
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

ВЫЧИСЛИМАЯ МОДЕЛЬ МОДЕРНИЗИРУЕМОЙ ОТРАСЛИ

© 2013 г. А.С. Плещинский, Е.С. Жильцова

(Москва)

Предложена вычислимая динамическая модель модернизируемой отрасли, предприятия которой применяют различные инновационные стратегии в условиях олигополистической конкуренции. Разработанный компьютерный инструментарий позволяет вычислять траектории развития предприятий, описываемые показателями инновационной, операционной и финансовой деятельности. Способы производства характеризуются нелинейными затратами, эластичность спроса по цене постоянна. В каждом периоде времени положение отрасли является равновесием Курно и зависит от применяемой предприятиями технологии. Исследованы стратегии инноватора, преследователя, предприятия, отказавшегося от модернизации или покупающего лицензию.

Ключевые слова: модернизация, технологическая инновация, инноватор, конкуренция, снижение издержек, конкурентное преимущество.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ АНАЛИЗА

Теория анализа исследований, разработок и освоения новых технологий (ИРОТ) (Тироль, 2000; Хэй, Моррис, 1999; Aghion, Howitt, 1999) актуальна для реализации инноваций и модернизации производства. Модели инновационных и имитационных стратегий дают ответы на вопросы, возникающие при анализе процессов развития производственных систем (Балацкий, 2012; Дементьев, 2006; Polterovich, Tonis, 2003). Важное практическое значение имеют те модели ИРОТ, которые позволяют анализировать результаты модернизации производства при внедрении нововведений в условиях олигополистической конкуренции предприятий. Соответствующая этому случаю аналитическая модель модернизации производства инноватором и его преследователем (Плещинский, Жильцова, 2013) позволила получить ряд результатов. Выявлены условия выигрыша инноватора или преследователя при реализации различных стратегий, отличающихся сроками и затратами. Исследована дуополия при отсутствии стратегии модернизации у конкурента инноватора. Рассмотрены результаты модернизации, когда преследователь покупает лицензию на новую технологию. Определено влияние сроков ИРОТ и инновационных издержек на результаты конкуренции.

Для исследования более общего варианта процесса развития предприятий, применяющих различные инновационные стратегии, экономико-математическая модель которого неразрешима аналитическими методами, разработана вычислимая модель. К ее возможностям относится учет нелинейности функций спроса на конечный продукт и производственных издержек предприятий рассматриваемой отрасли. Вычислимая динамическая модель оперирует большим числом факторов по сравнению с аналитической моделью, тем самым она позволяет проследить влияние характеристик производства, рынка и используемых стратегий на исход экономического состязания в более широком диапазоне случаев, обеспечивая продвинутый уровень предлагаемого мезоэкономического анализа.

Объектом анализа является модернизируемая отрасль, в которой предприятия стремятся получить конкурентное преимущество на рынке путем внедрения новой технологии, позволяющей снизить издержки производства определенного продукта. Фирмы могут осуществлять нововведение в результате исследований, разработок и освоения новых технологий (ИРОТ), а также приобретением права на использование инновации у предприятия–держателя патента.

В отрасли функционируют предприятия, внедряющие новые технологии, в отличие от производителей, которые продолжают использовать старые технологии, не затрачивая ресурсы ни на исследования и разработки, ни на приобретение лицензий. Фирма, первая осуществляющая нововведения, называется инноватором. Другие предприятия с некоторым запозданием проводят собственные ИРОТ или внедряют более эффективную технологию, покупая лицензию у держателя патента. Их мы именуем преследователями. Предприятия первой группы преследователей по сути являются инноваторами, второй, внедряя самые современные, но уже существующие технологии, осуществляют модернизацию производства.

Затраты инноваторов на ИРОТ больше, однако они первыми получают конкурентное преимущество на определенное время, когда их операционные производственные издержки ниже преследователей. Это происходит до тех пор, пока конкуренты инноваторов также не станут использовать новую технологию. Предприятия, которые не могут или не хотят внедрять нововведения, не обременяют себя инновационными издержками. При этом их операционные производственные издержки выше, а конкурентоспособность слабее, чем у инноваторов и преследователей.

Рассматриваемая отрасль является олигополией, в которой предприятия конкурируют по объему выпуска однородного продукта. Функционирование объекта будем исследовать за время жизни новой технологии до момента времени, когда появится еще более эффективный способ производства. Предметом анализа являются результаты конкуренции и эффективность стратегий предприятий – инноваторов и преследователей, а также тех, которые используют первоначальную технологию.

Объект анализа имеет следующие характеристики.

1. Модернизируемая отрасль является олигополией Курно.
2. Принципиальной особенностью является асимметрия между участниками конкурентной гонки. Операционные производственные издержки предприятий не равны в одном и том же периоде времени. Эта особенность обусловлена различными инновационными стратегиями предприятий, которые могут применять отличные друг от друга технологии.
3. Операционные производственные издержки нелинейные.
4. Предприятия отрасли реализуют свою продукцию на рынке, функция спроса на котором не меняется за время жизни новой технологии. Отметим, что неизменность функции спроса в течение рассматриваемого интервала времени не является принципиальным ограничением для предлагаемого метода анализа и может быть снята.
5. Эластичность спроса по цене постоянна.
6. Траектории функционирования предприятий характеризуются тем, что в каждый период времени отрасль находится в равновесии Курно.
7. Предприятия осуществляют модернизацию за счет собственных и заемных средств.
8. Стратегическая цель каждого предприятия состоит в получении максимального интегрированного дохода за время жизни новой технологии в результате согласованной инновационной, производственной и финансовой деятельности. Инновационная стратегия принимается или отвергается предприятием, если его чистый приведенный доход за время жизни более эффективной технологии увеличивается или, соответственно, уменьшается в результате внедрения нового способа производства по сравнению с величиной интегрального дохода при используемой ранее технологии.

ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ МОДЕЛИ

Предлагаемая вычислительная модель модернизируемой отрасли промышленности предназначена для выявления следующих результатов деятельности предприятий в условиях олигополистической конкуренции.

1. Определение траекторий развития предприятий, описываемых параметрами инновационной, операционной и финансовой деятельности, относящимися к модернизации производства.

