

Управление и внедрение результатов инновационных проектов в условиях динамики внешней среды и диффузии проектов

Management and implementation of innovation project outcomes under environment dynamics and project diffusion

doi 10.26310/2071-3010.2020.254.12.015



Л. А. Мыльников,
к. т. н., доцент,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
leonid.mylnikov@pstu.ru

L. A. Mylnikov,
PhD, associate professor, Perm national research polytechnic university

Актуальность темы статьи связана с необходимостью повышения эффективности планирования и управления выпуском инновационной продукции и низким количеством инновационной продукции в доле Российского производства. Целью статьи стало рассмотрение задачи выбора времени внедрения проекта и повышение точности планирования, связанной с прогнозированием объема рынка за счет учета явления диффузии, которое наблюдается при работе на конкурентных рынках. Для описания явления диффузии предложено использование принципа аналогии с физической диффузией частиц. В статье на основе моделирования показано, что полученные таким образом результаты хорошо согласуются с теоретическими и статистическими данными, а также позволяют сформулировать задачи повышения эффективности в формальной постановке. Значимость полученных результатов связана с возможностью календарного планирования процесса внедрения новой продукции с учетом изменений конъюнктуры рынка.

The problem investigated in the paper is relevant due to the necessity to increase the efficiency of innovation product release planning and management as well as low innovation product share in Russian production. The paper is aimed at investigating time selection task for project implementation and planning accuracy increase connected with market volume forecasting by taking into account diffusion phenomena when working on competitive markets. The similarity principle with the physical diffusion of particles is suggested to describe diffusion phenomenon. Based on modeling, the paper demonstrates that the obtained results conform well with theoretical and statistical data and allow to formulate the tasks of efficiency increase in formal setting. The significance of obtained results is connected with the possibility to perform the calendar planning of new products by taking into consideration market condition changes.

Ключевые слова: инновация, управление, диффузия, прогноз, планирование, эффективность.

Keywords: innovation, management, diffusion, forecast, prediction, planning, efficiency.

Введение

Управление инновационными проектами и внедрение их результатов происходит в условиях постоянной динамики внешней среды, изменений производственной системы (ПрС), которая их внедряет, изменений самих проектов. Их реализация затрагивает работу многих подсистем ПрС и происходит в гетерогенной среде, что усложняет обмен информацией и синхронизацию протекающих в них процессов. Эти факторы приводят к формированию внешних и внутренних неопределенностей, с которыми связаны повышенные риски реализации инновационных проектов.

Внедрение результатов инновационных проектов может приносить высокую прибыль, а также приводить

к разорению ПрС при неудачной их реализации [1]. Согласно данным Росстата [2], объем инновационных товаров, работ и услуг на 2018 год колеблется в пределах 4-9% в денежном выражении (2010 — 4,8%, 2011 — 6,3%, 2012 — 8%, 2013 — 9,1%, 2014 — 8,7%, 2015 — 8,4%, 2016 — 8,5%, 2017 — 7,2%, 2018 — 6,6%). Очевидно, что в количественном выражении эта величина будет еще меньше, так как стоимость инновационной продукции, как правило, выше традиционной. Цифры во многом объясняются низкой эффективностью управления инновационной продукцией, что является актуальной задачей. При этом рассмотрение инновационных проектов в качестве объекта управления нецелесообразно отдельно от ПрС. Таким образом, объектом управления, изучение которого может привести к повышению эффективности управления, является система, со-

стоящая из портфеля инновационных проектов, ПрС, реализующей их, и внешней среды.

Для управления такими объектами на сегодняшний день сформировалось несколько подходов, среди которых особо стоит отметить теорию активных систем [3] и теорию управления организационными системами [4], теорию игр [5] и мультиагентных систем [6], теорию производственных функций [7, 8], методы структурного анализа и проектирования (IDEF, диаграмма Исикавы, модель непрерывного улучшения — цикл Шухарта–Деминга, стандарты управления ISO/IEC/IEEE, DIN, ГОСТ, рекомендации IPMA и PMI); сложность объекта стала причиной попыток применения методов машинного обучения [9].

Применение перечисленных подходов сложно представить себе без использования прогнозов для оценки спроса, изменения цен, насыщенности рынка. Использование прогнозов в задачах планирования и управления без учета явления диффузии будет неоправданно, так как новый товар не может удовлетворить весь спрос и занять весь рынок. Этот процесс развивается во времени, что было замечено в [10]. Для описания выхода новых товаров на рынок используются инновационные и S-образные кривые, построение которых возможно только при наличии статистических данных. Использование функционального подхода позволяет получить усредненные оценки, которые могут сильно изменяться по мере появления новых данных, на основе которых они получаются, что позволяет их использовать только для оценок на качественном уровне, а также при внедрении продуктов аналогов [11], описании процессов замещения технологий (на основе законов Гомперца и Фишера–Прая) [12].

Для уточнения параметров, характеризующих выход товаров на рынок, используются подходы, основанные на описании явления диффузии [13], которые позволяют описать поведение рынка и которые можно использовать для моделирования взаимодействия ПрС, выпускающих конкурирующую продукцию. В настоящее время для этого используют несколько подходов, основанных на аналогии явлений [14]:

- 1) пространственные методы, описывающие распространение инноваций на новые рынки в географическом смысле;
- 2) методы рассеивания, в том числе использующие сложные современные физические модели, [15] ориентированы на оценку распространения проектов без учета существующих каналов взаимодействия;
- 3) сетевые методы, описывающие распространение инноваций по существующим каналам;
- 4) теоретико-игровые методы, позволяющие описывать взаимодействие проектов и товаров на основе ограниченного набора заранее заданных правил;
- 5) клеточные автоматы, рассматривающие взаимодействие единичных проектов и ПрС;
- 6) экономические модели, описывающее проникновение технологий в ПрС (например, закон Хэя–Морриса) [16].

