

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ РАДИКАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Основой финансирования инновационных проектов, реализующих процесс создания радикальных инноваций, является венчурный бизнес. Рисковые инвестиции венчурного бизнеса по существу определяют направления технологического развития в долгосрочной и среднесрочной перспективе.

Пик венчурного инвестирования во всем мире пришелся на 2000 год, когда общий объем инвестиций достиг 262 миллиардов долларов, упав к 2003 году до уровня 82 млрд долларов [1]. Если говорить о вкладе отдельных стран и регионов в этот объем, то следует отметить, что в 1998-2003 году половина всех венчурных инвестиций приходилась на США, 30% — на Европу. 15% инвестиций обеспечивали страны Юго-Восточной Азии: из них Китай обеспечил 1,67 млрд долларов, Индия — 0,86 млрд долларов, Индонезия — 0,65 млрд долларов, Сингапур — 0,45 млрд долларов. К сожалению, для России оценить аналогичные объемы инвестирования в венчурный бизнес не представляется возможным в силу высоких погрешностей при сборе статистических данных.

Успешная реализация данных инновационных проектов венчурного типа позволяет преодолеть Долину Смерти, которая представляет собой глубокий разрыв между возникшей научно-технологической идеей и её коммерциализацией. Процесс зарождения, развития и роста новой технологической фирмы следует описывать в увязке со стадиями развития технологий. При этом процесс материализации научной идеи и развития технологической фирмы, ее воплотившей, обычно представляют в виде последовательности прохождения нескольких стадий венчурного бизнеса: стадий посева/стартовой, ранней, стадии расширения и поздней стадии. Иными словами, инновационные проекты, реализующие процесс создания радикальных технологий, должны пройти ряд стадий венчурного финансирования.

По мере прохождения этих стадий меняются методы оценки эффективности и управления проектом. Если на четвертой стадии они близки к классическим методам [2], то на первой, второй и третьей стадиях они больше напоминают методы управления рисковыми портфелями рыночных активов. Именно этим методам отдается предпочтение в данной работе [3]. В силу явного преимущества США в венчурном бизнесе и их лидерского положения в области технологий основное внимание при исследовании характеристик инновационных проектов радикальных инноваций будет сосредоточено на этой стране.

В работе используются данные по объемам инвестиций и количеству сделок в венчурный бизнес национальной ассоциацией венчурного финансирования США и компании

PricewaterhouseCoopers. Объемы инвестиций и сделки разбиты по стадиями венчурного бизнеса и его технологическим областям. Технологические области, по сути, характеризуют отделения портфелей венчурных проектов.

## 1. Природа рисков венчурного финансирования

Риски реализации технологических инвестиционных проектов венчурного финансирования во многом определяются технической и коммерческой природой неопределенности результата этих проектов. От момента зарождения до выхода на рынок технологии соответствующим инвестиционным проектам свойственны два вида рисков: технического и коммерческого типа.

Степень доминирование того или иного типа риска во многом определяется этапом развития технологии, соответствующей стадией венчурного финансирования и состоянием окружающей экономической среды, формирующей рамочные реализации инвестиционного проекта.

Как известно [4], различают пять этапов развития технологии: получение фундаментальных и прикладных знаний, доказательства принципа и создание прототипа, приведения к практике, начало производства и выхода на рынок, получение устойчивой прибыли.

В то же время, стадии развития фирмы, реализующей данные этапы, обычно определяются следующей последовательностью [5], [4]:

- **Стадия посева (Seed-financing)** – имеется изобретатель и его идея. Финансирование необходимо для доказательства реалистичности концепции и разработки продукта.
- **Стартовое финансирование только что возникшей компании (Startup financing)** – образованная компания, как правило, уже имеет штат менеджеров и бизнес-план. Ею проведено изучение рынка для продукции. Финансирование необходимо для проведения разработки продукта и его начального продвижения на рынок. На этой и предыдущей стадии фирма находится менее 18 месяцев. В конце стадии она части еще не может эффективно оперировать на рынке.
- **Начальная стадия финансирования (First-stage financing)** – компания имеет готовую продукцию и находится на самой начальной стадии ее коммерческой реализации, получила опытный образец или произвела пробную эксплуатацию производства, но в силу отсутствия прибыли исчерпала начальный капитал. Компания нуждается в средствах для начала производства продукта и его продажи. Средний возраст компании на этой стадии три года.