2. Сравнение экономической эффективности стратегий инноватора и последователя. Для предприятия-преследователя можно проверять целесообразность проведения собственных ИРОТ или приобретения прав на применение новой технологии. Для предприятия, отказывающегося от стратегии модернизации, выявляются последствия его конкуренции с предприятиями, которые снизили операционные производственные издержки в результате нововведений.

3. Определение сроков реализации ИРОТ преследователем или взаимовыгодной цены лицензии на новую технологию, покупаемую им у предприятия-держателя патента.

4. Анализ финансовой стратегии, связанной с модернизацией производства. Модель использует правило кредитования: “заимствовать, когда необходимо, возвращать долг, когда возможно”. Определяются объемы и сроки привлечения и возврата заемных средств.

5. Модель позволяет ответить на вопросы, связанные с воздействием нововведений на положение в отрасли: как меняется отраслевой выпуск, цена продукта, суммарная выгода потребителей и производителей.

6. Экономический эффект инновационного развития и модернизации предприятий отрасли для общества характеризуется показателем его благосостояния. Мезоэкономический показатель общественного благосостояния в предлагаемой модели оценивается суммой чистых приведенных доходов всех предприятий и выгоды (излишка) потребителей.

7. Сумма налогов на прибыль и добавленную стоимость, которая является частью общественного эффекта, учтена в прибыли предприятий, исчисляемой до налогообложения. В данной модели выделение налога на прибыль и добавленную стоимость нецелесообразно, так как приводит к загромождению и существенно не влияет на результаты анализа.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ОТРАСЛИ

Процесс развития предприятий отрасли отражается в периодах $t = 1, \dots, T$ жизни новой технологии. Обратная функция спроса

$$P_t(Q_t) = aQ_t^{-1/E}, t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

где P_t – цена продукта, Q_t – отраслевой выпуск в период t , а параметрами являются a – цена продукта при единичном объеме отраслевого выпуска и E – эластичность спроса по цене. Отраслевой выпуск

$$Q_t = \sum_{j=1}^m q_{jt}, t = 1, \dots, T, \quad (2)$$

где q_{jt} – объем производства предприятия j в период t ; m – число предприятий в отрасли.

Операционные производственные затраты $c_{jt}(q_{jt}) = VC_{jt} + FC_{jt}$ каждого производителя j в период t его функционирования складываются из переменных $VC_{jt} = b_{jt}q_{jt}^{\alpha_{jt}}$ и постоянных FC_{jt} . Переменные имеют постоянную эластичность по объему выпуска. Функция операционных затрат, зависящих от объема выпуска, примет вид

$$c_{jt}(q_{jt}) = b_{jt}q_{jt}^{\alpha_{jt}} + FC_{jt}, j = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

где b_{jt} – переменные издержки при единичном объеме выпуска, α_{jt} – эластичность переменных издержек по объему выпуска.

Каждое предприятие максимизирует свою прибыль

$$\pi_{jt} = P_t(Q_t)q_{jt} - c_{jt}(q_{jt}), j = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T, \quad (4)$$

за период времени в условиях, когда конкурент не успевает отреагировать на изменение объема выпуска. Это выражается нулевыми вариациями, которые представляют собой предположения конкурирующих производителей об изменении выпуска соперника и имеют вид:

$$\frac{\partial q_{it}}{\partial q_{jt}} = 0, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, m; i \neq j; t = 1, \dots, T.$$

Условия равновесия Курно первого порядка с учетом нулевых предполагаемых вариаций (1) выражаются системой уравнений относительно переменных q_{jt} :

$$R_{jt}(q_{jt}) = \frac{\partial \pi_{jt}}{\partial q_{jt}} = P_t \left(1 - \frac{q_{jt}}{Q_t E} \right) - \alpha_{jt} b_{jt} q_{jt}^{\alpha_{jt}-1} = 0; \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T, \quad (5)$$

где отраслевой выпуск $Q_t = \sum_{j=1}^m q_{jt}$.

Условия максимума прибыли предприятий второго порядка для вогнутых (выпуклых вверх) функций имеют вид:

$$\frac{\partial^2 \pi_{jt}}{\partial q_{jt}^2} = - \frac{P_t}{Q_t E} \left[2 - \left(1 + \frac{1}{E} \right) \frac{q_{jt}}{Q_t} \right] - \alpha_{jt} (\alpha_{jt} - 1) b_{jt} q_{jt}^{\alpha_{jt}-2} < 0, \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T. \quad (6)$$

Решение системы (5) определяется поиском значений объемов q_{jt} , $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, производства предприятий, для которых сумма квадратов функций $R_{jt}(q_{jt})$, $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, реакция фирм минимальна и равна нулю:

$$\min_{q_{jt}, j=1, \dots, m; t=1, \dots, T} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m R_{jt}(q_{jt})^2 \quad \text{при условиях } Q_t = \sum_{j=1}^m q_{jt}, \quad t = 1, \dots, T. \quad (7)$$

Финансовая стратегия, связанная с инновационной деятельностью или модернизацией предприятий, описывается в модели следующими показателями: $p1(j, t)$ – инновационные затраты предприятий $j = 1, \dots, m$ в периодах $t = 1, \dots, T$ накопленным итогом:

$$p1(j, 0) = I_{j0}, \quad p1(j, t) = p1(j, t-1) + I_{j, t-1}, \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T; \quad (8)$$

$p2(j, t)$ – собственные средства предприятия $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$, доступные для инвестиций, накопленным итогом; $p2(j, 0)$ – заданная величина собственных средств в начале первого периода:

$$p2(j, t) = p2(j, t-1) + \delta \pi_{jt}, \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T; \quad (9)$$

$p3(j, t)$ – превышение накопленной суммы инвестиций над накопленной суммой доступных для инвестиций собственных средств:

$$p3(j, t) = \max(p1(j, t) - p2(j, t), 0), \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T; \quad (10)$$