В последнее время находят распространение экономическое моделирование, совмещающее использование аналогий для описания диффузных явлений в эко-

номике и полученных в результате оценок в качестве элемента для экономических моделей [17], что должно позволять повысить точность описания исследуемых явлений. Сложности, которые возникают в результате использования такого подхода, связаны с выбором правильной аналогии и обоснованием достоверности получаемых результатов.

1. Методология выбора и реализации инновационных проектов

Модель строится, как правило, на основе принципа черного ящика. Для установления взаимосвязей между векторами параметров используются специализированные математические методы (методы параметрического прогнозирования и классификации). Поэтому чаще всего модель описывается в форме кортежа [18], а ее дальнейшая формализация зависит от предпочтения эксперта.

Процесс внедрения инновационной продукции надо рассматривать как циклический процесс. Условно в данном процессе выделим несколько этапов (проиллюстрировать этапы можно — рис. 1).

Этап идеи. Данный этап реализуется, как правило, через конкурсы, направленные на реализацию предпосевной стадии. Его целью является получение результата интеллектуальной деятельности (РИД). Конкурсы, ориентированные на разработку идей, реализуют Фонд содействия инновациям, Сколково через такие мероприятия, как StartUp Tour и StartUp Village, Иннопрактика и другие. Апробация идеи в конкурсах выступает фильтром, который позволяет отобрать лучшие идеи для их дальнейшего развития. Слабая степень формализации оценок на данном этапе не позволяет иметь методики оценки, поэтому механизм отбора реализуется путем привлечения экспертов, которые могут быть не объективны по отношению к проекту, и тем самым реализуется механизм конкуренции команд, что позволяет на первых этапах учитывать в неявном виде человеческий фактор. В настоящее время система конкурсов ориентирована на поиск идей, которые могут быть реализованы в форме новых продуктовых проектов. Поэтому поиск технологических проектов и проектов, направленных на модернизацию существующей продукции, осуществляется зачастую ПрС самостоятельно.

Этап инновационного проекта. Под таким проектом понимают проект на стадии посевных инвестиций, который занимается разработкой или тестированием прототипа. Такие проекты также могут проходить фильтр конкурсов, однако при этом им открываются и другие возможности, связанные с сотрудничеством с крупными компаниями, которые в данном случае могут выступить соучредителями StartUp компаний или включить проект в портфель своих проектов. Если проект вышел из научной организации или университета, то разработчики имеют возможность создать малое инновационное предприятие с участием своего работодателя. При участии компании, университета или научной организации происходит разделение ответственности за дальнейшее развитие проекта, поэтому экспертных оценок оказывается недостаточ-

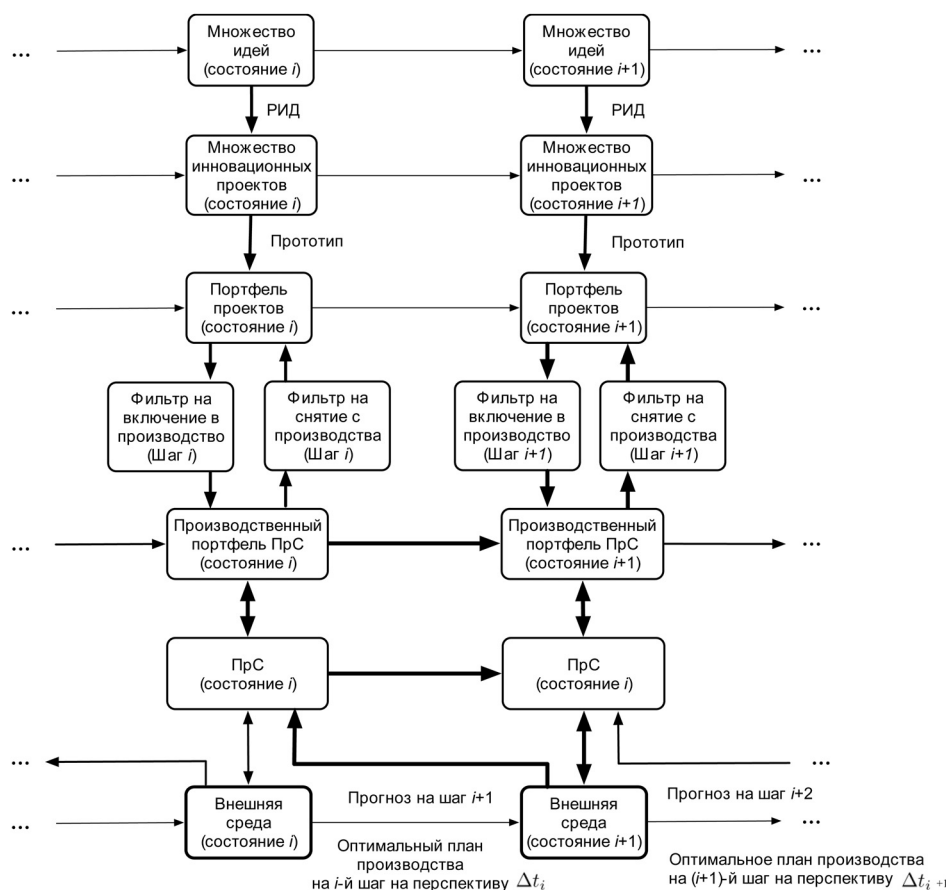


Рис. 1. Движение проекта от идеи до реализации в качестве изделия в ПрС

но. Происходит использование различных методик и подходов: методов оценки стоимости РИД (метод преимущества в прибылях, метод создания стоимости, метод освобождения от роялти, метод выигрыша в себестоимости), определение научно-технического уровня результатов исследований и разработок, определение экономической эффективности результатов исследований и разработок, определение перспектив коммерциализации результатов исследований и разработок, определение емкости рынка, исследование и прогнозирование объема реализации и так далее [19], составление бизнес-планов.