- **Расширение через финансирование собственных мощностей (Expansion financing)** - компании требуются дополнительные вложения для разработки улучшенного продукта. Инвестиции могут быть использованы для расширения объемов производства и сбыта, проведения дополнительных маркетинговых изысканий, увеличения основных фондов или рабочего капитала. Компания имеет растущие продажи, но во многих случаях не получает еще устойчивой прибыли.

- **Расширение через приобретение мощностей вовне (Acquisition financing)** – компании необходимы средства для покупки другой компании.

- **Выкуп управляющими (Management Buy-Out financing)** – управляющим существующей компании необходим капитал для приобретения ими действующих производств (или производственной линии) или бизнеса в целом.

Организационные формы венчурного финансирования можно найти в работах [6], [7].

В рамках используемой статистики первые две стадии рассматриваются вместе, а последние две объединены в стадию, названную поздней. Последняя стадия не рассматривается.

Состояние внешней среды, рамочные условия инновационной деятельности оказывают существенное влияние на уровень коммерческого риска. Общая экономическая обстановка служит своеобразным фоном для этих рисков.

Если внешняя среда достаточно благоприятна и рамочные риски не очень высоки, то чем ближе этап развития технологии и соответствующая стадия венчурного бизнеса к началу цикла развития технологии, тем большую роль играют технические риски. В свою очередь, чем больший путь развития прошла технология, чем более поздней является стадия венчурного инвестирования, и тем в большей мере в структуре рисков начинает доминировать коммерческая составляющая.

Если экономическая среда сильно возмущена, то значительная компонента коммерческого риска может появиться уже на ранних этапах развития технологии и соответствующих им этапах венчурного бизнеса.

В работе будет рассмотрено влияние на инновационные проекты венчурного типа двух видов фонового для этих проектов возмущения внешней среды: экономический кризис конца прошлого века и кризис конца первого десятилетия текущего столетия. Прежде всего, надо отметить, что влияние этих двух событий на общие риски инвестиционных проектов, входящих в общий портфель венчурного финансирования значительно различалось.

## **2. Механизм венчурного инвестирования**

Инвестиции венчурного капитала представляют собой финансовые вложения в молодую некотирующуюся на бирже компанию с целью получения приращения капитала за счет роста стоимости ее активов. Молодой считается компания, возраст которой составляет менее пяти лет. Смысл венчурного (рискового) бизнеса в том, чтобы предоставить средства компаниям, не имеющим иных источников финансирования, в обмен на часть пакета акций, который венчурный инвестор продает через несколько лет после вступления в бизнес за цену, многократно превосходящую первоначальные вложения.

Предприниматели могут получить средства для развития своих идей от венчурных капиталистов, которые обеспечивают их посевными деньгами. Венчурные капиталисты формируют портфель инвестиций в различные фирмы в надежде, что в течение 3-5 лет они смогут продать свои доли в собственности (и получить прибыль), когда фирмы впервые выйдут на биржу. Уровень прибыли венчурных инвесторов зависит от того, смогли ли фирмы, в которые они инвестировали, успешно преодолеть технологические трудности. Прибыль также зависит от стоимости акций инвесторов и длины периода, в течение которого они ими обладают.

В конце 90-ых годов прошлого века с ростом рыночных цен акций высокие уровни прибыли, полученной венчурными капиталистами, привлекали много средств. Никто из инвесторов не хотел опоздать со своими вложениями, соответственно, суммарный объем капитала, доступного венчурным капиталистам, вырос в разы. Возникло огромное предложение идей, за которыми охотились деньги. Через 3-4 года рождающиеся фирмы выходили на IPO. IPO следовало за стандартным роуд-шоу, во время которых инвестиционные банки представляли компанию финансовым менеджерам, чтобы убедить их купить ее акции. По окончании роуд-шоу инвестиционные банкиры оценивают количество акций, которое они могут продать при IPO, и устанавливают цену на акцию и их эмиссию.

В 90-ые годы прошлого века казалось, что американцы получили свой собственный вечный двигатель, созданный для обогащения сотен и тысяч семей.

