г. Колосницыной, И.М. Шейман, С.В. Шишкина. М., 2009. С. 243-256.

[4] *Дуганов М.Д.* Оценка эффективности расходов на здравоохранение на региональном и муниципальном уровнях. М., 2007. С. 76.

Поступила в редакцию 06.05.2013 г.