$p4(j)$ – потребность предприятий $j = 1, \dots, m$ в заемном финансировании вычисляется как максимальное превышение накопленной суммы инвестиций над накопленной суммой собственных средств в периодах жизни новой технологии:

$$p4(j) = \max_{t=0, \dots, T} p3(j, t), \quad j = 1, \dots, m; \quad (11)$$

$p5(j, t)$ – привлечение кредита предприятием $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$ (в конце периода). При $t = 0$ в момент окончания нулевого периода недостаток собственных средств для требуемой величины инновационных вложений I_{j0} покрывается кредитом в размере, равном превышению I_{j0} над имеющейся величиной собственных средств. В случае, когда превышение инновационных затрат над суммой доступных собственных средств за периоды $\tau = 0, \dots, t$ больше величины займов за время $\tau = 0, \dots, t-1$, кредит в t периоде равен значению этого превышения. Эта финансовая стратегия основана на принципе “заимствовать, когда необходимо, и не больше требуемого объема”. Предприятие j берет кредит в периоде t в размере:

$$p5(j, 0) = \max(I_{j0} - p2(j, 0), 0),$$

$$p5(j, t) = \max(p1(j, t) - p2(j, t) - \sum_{\tau=0}^{t-1} p5(j, \tau), 0), \quad j = 1, \dots, m; \quad t = 1, \dots, T; \quad (12)$$

$p6(j, t)$ – проценты за кредит в периоде t начисляются от величины обязательств в предыдущем периоде:

$$p6(j, t) = pr p7(j, t - 1); \quad (13)$$

$p7(j, t)$ – долг предприятия $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$ с учетом процентов pr (в конце периода). В конце нулевого периода он равен величине полученного кредита. В период t этот показатель возрастает на величину взятого кредита и выплачиваемых процентов по нему и уменьшается на сумму, которая составляет погашение части (или всех) кредитных обязательств. В период, когда предприятие привлекает деньги, возврата долга не происходит. Долг предприятия j в периоде t равен:

$$p7(j, 0) = \max(I_{j0} - p2(j, 0), 0),$$

$$p7(j, t) = p7(j, t-1) + p5(j, t) + p6(j, t) - p8(j, t), \quad j = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T; \quad (14)$$

$p8(j, t)$ – возврат кредита и процентов предприятием $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$. Предприятие осуществляет погашение обязательств с учетом доступной величины собственных средств в те периоды, когда это возможно, и в необходимом объеме. Возврата долга не происходит до тех пор, пока сумма полученных кредитов меньше потребности предприятия в привлечении денег. Это означает, что предприятие еще нуждается в кредитовании. Условие возврата долга в промежутке t состоит в том, что накопленная сумма взятых кредитов достигла величины потребности предприятия в заемном финансировании. Погашающая долг положительная величина равна минимальной из двух. Первая – сумма обязательств за предыдущий период и проценты за текущий, т.е. долг с процентами за данный период времени. Вторая равна сумме доступных для инвестиций собственных средств предприятия в текущем периоде и взятых им кредитов за время $\tau = 0, \dots, t$, уменьшенной на инновационные затраты предприятий в периодах $\tau = 0, \dots, t$ и погашенному долгу за время $\tau = 0, \dots, t - 1$.

Обозначим

$$dr(j, t) = \min [p7(j, t - 1) + p6(j, t), p2(j, t) + \sum_{\tau=0}^t p5(j, \tau) - p1(j, t) - \sum_{\tau=0}^{t-1} p8(j, \tau)],$$

где $p8(j, 0) = 0$. Для этой величины dr получаем сумму возврата кредита и процентов предприятием $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$:

$$p8(j, t) = \begin{cases} \max(dr(j, t), 0), & \text{если } \sum_{\tau=0}^t p5(j, \tau) \geq p4(j); \\ 0, & \text{если } \sum_{\tau=0}^t p5(j, \tau) < p4(j). \end{cases} \quad (15)$$

$P9(j, t)$ – платежный баланс предприятия $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$. Условием коммерческой реализуемости инновационного проекта предприятия j является неотрицательная величина показателя $P9(j, t) \geq 0$ для всех периодов $t = 1, \dots, T$. Платежный баланс в конце нулевого периода равен сумме собственных средств и полученного кредита в начале первого периода, уменьшенной на размер инновационных вложений и расход средств на возврат долга. Платежный баланс в период t складывается из величины этого показателя в предыдущем периоде, отчислений из прибыли на инновации и полученного кредита за вычетом суммы инновационных вложений и средств на возврат долга. Соответствующие выражения имеют вид:

$$P9(j, 0) = P2(j, 0) + P5(j, 0) - I_{j0} - P8(j, 0),$$

$$P9(j, t) = P9(j, t - 1) + \delta \pi_{jt} + P5(j, t) - I_{jt} - P8(j, t), \quad j = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T. \quad (16)$$

Разность денежных притоков, связанных с привлечением кредитов, и оттоков, относящихся к возврату долга и процентов, дает чистый денежный поток $s_{jt} = p5(j, t) - p8(j, t)$, $t = 0, \dots, T - 1$, от финансовой деятельности, связанной с технологической инновацией. В конце последнего периода T жизни новой технологии собственные средства $s_{jT} \geq 0$ или долг предприятия $s_{jT} \leq 0$ равны $s_{jT} = p9(j, T) - p7(j, T)$, $j = 1, \dots, m$.

Интегральный эффект для предприятия оценивается величиной чистого дисконтированного дохода от инновационной, операционной и финансовой деятельности за период жизни новой технологии:

$$NPV_j = s_{j0} - I_{j0} + \sum_{t=1}^T \frac{\pi_{jt} + s_{jt} - I_{jt}}{(1+d)^t}, \quad j = 1, \dots, m, \quad (17)$$

где I_{jt} – инновационные вложения фирмы j в период t , $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, d – доходность наиболее эффективного альтернативного проекта.