В рассматриваемый период роста индекса Nasdaq в 99,5 % случаев, цена акции к концу первого дня торгов оказывалась существенно выше цены IPO, и те, кому повезло купить акции по цене размещения, получали существенную прибыль. Все больше инвесторов стремились купить акции по цене размещения. Формирование высокого спроса на акции означало, что увеличивалось число экономических агентов, которое хотело принять участие в венчурном бизнесе. Предпринимателей привлекала возможность получить высокие доходы от успешной инновации, а венчурных инвесторов, в свою очередь, — боль-

шие прибыли, которые они могли получить, определив правильно перспективного предпринимателя. В некоторые дни IPO количество акций, участвовавших в торгах, было в 3-4 раза выше количества акций, проданных на IPO во время роуд-шоу.

Иными словами, существенное влияние на развитие венчурного бизнеса оказывает ситуация на бирже, то есть на рынке капитала.

### 3. Основная модель поведения экономических агентов на рынках капитала

В однопериодных моделях теории рынка капитала при максимизации своей функции полезности экономический агент учитывал только средние характеристики процесса получения прироста богатства [8], [9], [10], [11]. Иными словами, оптимизировался процесс размещения одной денежной единицы прироста богатства [12], [13], и не учитывался при определении поведения экономического агента процесс распределения имеющихся средств (включая, имеющийся объем богатства), между потреблением и сбережением. Поэтому не является удивительным появлением конце 60-х и начала 70-х ряда работ в которых делалась попытка объединить (в динамике) эти два процесса принятия решения о выборе между потреблением и сбережением и инвестированием накопленного богатства [14], [15], [16].

Ниже мы рассмотрим модель подобного типа. В ней экономический агент максимизирует следующую функцию полезности, зависящую от текущего и будущего потребления и богатства,

$$U(C_t) + E_t \delta U(C_{t+1}) + \delta J(\Omega_{t+1}), \quad (1)$$

где  $C_t$  и  $C_{t+1}$  - потребление в моменты времени  $t$  и  $t+1$ ,  $\Omega_{t+1}$  - стоимость активов в момент времени  $t+1$ ,  $E_t$  - математическое ожидание, а  $\delta$  - субъективный коэффициент дисконтирования будущего, характеризует нетерпеливость экономических агентов. Функция полезности  $U$  должна выражать желание фундаментальное желание экономического агента больше потреблять, а функция  $J$  - его желание иметь как можно большие объемы активов. Каждая новая единица потребления и дополнительного актива должны быть менее полезны для агента. В силу вышесказанного функции полезности  $U$  и  $J$  положим дважды непрерывно дифференцируемыми возрастающими и выпуклыми. Следует отметить, что данная постановка задачи представляет собой развитие постановки [17], учитывающей предложение Мертона принимать во внимание полезность для агента накопленного объема активов. При этом

$$C_t = e_t - \Omega_t, \quad (2)$$

$$C_{t+1} = e_{t+1} + X_{t+1,g} \xi_t - \Omega_{t+1}. \quad (3)$$

$$\Omega_t = P_{t,\xi} \xi_t, \quad (4)$$

$$\Omega_{t+1} = P_{t+1,\xi} \xi_{t+1}. \quad (5)$$

Здесь  $e_t$  и  $e_{t+1}$  – уровни потребления, которые имел бы экономический агент, при условии, что он не приобретал активы  $\xi_t$ ,  $\xi_{t+1}$  в моменты времени  $t$  и  $t+1$ , то есть при  $\xi_t=0$ ,  $\xi_{t+1}=0$ . Кроме того,  $\Omega_t$  и  $\Omega_{t+1}$  обозначают стоимости активов, приобретенных в соответствующие моменты времени  $t$  и  $t+1$ , а  $P_{t,\xi}$ ,  $P_{t+1,\xi}$  — уровни цен на данные активы в эти моменты времени, а  $X_{t+1,\xi}$  — новую стоимость, которую приносит одна единица прежней стоимости активов в момент  $t+1$ . Иными словами, приобретая активы,  $\xi$ , экономический агент сокращает уровни своего потребления  $C_t$  и  $C_{t+1}$  — потребления в моменты времени  $t$  и  $t+1$ .

При этом экономический агент стремится к максимизации данной функции полезности (1), выбирая  $C_t$  и  $C_{t+1}$  - потребление в моменты времени  $t$  и  $t+1$ , и  $\Omega_{t+1}$  - стоимость портфеля активов в момент времени  $t+1$ . Таким образом, экономический агент желает максимизировать функцию (1) по  $\xi_t$ ,  $\xi_{t+1}$ .