Реализация проекта в ПрС (инвестиционный проект). Включение проекта в производственный портфель связано с определением особенностей его реализации: определением времени наиболее удачного его внедрения в производство, определением эффективного времени выпуска, объема инвестиций. Определение и учет этих параметров требует отказа от статических оценок некоторых характеристик проекта и оценки влияния на него изменений конъюнктуры.

Для учета динамики может быть введен механизм фильтрации проектов для включения в производственную корзину и исключения из нее, для чего оценки, проводимые в них, должны основываться на использовании прогнозов параметров рынка. Обратная связь в процессе реализации проекта от рынка становится источником идей для модернизации проекта в будущем или появления новых идей, из которых появятся новые проекты.

Использование прогнозов вводит понятие шага расчета и определяет, согласно [20], необходимость прогнозирования рынка для оперативного планирования не менее чем на два шага прогнозирования вперед. При этом величина шага является переменной величиной, а задача переходит в класс задач дискретного управления.

Использование прогнозов с учетом диффузии проектов во внешней среде позволяет уточнить оценки дисконтированного дохода и получить оценку с их помощью [21], которая позволит лучшим образом произвести выбор проектов для реализации и определить наиболее эффективное время их вывода на рынок.

Для включения проекта w в производственную корзину W можно получить оценку NPV на среднесрочную перспективу

$$\sum_{i=j}^{\Gamma} \left(\frac{C_w^{(i)} x_w^{(i)} - \mathfrak{Z}_w^{(i)}}{(1+d)^{(i-j)}} \right) > 0,$$

где d — ставка дисконтирования; $\mathfrak{Z}_w^{(i)}$ — затраты или инвестиции на выпуск продукта w на шаге расчета i [22]; Γ — горизонт планирования; $C_w^{(i)}$ — цена продажи продукта w на шаге расчета i ; $x_w^{(i)}$ — объем производства продукта w на шаге расчета i ; j — шаг, на котором планируется внедрение проекта w .

Для проектов, претендующих на исключение, необходимо выполнение условий:

- 1) эффективный объем планового производства равен нулю ($x_w^{(j+1)} = 0$ для проекта w на шаге i);

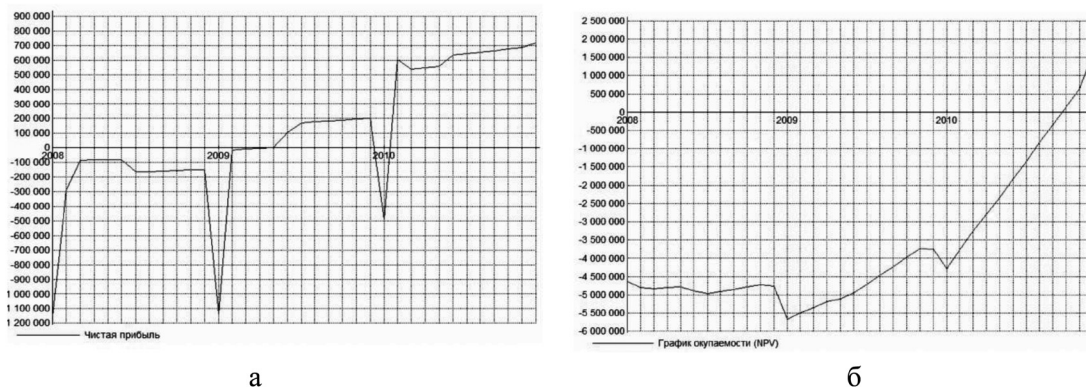


Рис. 2. Проект «Палазмоторн»: а — чистая прибыль, б — график окупаемости (NPV)

- 2) вложенные в его реализацию средства уже были возвращены

$$\sum_{i=j}^k \left(\frac{C_w^{(i)} x_w^{(i)} - \mathfrak{S}_w^{(i)}}{(1+d)^{(i-j)}} \right) \geq 0, \forall w \in W,$$

где k — шаг, на котором планируется исключение проекта из производственной корзины;

- 3) время эффективной реализации проекта, определяемое на основании прогноза, уже прошло, т. е. проект прошел или приближается к точке порога рентабельности, находясь на этапе зрелости проекта.

Выбор значения j позволяет определить время начала реализации проекта

$$\mathfrak{S} = \arg \max_{0 \leq j \leq \Gamma} \sum_{i=j}^{\Gamma} \left(\frac{C_w^{(i)} x_w^{(i)} - \mathfrak{S}_w^{(i)}}{(1+d)^{(i-j)}} \right).$$

Тогда задачу управления портфелем производственных проектов можно представить как поток проектов, для которых делаются оценки необходимого объема инвестиций, времени реализации этапов, объемов ожидаемой прибыли с учетом диффузии проектов, на основании оценки которых принимается решение о включении проекта в портфель ПрС.

Объем производства определяется на основе ограничений рассматриваемой ПрС и прогноза спроса. Вопросам прогнозирования параметров инновационных проектов посвящено большое количество публикаций (например, прогнозирование с использованием инновационной кривой [23] и уточнение значений про-

гнозов на основе учета взаимовлияний параметров [24]).

Использование описанного подхода позволяет определить лучшее время выхода на рынок, а переход от классического бизнес-планирования и методик оценки проектов в статике на момент оценки — сократить период окупаемости. Эффект можно продемонстрировать путем сопоставления результатов, полученных в результате бизнес планирования в рамках создания малых инновационных предприятий (МИП). Каждое такое предприятие является предприятием одного проекта, а группа предприятий — производственным портфелем университета [25].

В качестве примера можно привести результаты бизнес планирования (см. рис. 2 и 3) и реальные результаты, полученные при их реализации. Для первого проекта период окупаемости составил 34 месяца, а объем необходимых инвестиций — 5,9 млн руб., для второго проекта, соответственно, — 21 месяц и 2,2 млн руб. Расчетное время окупаемости для отобранных проектов составило 16-36 месяцев при объеме инвестиций 1,8-5,9 млн руб.