Интегральный эффект от модернизации отрасли для всех экономических агентов – производителей и потребителей – измеряется показателем общественного благосостояния. Величина этого общественного эффекта pw определяется суммой чистых дисконтированных доходов всех предприятий отрасли и дисконтированной суммой излишков потребителей за время жизни новой технологии. Выгода (излишек) w_t потребителей от технологической инновации в отрасли в периоде t определяется величиной

$$w_t = \int_0^{Q_t} P_t(Q_t) dQ_t - P_t Q_t = a \frac{Q_t^{1-1/E}}{1-1/E} - P_t Q_t, \quad t = 1, \dots, T.$$

Отсюда следует, что общественный эффект равен:

$$pw = \sum_{j=1}^m NPV_j + \sum_{t=1}^T \frac{w_t}{(1+d)^t} = \sum_{j=1}^m NPV_j + \frac{a}{E-1} \sum_{t=1}^T \frac{Q_t^{1-1/E}}{(1+d)^t}. \quad (18)$$

Дополнительными показателями являются рентабельности инвестиций

$$PI_j = \sum_{t=1}^T \frac{\pi_{jt} + s_{jt}}{(1+d)^t} / \sum_{t=0}^T \frac{I_{jt}}{(1+d)^t}, \quad j = 1, \dots, m, \quad (19)$$

и операционных затрат

$$CI_{jt} = \frac{\pi_{jt}}{c_{jt}(q_{jt})}, \quad j = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T. \quad (20)$$

Предлагаемая вычислимая модель позволяет анализировать инновационную, операционную и финансовую деятельность предприятий, связанную с ИРОТ инноваторов, ИРОТ или модернизацией производства преследователями.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходными данными для модели являются параметры функции спроса на отраслевой продукт и характеристики старой и новой технологии его производства. Реализация проектов IP_j технологической инновации запускает процесс развития предприятий $j = 1, \dots, m$ отрасли. Проекты задаются кортежами $IP_j = (I_{j0}, I_{jt}, b_{jt}, \alpha_{jt}, FC_{jt})$, $t = 1, \dots, T$. Инновационные вложения I_{j0} , I_{jt} инноватора и преследователя $j = 1, \dots, m$ в периоде $t = 1, \dots, T$ обеспечивают снижение операционных производственных затрат в результате выполнения проекта IP_j до значений $c_{jt}(q_{jt})$, $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, которые, в свою очередь, зависят от искомых объемов q_{jt} , $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, производства в условиях олигополистической конкуренции.

Известны параметры обратной функции спроса (1) на продукт отрасли в течение времени жизни новой технологии: E – эластичность спроса по цене; a – цена товара при единичном объеме отраслевого выпуска.

Определена величина ставки дисконтирования в (17), (18): d – доходность наиболее эффективного альтернативного проекта.

Проект IP_j технологической инновации предприятия $j = 1, \dots, m$ задает параметры функции (3) операционных производственных затрат в результате внедрения новой технологии инновато-

ром или последователем: I_{j0}, I_{jt} – инновационные затраты предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$; α_{jt} – эластичность переменных издержек предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$ по объему выпуска; b_{jt} – переменные издержки предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$ при единичном объеме выпуска; FC_{jt} – постоянные затраты предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$.

Указаны данные финансовой деятельности: pr – ставка процента за кредит; δ – доля чистой прибыли, направляемая на инновационные вложения.

Перечисленные исходные данные модели позволяют выполнить поиск решения задачи (7). В результате получаем искомые: q_{jt} – объемы производства предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$.

С учетом полученных значений выпусков предприятий и отрасли в целом определены: $R_{jt}(q_{jt})$ – реакции (5) предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$ на объемы выпусков конкурентов; $\partial R_{jt}(q_{jt})/\partial q_{jt}$ – предельные реакции (6) предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$ на объемы выпусков.

Рассчитываются следующие показатели операционной производственной деятельности предприятий: $c_{jt}(q_{jt})$ – операционные затраты (3) предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$; π_{jt} – прибыль (4) предприятий $j = 1, \dots, m$ в периоды $t = 1, \dots, T$.

Теперь стали известны отраслевые результаты нововведений и модернизации предприятий: Q_t – отраслевой выпуск (2) в периоды $t = 1, \dots, T$; P_t – цена (1) продукта в периоды $t = 1, \dots, T$.

Характеристики финансовой деятельности заданы выражениями (8)–(16).

Показатель эффективности стратегии технологической инновации – чистый текущий доход предприятий за время жизни новой технологии NPV_j , $j = 1, \dots, m$, вычисляется по формуле (17). Общественный эффект pw инноваций, рентабельности инвестиций PI_j , $j = 1, \dots, m$, и операционных затрат CI_{jt} , $j = 1, \dots, m$; $t = 1, \dots, T$, определяется соотношениями (18)–(20).

СЦЕНАРИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТРАСЛИ

Анализ результатов развития предприятий, использующих технологические инновации для повышения своей конкурентоспособности, основан на сравнении различных сценариев распространения технологий. Объектом приведенных расчетов является отрасль с двумя фирмами. Среди них предприятие 1 является инноватором, а предприятие 2 – преследователем. В качестве базового варианта рассмотрен случай симметричной дуополии, в которой оба производителя используют одну и ту же технологию, не имея тем самым конкурентных преимуществ. Различные варианты их поведения представлены в следующих сценариях.

Сценарий 1. Предприятия функционируют при издержках, соответствующих существующей технологии производства. Эта стратегия взята за основу для выявления эффектов распространения технологий в зависимости от характеристик инновационного процесса.

Приняты следующие исходные данные. Обратная функция спроса задана параметрами $a = 250$; $E = 1,3$. Альтернативная доходность капитала $d = 0,15$. Инновационные затраты предприятий отсутствуют, их величины $I_{j0} = 0$, $I_{jt} = 0$. Операционные издержки предприятий во всех периодах времени равны и заданы величинами $b_{jt} = 100$; $\alpha_{jt} = 1,1$; $FC_{jt} = 50$, $j = 1, 2$; $t = 0, \dots, T$. Ставка процента за кредит $pr = 0,2$. Доля чистой прибыли, направляемой на инновационные вложения, $\delta = 1$. Время жизни проекта $T = 9$.

Равновесная траектория функционирования предприятий $j = 1, 2$ в периоды $t = 1, \dots, T$ характеризуется равными объемами $q_{jt} = 0,8$ производства. Они получают одинаковые прибыли $\pi_{jt} = 11,3$ за каждый период, а рентабельности операционных затрат $CI_{jt} = 8,9\%$. Отраслевая цена продукта $P_t = 174,7$ одна и та же в каждом периоде времени. Общественный эффект $pw = 4593,4$. Конкуренты получают равные чистые дисконтированные доходы $NPV_j = 82,96$ за время анализа их инновационной деятельности.

Сценарий 2. Преследователь разрабатывает и внедряет новую технологию, повторяя стратегию инноватора с запозданием, и проигрывает.