Необходимые условия максимизации функции (1) примут вид:

$$\begin{aligned} P_{t,\xi} U' \mathbf{C}_t &\stackrel{-}{=} E_t \delta U' \mathbf{C}_{t+1} \bar{X}_{t+1,\xi}, \\ E_t U' \mathbf{C}_{t+1} \bar{P}_{t+1,\xi} &\stackrel{-}{=} E_t J' \mathbf{P}_{t+1,\xi} \xi_{t+1} \bar{P}_{t+1,\xi}. \end{aligned}$$

Данные равенства можно представить в виде

$$P_{t,\xi} = E_t \left[ \delta \frac{U' \mathbf{C}_{t+1} \bar{X}_{t+1,\xi}}{U' \mathbf{C}_t} \right], \quad (6)$$

$$E_t \left[ \delta \frac{U' \mathbf{C}_{t+1} \bar{P}_{t+1,\xi}}{U' \mathbf{C}_t} \right] = E_t \left[ \delta \frac{J' \mathbf{P}_{t+1,\xi} \xi_{t+1} \bar{P}_{t+1,\xi}}{U' \mathbf{C}_t} \right], \quad (7)$$

где  $p_{t+1,\xi} = \frac{P_{t+1,\xi}}{P_{t,\xi}}$ . Введем стохастические коэффициенты дисконтирования валового дохода

да (СКДД)

$$M_{t+1} = \delta \frac{U' \mathbf{C}_{t+1} \bar{X}_{t+1,\xi}}{U' \mathbf{C}_t}, \quad (8)$$

и цен на активы (СКДЦ)

$$\Pi_{t+1} = \delta \frac{J' \mathbf{P}_{t+1,\xi} \xi_{t+1} \bar{P}_{t+1,\xi}}{U' \mathbf{C}_t}. \quad (9)$$

Первый из этих коэффициентов в соответствие с равенством (6) можно считать маргинальной нормой замещения.

С учетом введенного обозначения (8) перепишем (6) в виде

$$P_{t,\xi} = E_t M_{t+1} X_{t+1,\xi}, \quad (10)$$

то есть [18] стоимость единицы рискованного актива в момент времени  $t$  (“сегодня”) равна в следующий  $t+1$  момент математическому среднему выплат по данному активу с учетом стохастического фактора. Кроме того,

$$E_t M_{t+1} p_{t+1,\xi} = E_t \bar{M}_{t+1} p_{t+1,\xi}, \quad (11)$$

иными словами среднее нормы дохода роста цен не зависит от того, какой из стохастических коэффициентов дисконтирования используется СКДД или СКДП.

Отметим также, что равенство (10) также можно представить в виде

$$1 = E_t M_{t+1} R_{t+1,\xi}, \quad (12)$$

где

$$R_{t,\xi} = \frac{X_{t+1,\xi}}{P_{t,\xi}}$$

- валовая норма дохода от портфеля  $\xi_t$ .

**Стохастический коэффициент дисконтирования дохода.** Обратимся, прежде всего, к стохастическому коэффициенту дисконтирования дохода. Пусть  $\delta = e^{-\rho}$ . Прологарифмировав равенство (8) получаем

$$\ln M_{t+1} = -\rho - \ln U'(C_t) + \ln U'(C_{t+1}).$$

Рассмотрим соотношение

$$\ln U'(C_t) - \ln U'(C_{t+1}) = \int_{C_t}^{C_{t+1}} \gamma(C) d \ln C, \quad (13)$$

где  $\gamma(C) = -\frac{\partial \ln U'(C)}{\partial \ln C} = -\frac{U''(C)}{U'(C)}$  эластичность предельной полезности. Она представляет собой положительную величину для возрастающей строго вогнутой функции полезности. Тогда

$$\ln M_{t+1} = -\rho - \int_{C_t}^{C_{t+1}} \gamma(C) d \ln C \quad (14)$$

По теореме о среднем имеем

$$\ln U' C_t \bar{\bar{}} - \ln U' C_{t+1} \bar{\bar{}} = \hat{\gamma} C_t, C_{t+1} \bar{\bar{}} \ln \frac{C_{t+1}}{C_t},$$

где  $\hat{\gamma} C_t, C_{t+1} \bar{\bar{}}$  - значение функции  $\gamma(C)$ , достигаемое в некоторой точке интервала  $[C_t, C_{t+1}]$ . Отсюда

$$\ln M_{t+1} = -\rho - \hat{\gamma} C_t, C_{t+1} \bar{\bar{}} \ln \frac{C_{t+1}}{C_t}. \quad (15)$$