При коммерциализации проектов с момента принятия 217-ФЗ, разрешившего университетам создавать малые инновационные предприятия, в течение нескольких лет коммерциализировались проекты, накопившиеся в прошлые годы. Таким образом, на примере университета можно было промоделировать ситуацию с потоком проектов, отбором лучших из

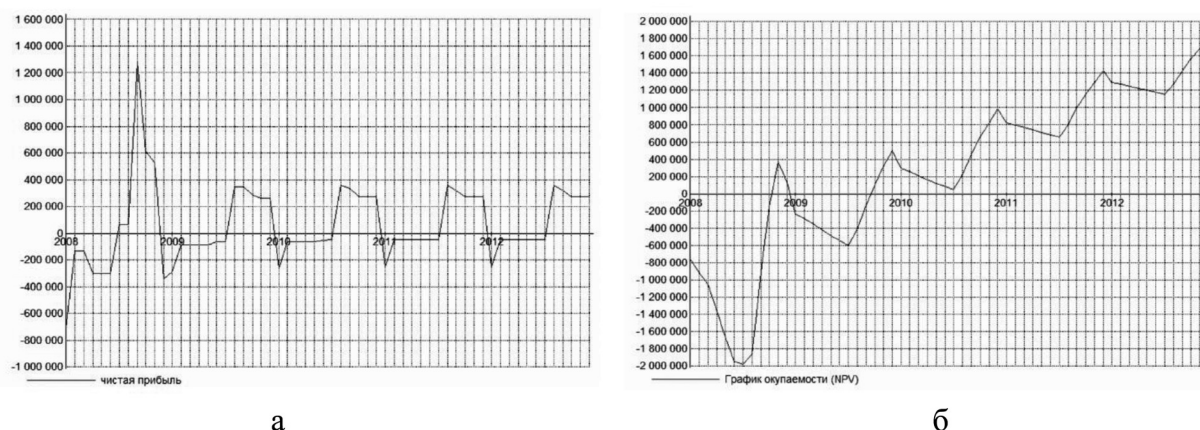


Рис. 3. Технология и оборудование для финишной обработки прецизионных поверхностей деталей: а — чистая прибыль, б — график окупаемости (NPV)

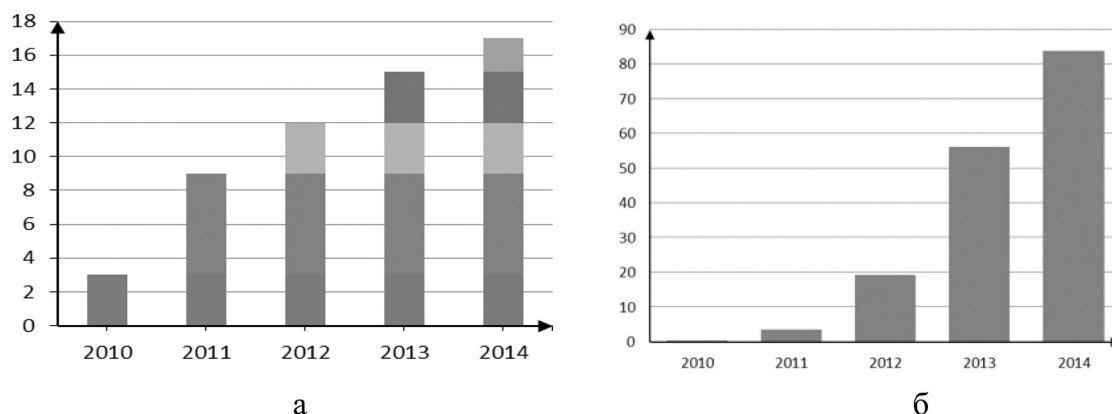


Рис. 4. Статистические данные о реализации проектов через МИП ПНИПУ:
а — количество созданных МИП по годам, б — обороты МИП в млн руб.

них и выбора для них лучшего времени реализации. Ситуация с избытком проектов сохранялась с 2010 по 2014 гг., когда через МИП в Пермском национальном исследовательском политехническом университете было реализовано 17 проектов, интегральные характеристики дохода которых постоянно росли (см. рис. 4). За рассматриваемый период количество проектов, которое было проанализировано, составило 50, из них 11 было рекомендовано к безусловной реализации, 13 отклонено, а по оставшимся 26 однозначное решение не было принято (их реализация могла быть осуществлена при удачной рыночной конъюнктуре).

В результате реализации время окупаемости проектов сократилось до 16 месяцев, что соответствует в некоторых случаях его сокращению более чем в 2 раза по сравнению с традиционным бизнес планированием.

2. Влияние внешней среды и инертности рынка на реализацию инновационных проектов

Проекты, рассмотренные в качестве примера, являются проектами, основанными на научных исследованиях, и реализуются на рынках, на которых конкуренция невысока. При этом специфика высокотехнологичной промышленности Пермского края и России связана с тем, что такая продукция работает на конкурентном рынке и объемы продаж на этом рынке могут быть не высоки (исчисляется десятками и сотнями при высокой цене единичного изделия, а не сотнями тысяч и миллионами). В таких условиях ошибки прогнозирования или изменения в поведении конкурентов приобретают критически важный характер для успешности реализации рассматриваемого проекта, что можно проиллюстрировать моделированием стратегий, определенных бизнес-планами двух конку-