Таблица 1*

Период функционирования	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Инноватор										
<i>Сценарии 2–5</i>										
Эластичность переменных издержек по объему выпуска		1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Переменные затраты при единичном объеме выпуска		100	100	90	90	90	90	90	90	90
Постоянные затраты		50	50	15	15	15	15	15	15	15
Инновационные вложения	40, 0	40, 0	40, 0	0	0	0	0	0	0	0
Преследователь										
<i>Сценарий 2</i>										
Эластичность переменных издержек по объему выпуска		1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Переменные затраты при единичном объеме выпуска		100	100	100	100	90	90	90	90	90
Постоянные затраты		50	50	50	50	15	15	15	15	15
Инновационные вложения	0, 0	0,0	0,0	40,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Сценарий 3</i>										
Эластичность переменных издержек по объему выпуска		1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Переменные затраты при единичном объеме выпуска		100	100	100	100	90	90	90	90	90
Постоянные затраты		50	50	50	50	15	15	15	15	15
Инновационные вложения	0, 00	0,00	0,00	30,00	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Сценарий 4</i>										
Эластичность переменных издержек по объему выпуска		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Переменные затраты при единичном объеме выпуска		100	100	100	100	100	100	100	100	100
Постоянные затраты		50	50	50	50	50	50	50	50	50
Инновационные вложения	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Сценарий 5</i>										
Эластичность переменных издержек по объему выпуска		1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Переменные затраты при единичном объеме выпуска		100	100	100	100	90	90	90	90	90
Постоянные затраты		50	50	50	50	15	15	15	15	15
Инновационные вложения		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

* Пустые ячейки в таблице предназначены для задания инновационных вложений в нулевой период.

Характеристики инновационных проектов предприятий заданы кортежами $IP_j = (I_{j0}, I_{jt}, \alpha_{jt}, b_{jt}, FC_{jt})$, $t = 1, \dots, T$; $j = 1, 2$, и представлены в части табл. 1, относящейся к данному сценарию. В рассматриваемых периодах функционирования предприятий можно выделить три группы – $T1$, $T2$, $T3$. Первая ($T1$) соответствует использованию обоими конкурентами старой технологии и проведению ИРОТ инноватором. Периоды времени $T1$ имеют номера $t = 0, \dots, t_1$. В течение периодов $t = t_1 + 1, \dots, t_2$ инноватор второй группы ($T2$) перешел на производство по разработанной им более прогрессивной технологии, а преследователь применяет старую технологию и выполняет собственные ИРОТ. В третьей группе ($T3$) периодов $t = t_2 + 1, \dots, T$ оба предприятия применяют новую технологию, поэтому их операционные производственные издержки равны и меньше, чем в периоды $T1$. В данных расчетах принято $t_1 = 2$, $t_2 = 4$, $T = 9$.

Будем считать, что затраты на нововведение преследователя меньше, чем инноватора. Когда предприятие 2 разрабатывает технологическую инновацию после того, как этот процесс завершит предприятие 1, ему может быть известна часть необходимой информации, что сокращает издержки на ИРОТ. Величина снижения инновационных затрат в результате повторения стратегии с запозданием определяет итог конкуренции, а именно: кто выигрывает по чистому текущему доходу – инноватор или преследователь.

В группах периодов $T2$, $T3$ более эффективная технология обеспечивает инноватору снижение эластичности переменных издержек на 4,5% относительно базового варианта, переменных издержек производства при единичном объеме выпуска – на 10%, постоянных затрат – на 70%.

Преследователь, осуществляя в период $T2$ инновационные вложения, дисконтированная текущая сумма которых составляет 47% от соответствующей величины у инноватора, разрабатывает и внедряет такую же технологию, поэтому имеет аналогичное снижение параметров функции производственных затрат, но только в группе периодов $T3$. В данном сценарии инноватор и преследователь получают чистые текущие доходы 100,6 и соответственно 97,6. Это означает выигрыш инноватора.

Сценарий 3. Преследователь разрабатывает и внедряет новую технологию, повторяя стратегию инноватора с запозданием, и выигрывает.

В этом варианте инноватор ведет себя так же, как по сценарию 2, поэтому в группах периодов $T2$, $T3$ он получает соответствующие значения параметров функции производственных затрат. Проект более информированного или квалифицированного преследователя (см. табл. 1) отличается меньшими инновационными затратами, чем в предыдущем случае. Дисконтированная текущая сумма инновационных вложений предприятия 2 составляет 35% от соответствующей величины у предприятия 1. В результате преследователь, используя в периодах $T3$ новую технологию, имеет такое же снижение характеристик функции производственных затрат, как по сценарию 2. Вследствие того, что дисконтированные затраты на ИРОТ предприятия 2 в этом сценарии меньше, чем в предыдущем, инноватор и преследователь получают чистые текущие доходы 100,6 и 120,2 соответственно. Это означает, в отличие от сценария 2, выигрыш преследователя.

Сценарий 4. Инноватор разрабатывает и внедряет новую технологию, преследователь использует старую.

Инноватор реализует ту же стратегию, что и по сценарию 2, преследователь (см. табл. 1) не может или не желает модернизировать производство, поэтому его инновационные вложения равны нулю, а производственные затраты в периодах функционирования соответствуют базовому варианту. В результате конкуренции первый и второй производители получают за время жизни новой технологии чистые текущие доходы 137,4 и соответственно 32,5. Такое существенное превышение целевого показателя свидетельствует об эффективности инновационной стратегии, дающей конкурентное преимущество предприятию 1.

Сценарий 5. Инноватор разрабатывает и внедряет новую технологию, преследователь покупает лицензию у инноватора и также внедряет новую технологию.

Важным фактором, влияющим на распространение инноваций, является патентная система. Покупка лицензий является альтернативой собственным исследованиям и разработкам. Фирмы – обладатели патентов на новые технологии не отказываются продавать права на использование этих технологий, причем лицензии дешевлеют с течением времени с учетом жизненного цикла

производимого продукта. Отказ в продаже лицензии не оказывает сдерживающего влияния на конкурентов, ведь они могут найти предложение у другого инноватора или самостоятельно разработать заменяющую технологию. Сценарий 5 отражает возможности развития фирм отрасли путем приобретения лицензий на технологические инновации у правообладателей.