Очень часто в качестве функции полезности используется степенная функция следующего вида

$$U = \frac{C^{1-\gamma_0} - 1}{1-\gamma_0}. \quad (16)$$

Для этой функции, поскольку  $U' = \frac{1}{C^{\gamma_0}}$ ,  $U'' = -\gamma_0 \frac{1}{C^{\gamma_0+1}}$ , то  $\gamma$  оказывается константой равной  $\gamma_0$ . и, следовательно, (14) и (15) принимает вид

$$\ln M_{t+1} = -\rho - \gamma_0 (\ln C_{t+1} - \ln C_t) \quad (17)$$

Норма дохода надежного актива (не подверженного риску. В рамках данного раздела мы будем полагать, что имеем дело с надежным активом  $\xi_t=f$ , значение дохода и цена которого в следующий момент времени известны заранее, то есть являются детерминированными величинами, а выражения (11) и (12) принимают вид

$$1 = E_t M_{t+1} \bar{\bar{}} R_{t,f} \quad (18)$$

$$E_t M_{t+1} \bar{\bar{}} = E_t \bar{\bar{}} M_{t+1}. \quad (19)$$

**СКДД – детерминированная величина.** Предположим, что и  $M_{t+1}$  является детерминированной величиной. Тогда с очевидностью из (18) имеем

$$1 = M_{t+1} R_{t,f},$$

или

$$M_{t+1} = \frac{1}{R_{t,f}},$$

Представим последнее соотношение в виде:

$$\ln R_{t,f} = -\ln M_{t+1}. \quad (20)$$

Кроме валовой нормы дохода  $R_{t,\xi}$ , нам будет необходимо иногда использовать норму чистого дохода  $r_{t,\xi} = R_{t,\xi} - I = i_{t,\xi} + \pi_{t+1,\xi}$ , где  $i_{t,\xi}$  - норма выплат по данному активу (напри-



мер, ставка процента), а  $\pi_{t,\xi}$  - темп прироста цен активов. Если норма чистого дохода  $r_{t,\xi}$  достаточно мала, то, как нетрудно видеть,  $r_{t,f} = \ln R_{t,f}$ , и

$$r_{t,f} = -\ln M_{t+1}. \quad (21)$$

С учетом последнего и равенства (17)

$$r_{t,f} = \rho + \gamma_0 \ln \frac{C_{t+1}}{C_t}. \quad (22)$$

Из формулы (22) следует, что если экономические агенты в большей степени ценят деньги в настоящем, чем в будущем, то процентная ставка, в частности должна быть высока, чтобы убедить их сберегать. Если ставка процента высока, то экономические агенты стремятся инвестировать больше в настоящем и потреблять больше в будущем. Иными словами, высокая ставка процента снижает уровень потребления сегодня, увеличивая его норму роста для будущих времен. Ставка процента становится более чувствительной к норме будущего (отложенного) потребления, если эластичность  $\gamma$  предельной полезности (кривизна функции полезности) велика.

**СКДД – случайная величина, а актив надежен.** Положим теперь, что актив  $\xi_t$ , по-прежнему, является надежным, но  $M_{t+1}$  представляет собой случайную величину. Тогда из (12) имеем

$$\ln R_{t,f} = -\ln E_t M_{t+1},$$

или при достаточно малой норме чистого дохода

$$r_{t,f} = -\ln E_t M_{t+1}, \quad (23)$$

Здесь норма чистого дохода может быть ставкой процента или нормой чистого дохода некоторого (даже теневого) безрискового актива.

Рассмотрим случай, когда  $b = \ln M_{t+1}$  является нормально распределенной величиной, имеющей математическое ожидание  $a$  и дисперсию  $\sigma^2$ . Тогда по определению

$$E M_{t+1} = E(e^b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{b - \frac{b-a}{2\sigma^2}} db,$$

или

$$E M_{t+1} = \frac{e^{\frac{a+\sigma^2}{2}}}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{b-a+\sigma^2}{2\sigma^2}} db = e^{\frac{a+\sigma^2}{2}}.$$

То есть,

$$r_{t,f} = -\ln E M_{t+1} - a - \frac{\sigma^2}{2},$$

то есть

$$r_{t,f} = -E(\ln M_{t+1}) - \frac{\sigma^2(\ln M_{t+1})}{2}. \quad (24)$$

Если функция полезности имеет вид (16), то из (17) вытекает, что

$$E(\ln M_{t+1}) = -\rho - \gamma_0 E \left[ \ln \frac{C_{t+1}}{C_t} \right], \quad (25)$$

$$\sigma^2(\ln M_{t+1}) = \gamma_0^2 \sigma^2 \left[ \ln \frac{C_{t+1}}{C_t} \right]. \quad (26)$$