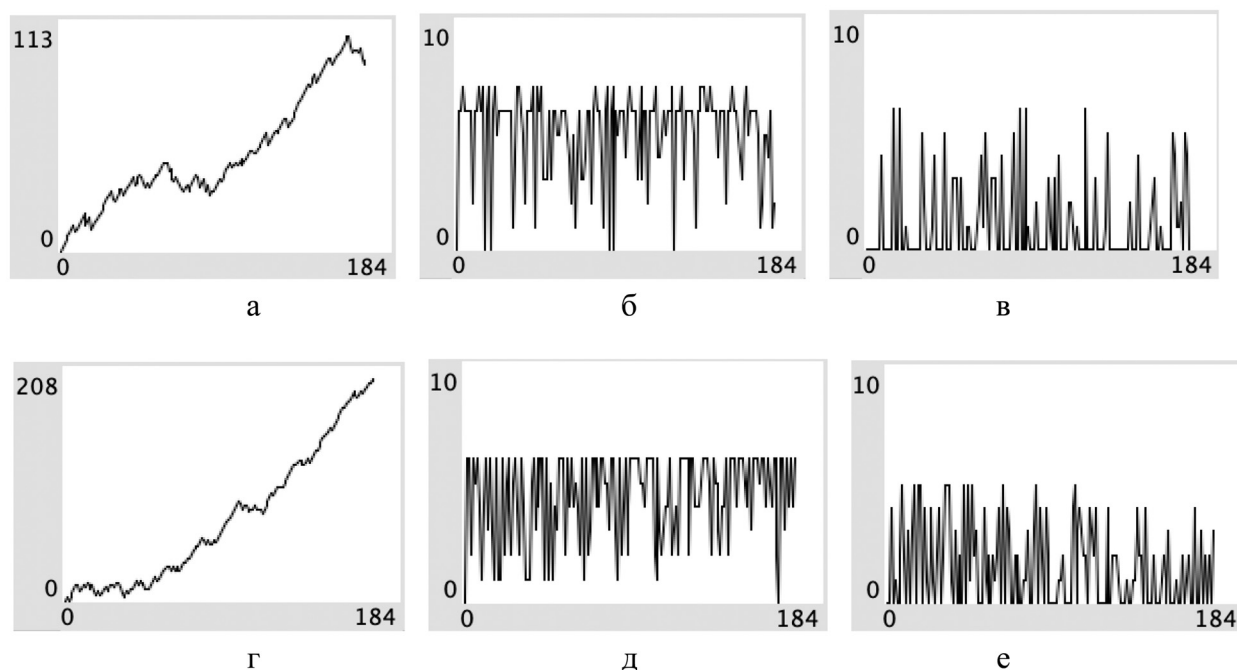


Рис. 5. Результаты моделирования взаимодействия двух ПрС с конкурирующими товарами на ограниченном рынке:
а, г — прибыль ПрС в у.е.; б, д — изменение объемов выпуска продукции, определяемый на основе прогноза спроса и планируемой доли рынка; в, е — складские запасы продукции

пирующих компаний при выходе на рынок, см. рис. 5 (моделирование было реализовано с использованием агентного моделирования в пакете NetLogo). Несмотря на вероятностный характер того, чей товар будет выбран заказчиком, при множественном проигрывании ситуации мы наблюдаем накопление продукции на складе обоих участвующих в моделировании ПрС (при этом при составлении бизнес-плана было учтено, что ПрС не будут занимать весь возможный объем рынка; доля рынка, на который претендует система, была задана на основе стратегий, заложенных в бизнес-план).

Аналогичный характер протекающих процессов наблюдается и на высоко-конкурентных рынках массовой продукции с частой модификацией и модернизацией продукции. Например, на рынке автомобильной продукции, если рассматривать отдельные классы продукции [26] (такие классы автомобилей, как В и С).

Из процесса моделирования видно, что, несмотря на то, что используемые прогнозы дают адекватные результаты (использовался метод SVM и проведена проверка на адекватность по критерию Фишера), наблюдается резкий рост доходов от деятельности, накопление остатков на складах и моментальный выход на и получение места на рынке, что в реальности не может быть.

Диффузия оказывает влияние на скорость проникновения товара на рынок на первых этапах реализации проектов. Для оценки степени проникновения продукции на общий рынок будем использовать физическую аналогию (расплывание облака частиц из точки [27]) для определения величины, на которую необходимо снижать значение прогноза для решения задачи планирования):

$$G(x, i) = \frac{1}{(4\pi Di)^{1/2}} \exp(-(x^2/(4Di))),$$

где D — коэффициент диффузии, который определяется эмпирическим путем, исходя из статистических данных по продуктам-аналогам или экспертным путем, опираясь на репутацию компании-конкурента (его величина при моделировании поведения нескольких товаров на рынке будет меняться в связи с появлением новых товаров изменения цен, роста авторитета производителей и так далее согласно паутинообразной модели [28] и модели нащупывания рынка [29]); i — шаг расчета (для учета смещения по времени выхода товара аналога необходимо уменьшить это значение на величину запаздывания выхода аналога в шагах расчета); x — объем спроса или емкость рынка.

Для определения величины влияния на прогнозные значения, согласно [27], необходимо определить величину, которую будем вычитать из данных прогноза без учета диффузии (величину проникновения конкурентов) по формуле:

$$n(x, i) = \sum n_0(x_k) \Delta x_k G(x - x_k, i),$$

где $\Delta x_k = x_{i+1} - x_i$, $n_0(x_i)$ — начальное значение проникновения на рынок для продукта-аналога, выпускаемого i -й ПрС, k — номер производственной системы, выпускающей продукт аналог/конкурент. Использование данной составляющей оправдано после появления на

рынке продукта конкурента и требует пересчета на каждом шаге расчета i , так как будет меняться объем планируемого нами выпуска и объем спроса на выпускаемую продукцию.

В результате использования приведенных рассуждений получаем задачу, которая средствами моделирования позволяет исследовать процессы выхода на рынок новой продукции. Переменными, которые влияют на этот процесс, выступают i — момент выхода проекта на рынок, n_0 — степень проникновения аналогов на рынок к моменту вывода нашего проекта на рынок, и значение D — их диффузии (скорости распространения) на рынке.