Рассмотрим вариант дуополии, в которой предприятие 1 продает лицензию предприятию 2 по цене P . Сделка по продаже права на новую технологию, если она выгодна обоим конкурентам, возможна в период $\tau \geq t_1 + 1$, так как инноватор завершил ИРОТ в период t_1 . Если она состоится при цене $P > 0$, то чистый текущий доход инноватора увеличится на $k_s P$, а преследователя уменьшится на это же значение, где коэффициент приведения к началу первого периода $k_s = (1 + d)^{-\tau}$. Это справедливо без учета транзакционных издержек, включая эффект налогообложения. Ранее отмечалось, что такое незначительное упрощение модели не искажает получаемые выводы. Учесть налоги можно введением к значению цены множителя соответствующей величины. При изменении цены сделки характеристики равновесной траектории (кроме приведенных доходов предприятий) сохраняются, так как размеры операционных издержек в каждом периоде времени не зависят от P при условии продажи лицензии, в результате которой использование преследователем новой технологии обеспечивает ему сниженную величину производственных затрат.

Для цены $P > 0$ приведенный доход инноватора составит

$$NPV_n(P) = s_{10} - I_{10} + \sum_{t=1}^T \frac{\pi_{1t} + s_{1t} - I_{1t}}{(1+d)^t} + k_s P = NPV_1(P) + k_s P = NPV_n(0) + S_n + k_s P,$$

где дисконтированный доход от операционной и инновационной деятельности $NPV_n(0) = -I_{10} + \sum_{t=1}^T [(\pi_{1t} - I_{1t})/(1+d)^t]$, а от денежного потока, вычисляемого как разность притоков, связанных с привлечением кредитов, и оттоков, относящихся к возврату долга и процентов, $S_n = s_{10} + \sum_{t=1}^T [s_{1t}/(1+d)^t]$. Доход $NPV_1(P)$ предприятия 1 без учета выручки от продажи лицензии зависит от P , так как цена лицензии влияет на эффект S_n от финансовой деятельности. При $t < \tau$ притоки s_{10} , s_{1t} равны полученным кредитам, покрывающим недостаток собственных средств для выполнения ИРОТ. При $t \geq \tau$ оттоки s_{1t} равны суммам возврата долга и процентов и зависят от выручки P , равной цене лицензии. С увеличением P расходы на обслуживание долга уменьшаются или остаются теми же, так как долг или его часть погашаются ранее, в периоде τ , поэтому проценты по нему уменьшаются. Снижение суммы процентов тем больше, чем выше доля долга, погашаемого в периоде τ за счет продажи лицензии. Получили, что чистый дисконтированный доход инноватора $NPV_n(P)$ возрастает или не изменяется с увеличением P .

Приведенный доход преследователя составит

$$NPV_r(P) = s_{20} - I_{20} + \sum_{t=1}^T \frac{\pi_{2t} + s_{2t} - I_{2t}}{(1+d)^t} - k_s P = NPV_2(P) - k_s P = NPV_r(0) + S_r - k_s P,$$

где

$$NPV_r(0) = -I_{20} + \sum_{t=1}^T \frac{\pi_{2t} - I_{2t}}{(1+d)^t}, \quad S_r = s_{20} + \sum_{t=1}^T \frac{s_{2t}}{(1+d)^t}.$$

Доход $NPV_2(P)$ предприятия 2 без учета затрат на приобретение лицензии зависит от P в силу влияния составляющей его величины S_r . При $t < \tau$ преследователь не ведет ИРОТ, у него отсутствуют инновационные затраты, поэтому он не нуждается в кредитах, и денежные потоки s_{20} , s_{2t} равны нулю. В период τ предприятие 2 покупает лицензию, покрывая расходы или их часть за счет кредита. При $t > \tau$ оттоки s_{2t} равны суммам возврата долга и процентов и зависят от затрат P на покупку лицензии. С увеличением P расходы на обслуживание долга растут или остаются теми же, так как долг и проценты по нему тем больше, чем больше размер кредита, полученного в период τ для приобретения лицензии. Получили, что дисконтированный доход преследователя $NPV_r(P)$ убывает или не изменяется с увеличением P .

Продажа лицензии предприятием 1 возможна, если его доход возрастет или, по крайней мере, не уменьшится в результате осуществления предприятием 2 модернизации, снижающей его производственные затраты. Получаем величину нижней границы дохода инноватора, соответствующей случаю отказа от передачи права на новую технологию, при котором предприятие 2 использует старую. Из анализа сценария 4 известна величина NPV_{n0} чистого текущего дохода инноватора в такой выгодной для него ситуации. Предприятию 1 целесообразно продать лицензию конкуренту при условии $NPV_n(P) \geq NPV_{n0}$. Доход инноватора является возрастающей функцией цены лицензии.

Однако покупка лицензии целесообразна для предприятия 2, если в результате такого приобретения доход будет не меньше, чем при отсутствии модернизации. Из анализа сценария 4 известна величина NPV_{r0} – чистого текущего дохода в этом случае. Преследователю целесообразно купить лицензию, если $NPV_r(P) \geq NPV_{r0}$. Доход предприятия 2 является убывающей функцией цены лицензии.

Определим минимальную цену сделки P_{min} , для которой $NPV_n(P_{min}) = NPV_{n0}$. Для этого решим уравнение $NPV_n(P_{min}) = NPV_1(P_{min}) + k_s P_{min} = NPV_{n0}$ с требуемой точностью путем подбора соответствующего значения параметра P . В силу неубывания приведенного дохода $NPV_n(P)$ условие $NPV_n(P) \geq NPV_{n0}$ выполняется при $P \geq P_{min}$.

Из решения уравнения $NPV_r(P_{max}) = NPV_2(P_{min}) + k_s P_{min} = NPV_{r0}$ определим с требуемой точностью максимальную цену сделки P_{max} , для которой $NPV_r(P_{max}) = NPV_{r0}$, также путем подбора значения P . При $P \leq P_{max}$ выполняется условие $NPV_r(P) \geq NPV_{r0}$, так как $NPV_r(P)$ – невозрастающая функция цены лицензии.