Подставляя последние выражения в (24) получаем

$$r_{t,f} = \rho + \gamma_0 E \left[ \ln \frac{C_{t+1}}{C_t} \right] - \frac{\gamma_0^2}{2} \sigma^2 \left[ \ln \frac{C_{t+1}}{C_t} \right] \quad (27)$$

В соотношении (27) по сравнению с (22) введено дополнительное слагаемое, характеризующее действие риска, наличие которого позволяет отобразить мотив сбережения экономического агента связанный с предосторожностью. Эта коррекция, формально обусловленная, существованием ненулевой дисперсии  $\sigma^2$ , вызвана наличием у экономического агента опасений того, что колебания нормы дохода его безрискового портфеля активов повлияют на устойчивость будущего потребления. Поэтому он при прочих равных условиях из чувства предосторожности должен сберегать больше. Этим и обусловлено наличие второго слагаемого в квадратных скобках правой части выражения (27). Желание сберегать больше приводит к снижению ставки процента.

Таким образом, для того, что экономические агенты сберегали больше, откладывая потребление, нужны более высокие ставки процента, по сравнению с ситуацией, когда СКДД представляет собой детерминированную величину.

#### 4. Кризис конца прошлого века и «новая экономика» США

Обратимся теперь к Соединенным Штатам Америки в период конца прошлого и начала этого века. К середине 90-ых годов прошлого века наблюдался приток инвестиций, точнее говоря, сбережений из-за рубежа [19].

Отток сбережений из стран Юго-восточной Азии в США привел к увеличению иностранного обменного курса доллара, в частности относительно евро, вызвало падение цен на иностранные товары в долларовом выражении. Это стало причиной уменьшения скорости инфляции и увеличения торгового дефицита США. Значительно повысилась ставка процента. Из равенства (22) предложенной модели следует, что если ставка процента высока, то экономические агенты стремятся инвестировать больше в настоящем и потреблять больше в будущем. Конечно, существовали риски будущих колебаний ставки процента (см. равенство (27)), но ставка процента была достаточно высока, чтобы побудить агентов к сбережениям.

Экономические агенты, которые перевели сбережения в США, впоследствии купили ценные бумаги США. Стоимость этих бумаг увеличилась. Американцам, продавшим часть своих ценных бумаг иностранным инвесторам, пришлось решать, что делать с деньгами, полученными от продажи. Данные говорят о том, что 95 - 97 процентов увеличения благосостояния домохозяйств, которое было следствием притока сбережений из других стран в США, были использованы для покупки других американских ценных бумаг и только 3-5 процентов для покупки потребительских товаров. Соответственно, чем меньше истрачено на потребительские товары, тем больше может быть потрачено на покупку других ценных бумаг и реальные активы и, следовательно, тем больше увеличение цены этих активов и ценных бумаг.

Коррекцию в мотивацию поведения агента вносит использование им рискованного (ненадежного актива). Будем полагать, что экономический агент использует только рискованый актив  $j$ , цену и валовую норму дохода которого мы соответственно обозначим  $P_{t,j}$  и  $R_{t,j}$ .

Как нетрудно видеть,

$$E_t M_{t+1} R_{t,j} = E_t M_{t+1} \bar{E}_t R_{t,j} + \text{cov} M_{t+1} R_{t,j}, \quad (28)$$

и

$$E_t M_{t+1} P_{t,j} = E_t M_{t+1} \bar{E}_t P_{t,j} + \text{cov} M_{t+1} P_{t,j}, \quad (29)$$

где  $\text{cov}$  – ковариация (момент) соответствующих случайных величин. Считая, что, по-прежнему, экономический агент связывает средний СКДД и валовую норму дохода  $R_{t,f}$  соотношением (18), и при этом выполнено

$$E_t M_{t+1} \bar{=} 1/R_{t,f},$$

где  $R_{t,f}$  - валовая норма дохода безрискового актива (например, депозита), с учетом соотношений (28) и (29) из (11) и (12) получаем

$$1 = \frac{E_t R_{t,j} + \text{cov } M_{t+1} R_{t,j}}{R_{t,f}}, \quad (30)$$

$$E_t M_{t+1} P_{t,j} \bar{=} \frac{E_t P_{t,j} + \text{cov } M_{t+1} P_{t,j}}{R_{t,f}}. \quad (31)$$