Значение величины n_0 может быть оценено с использованием S -образной кривой. Зная, что насыщенность рынка описывается этой кривой, опираясь на изменение величины продаж и функции, которыми описываются такие кривые (Гомперца, логарифмические и горбатые кривые), можно оценить значение величины, к которой они приближаются (значение, которым будет ограничена S -образная кривая) и оценить значение величины проникновения конкурентов в процентах. Получив эту кривую, можно оценить и скорость распространения товаров-аналогов. Для этого будем измерять эту скорость в долях процента для каждого шага расчета. В результате мы определим значение D . При этом эта величина будет иметь значения, изменяющиеся во времени, что соответствует реальному положению дел на рынках товаров, распространение которых останавливается после занятия своих ниш.

Для поиска значения j (времени вывода товара на рынок) можно поставить задачу в виде задачи параметрической оптимизации:

$$\mathfrak{Z} = \arg \max_{0 \leq j \leq \Gamma} \sum_{i=j}^{\Gamma} (J_{i+1} - J_i),$$

где J_i — величина эффекта, который получает ПрС от реализации проекта на шаге i .

Для оценки эффекта необходимо использование критерия. Чаще всего им выступает экономический эффект, для оценки которого задача может быть поставлена в виде задачи оптимизации [18] (например, в приведенном выше фильтре учитывался экономический эффект). При этом согласно принципу оптимальности Беллмана [30], последовательность оптимальных шагов может не приводить к оптимальному решению. Это означает, что рассмотрение задачи внедрения проектов по одному не целесообразно и необходимо рассматривать корзину проектов и все проекты, которые рассматриваются к внедрению после оценки на основе описанной выше процедуры фильтрации на оцениваемом временном интервале Γ :

$$\mathfrak{Z} = \arg \max_{0 \leq j, \dots, j_n \leq \Gamma} \sum_{i=j}^{\Gamma} (J_{i+1} - J_i),$$

где n — количество проектов, рассматриваемых к внедрению.

Учет указанной диффузной составляющей приводит к уменьшению объемов складских запасов, увеличению и более равномерному поступлению доходов, см. рис. 6. Эффект проявляется сильнее при высокой стоимости хранения и цены материалов выпускаемых

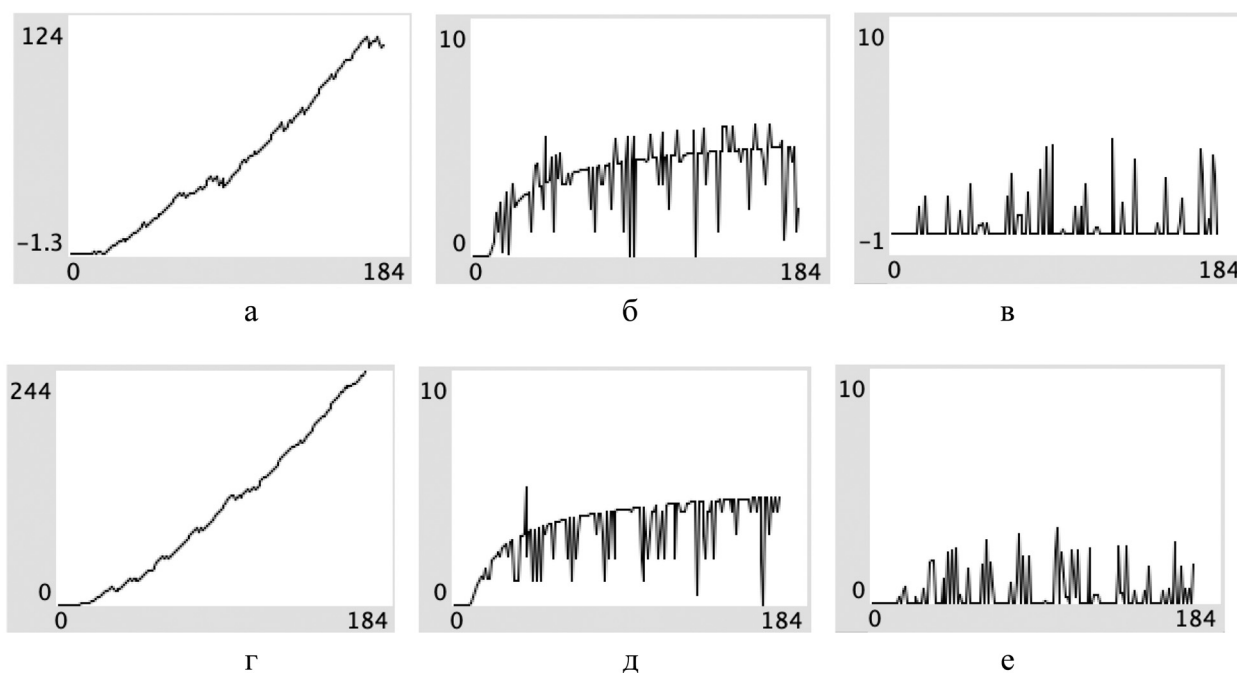


Рис. 6. Результаты моделирования взаимодействия двух ПрС с конкурирующими товарами на ограниченном рынке: а, г — прибыль ПрС в у. е.; б, д — изменение объемов выпуска продукции, определяемый на основе прогноза спроса и планируемой доли рынка; в, е — складские запасы продукции

товаров. Кроме этого использование явления диффузии к экономическим процессам позволяет получить данные, которые соответствуют описанным в литературе тенденциям (инновационная кривая) [10], что позволяет исключить необходимость специального учета тенденций изменения параметров, таких как инновационные и S -образные кривые.