При справедливости условия $P_{min} \leq P_{max}$ получили переговорное множество $P_{min} \leq P \leq P_{max}$ взаимовыгодной для инноватора и преследователя цены лицензии. При $P = P_{min}$ обладатель патента на новую технологию получает доход, гарантированный ему в случае отсутствия модернизации производства у конкурента. Для максимальной цены $P = P_{max}$ доход преследователя такой же, как при применении им старой технологии.

Переговоры конкурентов можно облегчить, когда известна величина $P_{0,5}$ цены лицензии, при которой каждый из них получает равный прирост дохода относительно гарантированного результата, соответствующего отказу от сделки. Это условие выполняется для цены $P_{0,5}$, которая является решением с требуемой точностью уравнения $NPV_n(P_{0,5}) - NPV_{n0} = NPV_r(P_{0,5}) - NPV_{r0}$. Такая цена определяется путем подбора соответствующего значения $P_{0,5}$.

По сценарию 5 инноватор ведет себя так же, как по сценарию 2. Преследователь в период $t = 4$ покупает по взаимовыгодной цене $P_{0,5} = 113,62$ лицензию на разработанную предприятием 1 новую технологию, причем его затраты на ИРОТ равны нулю. Эта сделка обеспечивает предприятию 2 (см. табл. 1) в периоды $t = 5, \dots, 9$ снижение эластичности переменных издержек (относительно базового варианта) на 4,5%, переменных издержек производства при единичном объеме выпуска – на 10%, постоянных затрат на – 70%. В результате разработки и применения новой технологии, а затем продажи лицензии чистый текущий доход инноватора составил 203,37, а преследователя, не проводившего ИРОТ, но купившего лицензию, – 98,5. По сравнению с доходами по сценарию 4, когда предприятие 2 не применяет новой технологии, конкуренты получили приросты текущих доходов от распространения лицензии на 65,98 каждый. Такой результат является следствием выбора цены сделки, дающей одинаковое увеличение дохода первому и второму предприятию относительно гарантированного результата. Переговорное множество задано минимальной и максимальной ценами лицензии, равной 37,83 и 234,06 соответственно, при которых весь прирост дохода получает преследователь или, наоборот, – инноватор.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ

Последствия конкуренции между инноватором и преследователем, траектории функционирования которых соответствуют стратегиям 1–5, представлены в итоговой табл. 2. В ней показаны относительные приросты показателей эффективности инноваций для потребителей, общества и производителей по сравнению с базовым вариантом, в котором нововведения не реализуются.

Таблица 2

Наименование показателя	Сценарий 2 (прирост к базовому варианту сценария 1), %			Сценарий 3 (прирост к базовому варианту сценария 1), %			Сценарий 4 (прирост к базовому варианту сценария 1), %			Сценарий 5 (прирост к базовому варианту сценария 1), %		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Периоды												
Отраслевой выпуск	0,0	8,8	18,7	0,0	8,8	18,7	0,0	8,8	8,8	0,0	8,8	18,7
Цена продукта	0,0	-6,3	-12,4	0,0	-6,3	-12,4	0,0	-6,3	-6,3	0,0	-6,3	-12,4
Общественное благосостояние		2,8			3,2			1,3			5,0	
Предприятие 1												
Выпуск	0,0	20,0	18,7	0,0	20,0	18,7	0,0	20,0	20,0	0,0	20,0	18,7
Операционные затраты	0,0	-21,1	-21,9	0,0	-21,1	-21,9	0,0	-21,1	-21,1	0,0	-21,1	-21,9
Удельные операционные затраты	0,0	-34,3	-34,2	0,0	-34,3	-34,2	0,0	-34,3	-34,3	0,0	-34,3	-34,2
Прибыль	0,0	392,1	297,0	0,0	392,1	297,0	0,0	392,1	392,1	0,0	392,1	297,0
Рентабельность операционных затрат	8,9	55,2	45,0	8,9	55,2	45,0	55,2	55,2	55,2	8,9	55,2	45,0
Рентабельность инновационных вложений		195,8			195,8			230,8			293,6	
Чистый текущий доход		21,3			21,3			65,6			145,1	
Предприятие 2												
Выпуск	0,0	-2,4	18,7	0,0	-2,4	18,7	0,0	-2,4	-2,4	0,0	-2,4	18,7
Операционные затраты	0,0	-1,6	-21,9	0,0	-1,6	-21,9	0,0	-1,6	-1,6	0,0	-1,6	-21,9
Удельные операционные затраты	0,0	0,8	-34,2	0,0	0,8	-34,2	0,0	0,8	0,8	0,0	0,8	-34,2
Прибыль	0,0	-86,8	297,0	0,0	-86,8	297,0	0,0	-86,8	-86,8	0,0	-86,8	297,0
Рентабельность операционных затрат	8,9	1,2	45,0	8,9	1,2	45,0	8,9	1,2	1,2	8,9	1,2	45,0
Рентабельность инновационных вложений		298,6			425,9			0,0			251,6	
Чистый текущий доход		17,7			44,9			-60,8			18,7	

В сценариях 2, 3, 5 модернизируются оба предприятия отрасли. В периоды T_2 происходит снижение производственных затрат у первого, а затем в периоды T_3 – и у второго. В результате увеличивается отраслевой выпуск, а рыночная цена снижается. Эти выгодные для потребителей изменения усиливаются в периоды использования новой технологии обоими производителями. По сценарию 4 предприятие 2 применяет старую технологию на протяжении всех периодов, поэтому отраслевой выпуск и цена продукта в периоды T_3 – такие же, как в T_2 . Улучшение относительно базового варианта для потребителей обусловлено инновационной стратегией предприятия 1.

Общественное благосостояние, измеряемое суммарной выгодой потребителей и производителей, возрастает при всех инновационных стратегиях. Минимальное улучшение этого показателя происходит по сценарию 4, когда предприятие 2 не осуществляет модернизации. Максимальное улучшение достигается по сценарию 5, когда преследователь экономит средства на ИРОТ, но покупает лицензию у инноватора и также сокращает производственные затраты.