В результате, после не сложных преобразований, из соотношения (30) имеем

$$E_t R_{t,j} \bar{=} R_{t,f} - \text{cov } M_{t+1} R_{t,j}. \quad (32)$$

$$E_t P_{t,j} \bar{=} R_{t,f} E_t M_{t+1} P_{t,j} - \text{cov } M_{t+1} P_{t,j}. \quad (33)$$

Вычитая из равенства (33) равенство (32) имеем для дивидендов, приходящихся на единицу стоимости  $d_{t,j} = \frac{D_{t,j}}{P_{t,j}}$ , с учетом равенства (10) соотношение

$$E_t d_{t,j} \bar{=} R_{t,f} E_t M_{t+1} d_{t,j} - \text{cov } M_{t+1} d_{t,j}.$$

Равенства (32) не сложно преобразовать к следующему виду

$$E_t R_{t,j} \bar{=} R_{t,f} = -R_{t,f} \text{cov } M_{t+1} R_{t,j}. \quad (34)$$

или

$$E_t R_{t,j} \bar{=} R_{t,f} = -\frac{\text{cov } M_{t+1} R_{t,j}}{E(M_{t+1})}.$$

Из последнего соотношения с учетом (8) нетрудно получить

$$E_t R_{t,j} \bar{=} R_{t,f} = -\frac{\text{cov } U'(C_{t+1}) R_{t,j}}{E(U'(C_{t+1}))}. \quad (35)$$

Анализируя (35) нетрудно заметить, что экономический агент, стремясь получить награду за использование рискового актива, корректирует свое поведение в зависимости от знака корреляции потребления и валовой нормой дохода. При положительном знаке этой корреляции, то есть в случае, когда отклонения в валовом доходе рискового актива сопровождается отклонением того же знака и в потреблении, высокая ожидаемая награда за использование рискового дохода побуждает экономического агента к тому, чтобы повышать объем актива при росте потребления и снижать его при падении уровня потребления. В ином случае, когда эта связь отрицательна, то есть колебания в ценах рисковых активов компенсируются соответствующими изменениями в потреблении. Тогда при сни-

жении потребления агенту есть смысл запастись рисковыми активами на будущее и снижать их объем при росте уровня потребления.

В рамках рассматриваемой модели можно считать, что в США в рассматриваемый период имела место положительная корреляция между потреблением и валовой нормой дохода рискованных активов. Согласно равенству (35) рост отклонения потребления, сопровождаемый ростом ожидаемой награды за использование рискованного актива, побуждал экономического агента к увеличению располагаемого объема актива. Причем наибольшая награда ждала экономического агента на бирже высоких технологий.

В результате рыночные цены на акции стали стабильно расти, как на Нью-Йоркской фондовой бирже, так и на бирже высокотехнологичных фирм Nasdaq, начиная с 1995 года. Но, начиная с конца июня 1998 года рост цен на Nasdaq, стал опережать рост стоимости акций на Нью-Йоркской. Так, в 1998 году рыночная цена акций Нью-Йоркской фондовой биржи выросла с 9,005 млрд. долларов до 12,671 млрд. то есть на 40 процентов. За тот же период рыночная цена акций Nasdaq изменилась с 1,777 млрд. до 3,209 млрд. долларов, то есть на 90 процентов. В дальнейшем в конце 1999 года индекс Доу-Джонса на Нью-Йоркской бирже вышел на плато, в то время как для индекса Nasdaq начался резкий рост (см. рис 1).



Рис.1. Динамика индексов Nasdaq и Доу-Джонса

Более быстрый рост цен на акции компаний, представлявших «новую экономику» (дот-комы, электронная коммерция, оптоволоконная связь, сервера, чипы, IT, телеком), которые торговались на Nasdaq, по сравнению с увеличением цен на акции традиционных отраслей экономики, продаваемых на Нью-Йоркской фондовой бирже, означал наличие оптимистических ожиданий роста новой экономики в конце 20-го века [20].