Использование выбранной аналогии в отличие от других физических законов [14], нашедших применение при описании явления диффузии инновационных проектов, является достаточно простым и при использовании параметров D и x , которые в рыночных условиях сами являются переменными величинами (могут описываться функциональными зависимостями), не накладывает ограничений, связанных с разрешимостью получаемых описаний и требований по упрощению или использованию численных методов, вносящих существенные погрешности, как происходит при использовании аналогий на основе дифференциальных уравнений. Кроме этого использование переменных D и x позволяет учесть реакцию рынка при моделировании и оценке стратегий поведения единственной ПрС или учитывать влияние конкурентов при агентном моделировании, что дополняет возможности сетевых и теоретико-игровых моделей описания диффузии результатов реализации инновационных проектов.

Заключение

В результате приведенных в статье рассуждений и расчетов можно сделать выводы о том, что для формирования экономически эффективных портфелей проектов необходимо использование фактора времени для определения наилучшего времени вывода товаров на рынок. Его введение в процедуры отбора и исключения

проектов из портфеля проектов ПрС влечет за собой необходимость использования данных прогнозирования. При этом необходимо учитывать, что вывод на рынок нового продукта происходит постепенно; для описания этого явления используется корректировка прогнозов на основе физической аналогии с явлением физической диффузии облака частиц, позволяющая избежать накопления невостребованной продукции на складах и связывания большого количества оборотных средств.

Полученные в статье результаты хорошо согласуются со статистическими данными и теоретическими знаниями в области управления и реализации инновационных проектов. Таким образом, явление диффузии, которое мы использовали для изучения процесса выхода проектов на рынок, следует рассматривать как неотъемлемую часть при моделировании и изучении процессов, связанных с реализацией проектов на открытом рынке [11].

При этом использование физической аналогии позволяет сделать предположение, что в процессы реализации и управления инновациями на уровне микро- и мезоэкономических систем могут быть выявлены циклические явления на основе физической аналогии. Например, по аналогии с реакциями Белоусова–Жаботинского [31], в которых наблюдается автоколебание концентраций вещества и используемой для ее описания модели [32]. Эти знания логично использовать для поиска циклов стабильного функционирования предприятий в условиях постоянной модернизации и выпуска новой продукции. Однако апробация этих идей требует накопления статистических данных за большие периоды времени о деятельности предприятий при ретроспективном анализе.

Поиск и исследование таких закономерностей может стать предметом дальнейших исследований.

1. Д. А. Новиков, А. В. Цветков/ Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем. М.: ИПУ РАН, 2001.
2. Федеральная служба государственной статистики. Наука и инновации. 2019. <https://www.gks.ru/folder/14477>.
3. В. Н. Бурков, Д. А. Новиков/ Введение в теорию активных систем. М.: ИПУ РАН, 1996. 125 с.
4. Д. А. Новиков Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. 584 с.
5. L. Peppal. Imitative Competition and Product Innovation in a Duopoly Model. Vol. 64. № 254. P. 265-279.
6. M. J. Wooldridge. An introduction to multiagent systems. J. Wiley, 2009. 484 p.
7. П. М. Симонов. Экономико-математическое моделирование. Пермь: Ред.-изд. отд. Пермского гос. ун-та, 2010. 422 с.
8. И. Л. Туккель, А. В. Сурина, Н. Б. Культин. Управление инновационными проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 416 с.
9. Л. А. Мыльников, Б. Краузе, М. Кютц и др. Интеллектуальный анализ данных в управлении производственными системами: подходы и методы/Под ред. Л. А. Мыльников. М.: «Библио-глобус», 2017. 272 с.
10. I. Adizes. Corporate lifecycles: how and why corporations grow and die and what to do about it. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1988.
11. F. Gault, E. von Hippel. The Prevalence of User Innovation and free Innovation Transfers//Implic. Stat. Indic. Innov. Policy. MIT Sloan Sch. Manag. Pap. #4722-09. 2009.
12. С. Г. Селиванов, М. Б. Гузайров, А. А. Кутин. Инноватика. М.: Машиностроение, 2013. 640 с.
13. E. M. Rogers. Diffusion of innovations. New York, NY: Free Press, 2003.
14. Н. А. Цветкова, И. Л. Туккель. Модели распространения инноваций: от описания к управлению инновационными процессами// Инновации. 2017. № 11 (229). С. 106-111.
15. A. Y. Khrennikov. Ubiquitous Quantum Structure. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
16. Д. Хэй, Д. Моррис. Теория организации промышленности/Пер. с англ. под ред. А. Г. Слуцкого. В 2-х т. СПб.: Экономическая школа, 1999. 384 с.
17. J. Mejia, R. Britto, O. Buitrago. A forecast model for diffusion of innovations based on molecular diffusion//Ciência e Técnica Vitivinícola. 2015. Vol. 30. P. 41-54.
18. Л. А. Мыльников. Вопросы эффективного управления динамическим портфелем инновационных проектов производственных систем// Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2019. Т. 46, № 2. С. 10-21.
19. В. М. Винокур, А. В. Трусов. Интеллектуальная собственность как основа инновационной деятельности. Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2004.
20. Л. А. Мыльников. Вопросы формирования динамического портфеля инновационных проектов в производственных системах с дискретным временем//XII Вероссийское совещание по проблемам управления. М.: ИПУ РАН, 2019. С. 3134-3138.
21. С. И. Межов. Планирование операционно-инновационной деятельности промышленного предприятия. Новосибирск: Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2014. 302 с.
22. S. Mezhev, L. Mylnikov. Specifics of project management on industrial innovation//Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. 2018. Vol. 6. № 1.
23. Л. А. Мыльников, Р. Х. Алкдиру. Подход к прогнозированию развития и управления жизненным циклом инвестиционных проектов// Управление большими системами. Вып. 27. ИПУ РАН. М., 2009. С. 293-307.
24. Р. А. Файзрахманов, Л. А. Мыльников, Р. Х. Алкдиру, А. А. Суслова. Методика определения и уточнения значений коэффициентов связей когнитивных карт на примере анализа взаимосвязи объемов финансирования научных исследований и патентной активности// Экономический анализ теория и практика. 2013. № 30 (333). С. 43-51.
25. В. Н. Коротаев, Л. А. Мыльников. Вопросы развития инновационной инфраструктуры и коммерциализации научных разработок в Пермском национальном исследовательском политехническом университете//Инновации. 2012. № 11 (169). С. 20-27.
26. Продажи новых автомобилей в США за 2018 г. 2019. https://auto.vercity.ru/statistics/sales/north_america/2018/united_states.
27. П. В. Попов. Диффузия: учебно-методическое пособие по курсу «Общая физика». М.: МФТИ, 2016. 94 с.
28. П. Самуэльсон. Экономика. Вводный курс. М.: Прогресс, 1964. 844 с.
29. L. Walras. Leon Walras's Elements of Theoretical Economics. Cambridge University Press, 2014. 521 p.
30. Х. А. Таха. Введение в исследование операций. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
31. М. Д. Корзухин, А. М. Жаботинский. Математическое моделирование химических и экологических автоколебательных систем. М.: Наука, 1965.
32. А. М. Жаботинский. Концентрационные автоколебания. М.: Наука, 1974. 178 с.