В результате нововведения в сценариях 2–5 в группах периодов T_2 , T_3 операционные и удельные операционные затраты предприятия 1 сократились. Вследствие полученного конкурентного преимущества его выпуски и прибыли увеличились. Предприятие 2 в сценариях 2–5 в группах периодов T_2 в отличие от конкурента применяет старую технологию. Это влечет за собой небольшое снижение его выпуска и операционных затрат, а также снижение прибыли. В периоды T_3 по сценариям 2, 3 и 5 преследователь применяет инновацию, поэтому его операционные, удельные операционные затраты, выпуски и прибыли равны соответствующим показателям производства конкурента. В силу отсутствия технологической инновации у преследователя в периоды T_3 по сценарию 4 значения этих показателей такие же, как в периоды T_2 .

Стратегическая цель предприятий – получение в условиях олигополистической конкуренции максимального чистого текущего дохода в результате внедрения технологической инновации. В стратегиях 2 и 3 оба конкурента проводят ИРОТ, однако в первом случае этот целевой показатель выше у инноватора, чем у преследователя, а во втором – наоборот. Отметим, что каждое предприятие увеличивает свой доход за счет технологического нововведения относительно базового варианта, в котором они применяют старую технологию. По сравнению с указанными стратегиями инноватор по сценарию 4 имеет больший прирост дохода, чем его конкурент. Это объясняется тем, что предприятие 2 не внедряет нововведение, поэтому предприятие 1 получает преимущество, его доля на рынке растет, вследствие этого возрастает и доход. У предприятия 2 этот целевой показатель, наоборот, уменьшается по сравнению с базовым вариантом, в котором предприятие 1 также использует старую технологию. В сценарии 5 преследователь внедряет новую технологию, купив лицензию по цене, при которой он получает такой же прирост дохода относительно гарантированного результата, как и инноватор. Большее увеличение дохода предприятия 1 объясняется в этом случае тем, что у него высокий гарантированный результат, соответствующий сценарию 4, согласно которому предприятие 2 не использует технологическое нововведение. Отметим, что при минимальной цене лицензии инноватор получил бы такой же доход, как по сценарию 4, а при максимальной – доход преследователя равен значению этого показателя в случае применения им старой технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная вычислимая модель позволяет исследовать различные инновационные стратегии предприятий олигопольной отрасли. Инструментарий Excel оказался удобным для задания характеристик широкого класса инновационных стратегий, учета нелинейности производственных затрат предприятий и спроса на продукт отрасли, отображения операционной и финансовой деятельности, связанной с реализацией нововведений, вычисления равновесных по Курно траекторий функционирования развивающихся производителей.

Компьютерная модель модернизируемой отрасли позволяет проанализировать стратегии развития произвольного числа предприятий, действующих в течение заданного времени жизни сменяющих друг друга технологических инноваций. Это можно осуществить на основе скользящего горизонта планирования.

Теоретический и практический интерес представляет выявление эффективности инноваций для потребителей, производителей и общества в целом. Индикаторами улучшений могут служить приросты показателей предприятий и отрасли относительно базового варианта, в котором технологические инновации не осуществляются.

К решаемым задачам относятся определение целесообразности собственных исследований или, наоборот: приобретения лицензий, выявление предпочтительности роли или преследователя лидера в создании технологической инновации, расчет последствий отказа предприятия от модернизации, вычисление сроков создания и внедрения нововведения, а также взаимовыгодной цены лицензии на новую технологию.

Исследованы стратегии инноватора, преследователя, а также предприятия, отказавшегося от модернизации или покупающего лицензию. Анализ результатов этих стратегий показал следующее. В том случае, когда в отрасли конкурируют два предприятия – инноватор и преследователь – в зависимости от сроков исследований и внедрения новой технологии, а также от величины инновационных затрат и производственных издержек по новой технологии, по критерию чистого текущего дохода может выиграть любое из двух предприятий. Результатом внедрения технологической инновации является увеличение выпуска и снижение рыночной цены продукта отрасли. Такие выгодные для потребителя изменения усиливаются, когда новую технологию используют оба производителя.

Суммарная выгода потребителей и производителей возрастает по сравнению с вариантом, когда ни одно предприятие не осуществляет инновации при реализации всех исследованных инновационных стратегий.

Увеличение чистого текущего дохода предприятия в условиях олигополистической конкуренции в результате внедрения технологической инновации по сравнению со сценарием отсутствия развития происходит при любой из рассмотренных инновационных стратегий. Исключением является вариант, когда конкурирующее с инноватором предприятие не снижает производственные издержки, применяет старую технологию, т.е. отказывается от развития. Его чистый текущий доход ниже, чем в базовом варианте. Анализ инновационной стратегии приобретения лицензии на новую технологию показывает, что может быть вычислена взаимовыгодная цена лицензии, при которой каждый конкурент увеличивает доход относительно гарантированного результата, соответствующего отказу от сделки по передаче права на технологическую инновацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балацкий Е.В.** (2012). Технологическая диффузия и инвестиционные решения // *Журнал Новой экономической ассоциации*. № 3 (15).
- Дементьев В.Е.** (2006). Ловушка технологических заимствований и условия ее преодоления в двухсекторной модели экономики // *Экономика и мат. методы*. Т. 42. № 4.
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С.** (2013). Анализ результатов модернизации производства в условиях олигопольной конкуренции инноватора и его преследователя // *Экономика и мат. методы*. Т. 49. № 1.
- Тироль Ж.** (2000). Рынки и рыночная власть: теория организации промышленности. СПб.: Экономическая школа.
- Хэй Д., Моррис Д.** (1999). Теория организации промышленности. СПб.: Экономическая школа.
- Aghion P., Howitt P.** (1999). Endogenous growth theory. Massachusetts: MIT Press.
- Polterovich V., Tonis A.** (2003). Innovation and Imitation at Various Stages of Development. M.: New Economic School.

Поступила в редакцию
25.12.2012 г.

Computable Model of Industry's Modernization

A.S. Pleschinskiy, Ye.S. Jiltsova

The computable dynamic model of modernized branch of industry is offered. Industry enterprises use various innovative strategies in conditions of oligopoly competition. The developed computer toolkit allows to determine trajectories of enterprises development, described by indicators of innovative, operational and financial activity. Used technologies are characterized by nonlinear production costs, elasticity of demand at the price is constant. In each period of time industry's position is the balance of Cournot and depends on the production technology used by the enterprises. Strategies of in the innovator, its pursuer and the enterprise giving the modernization up or buying the license are researched.

Keywords: modernization, technological innovation, innovator, competition, cost reduction, competitive advantage.