References

1. D. A. Novikov, A. V. Tsvetkov. Mechanisms of functioning of organizational systems with distributed control. M.: ICS RAS, 2001.
2. Federal State Statistics Service. Science and innovations. 2019. <https://www.gks.ru/folder/14477>.
3. V. N. Burkov, D. A. Novikov. Introduction to active systems theory. M.: ICS RAS, 1996. 125 p.
4. D. A. Novikov. Theory of organization systems management. M.: MPSI, 2005. 584 p.
5. L. Peppal. Imitative Competition and Product Innovation in a Duopoly Model. Vol. 64. № 254. P. 265-279.
6. M. J. Wooldridge. An introduction to multiagent systems. J. Wiley, 2009. 484 p.
7. P. M. Simonov. Economic and mathematical modelling. Perm: PSU, 2010. 422 p.
8. I. L. Tukul, A. V. Surina, N. B. Kultin. Innovative project management. SPb.: BHV-Petersburg, 2011. 416 p.
9. L. A. Mylnikov, B. Krauze, M. Kuetz et al. Intelligent data analysis in production system management: approaches and methods/ed. L. A. Mylnikov. M.: «Biblio-globus», 2017. 272 p.
10. I. Adizes. Corporate lifecycles: how and why corporations grow and die and what to do about it. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1988.
11. F. Gault, E. von Hippel. The Prevalence of User Innovation and free Innovation Transfers//Implic. Stat. Indic. Innov. Policy. MIT Sloan Sch. Manag. Pap. #4722-09. 2009.
12. S. G. Selivanov, M. B. Guzairov, A. A. Kutin. Innovation. M.: Mashinostrieniye, 2013. 640 p.
13. E. M. Rogers. Diffusion of innovations. New York, NY: Free Press, 2003.
14. N. A. Tsvetkova, I. L. Tukul. Models of innovation diffusion: from description to management of innovation processes//Innovations. 2017. № 11 (229). P. 106-111.
15. A. Y. Khrennikov. Ubiquitous Quantum Structure. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
16. D. Hay, D. Morris. Industry organization theory. SPb: Ekonomitscheskaya shkola, 1999. 384 p.
17. J. Mejia, R. Britto, O. Buitrago. A forecast model for diffusion of innovations based on molecular diffusion//Ciência e Técnica Vitivinícola. 2015. Vol. 30. P. 41-54.
18. L. A. Mylnikov. Effective management of the dynamic portfolio of innovative production systems projects//Pre-Caspian Journal of Management and High Technology. 2019. Vol. 46. № 2. P. 10-21.

19. V. M. Vinokur, A. V. Trusov. Intellectual property as the basis of innovation activity. Perm: PSTU, 2004.
20. L. A. Mylnikov. Issues of forming a dynamic portfolio of innovative projects in production systems with discrete time//XIII All-Russian Meeting on Management Problems. M.: ICS RAS, 2019. P. 3134-3138.
21. S. I. Mezhev. Planning of operational and innovative activities of an industrial enterprise. Novosibirsk: Institute of Economics and Industrial Production Organization SB RAS, 2014. 302 p.
22. S. Mezhev, L. Mylnikov. Specifics of project management on industrial innovation//Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT. 2018. Vol. 6. № 1.
23. L. A. Mylnikov, R. Kh. Alkdirow. Approach to Forecasting the Development and Life Cycle Management of Investment Projects//Large Systems Management. Issue 27. ICS RAS. M., 2009. P. 293-307.
24. R. A. Fayzrakhmanov, L. A. Mylnikov, R. Kh. Alkdirow, A. A. Suslova. Methodology of determination and specification of cognitive map linkage coefficients on the example of analysis of correlation between scientific research financing and patent activity//Economic analysis of theory and practice. 2013. № 30 (333). P. 43-51.
25. V. N. Korotaev, L. A. Mylnikov. Development of innovation infrastructure and commercialization of scientific developments in the Perm National Research Polytechnic University//Innovations. 2012. № 11 (169). P. 20-27.
26. New car sales in the USA for 2018. 2019. https://auto.vercity.ru/statistics/sales/north_america/2018/united_states.
27. P. V. Popov. Diffusion: training manual for the course general physics. M.: MIPT, 2016. 94 p.
28. P. Samuelson. The economy. Introductory course. M.: Progress, 1964. 844 p.
29. L. Walras. Leon Walras's Elements of Theoretical Economics. Cambridge University Press, 2014. 521 p.
30. H. A. Takha. Introduction to operations research. M.: Williams, 2001.
31. M. D. Korzukhin, A. M. Zhabotinsky. Mathematical modeling of chemical and ecological self-oscillating systems. M.: Nauka, 1965.
32. A. M. Zhabotinsky. Concentration oscillations. M.: Nauka, 1974. 178 p.