Казалось, будто развитие информационных технологий управляло финансами. Увеличение мощности компьютеров сопровождалось их удешевлением. Стоимость передачи и хранения информации быстро снижалась. Компьютерные мощности возрастали в соот-

ветствии с законом Мура, и при этом стоимость одной единицы мощности уменьшалась на 30 процентов каждый год. Интернет быстро развивался, и локальные рынки становились все более связанными. Компьютеры заменяли людей в торговле акциями. Оптоволокну соединило восточное побережье США с западным, и цены на телефонные звонки на дальние расстояния уменьшились до уровня стоимости местных звонков. Сервера позволяли хранить большой объем данных. Образовывались десятки тысяч новых фирм, связанных с компьютерными и интернет технологиями. Прибыль венчурных инвесторов, спонсировавших эти фирмы, оказалась настолько высокой, что в эту область стало все больше поступать денег от богатых семей, университетов и благотворительных фондов. Бурное предложение новых выпусков акций по ценам IPO побуждало банки распределять значительное количество этих акций среди руководителей больших фирм, тем самым увеличивать инвестиции в банковский бизнес. Инвестиционные банки богатели; у них стало больше банковских услуг для продажи, и общество было уверено, что обладание долей собственности принесет им прибыль.

Не существует простого ответа на вопрос, в какой момент реальное увеличение экономического богатства превратилось в надувание финансового пузыря на рынке американских активов. Первой датой начала надувания пузыря можно считать весну 1995 года, за полтора года до того, как Гринспеном было высказано суждение о «наличии такого пузыря». Достаточно сказать, что в 1995 году цены акций возросли на 34 процента, а в первые 11 месяцев 1996 года - на 25 процентов, в то время как в 1994 годы они упали на 2 процента.

Скачок цен на акции в 1995 и 1996 годах мог быть результатом двух различных последствий мексиканского финансового кризиса 1994 года, первое из которых было прямым, а второе косвенным следствием кризиса. Прямым следствием было резкое обесценивание мексиканского песо, что привело к быстрому сдвигу в мексиканском торговом балансе от дефицита в 20 млрд. долларов в 1994 году до профицита в 7 млрд. долларов в следующем году. При этом, так как США был самым крупным торговым партнером Мексики, их торговый дефицит с Мексикой вырос на 25 млрд. долларов. Дополнением к возникшему профициту в мексиканском торговом балансе стал отток капитала в США. В итоге отток денег из Мексики в США привел к росту цен на американские ценные бумаги. Вторым следствием мексиканского кризиса для США стал отказ Федеральной резервной системы от жесткой кредитно-денежной политики 1994 года и переход к значительно более мягкому ее варианту.

Следующей датой «подкачки» пузыря можно считать лето 1998 года, последовавшее за азиатским финансовым кризисом, дефолтом в России и коллапсом компании Long-Term

Capital Management. Резкое обесценивание азиатских валют привело к увеличению дефицита торгового баланса США (более чем на 150 миллиардов долларов). В это же время, Федеральная резервная система смягчила кредитно-денежную политику. Частично это действие было вызвано обеспокоенностью монетарных властей США неустойчивостью валютных соглашений, вызванной кризисом компании Long-Term Capital Management, бывшей до этого наиболее профессиональным и развитым американским хедж-фондом.

С началом нового тысячелетия ФРС начала изъятие ликвидности. К тому же экономики Юго-восточной Азии вышли из кризиса и вновь стали привлекательным местом для инвестирования. Начался отток денег из США. Цены акций начали падать. В 2001 г. общий уровень падения на рынке акций составил 40 процентов, а уровень падения Nasdaq оказался равным 80 процентам. Биржевой пузырь Nasdaq сдулся, и в последующие годы до начала нового кризиса динамика индекса Nasdaq и индекса Доу-Джонса были очень близки (см. рис. 1).

## **5. Основные характеристики совокупного портфеля венчурного финансирования и воздействие на них внешней среды**

Ниже и далее портфель проектов венчурного финансирования будет исследоваться с позиций объемов инвестиций, вкладываемых в портфель его отделения. В качестве основных характеристик инвестиций в проекты венчурного финансирования будут рассматриваться объем инвестиций, количество сделок и средняя стоимость сделки (равная частному от деления объема инвестиций на соответствующее количество сделок) в рассматриваемом году. Следует отметить, что эти характеристики инвестиций существенно зависят от показателей доходности ценных бумаг на Наздаке, соответствующих отдельным разделам портфеля инвестиционных проектов.

Совокупный портфель венчурных проектов на разных стадиях венчурного финансирования не всегда следует общим экономическим тенденциям (см. также [21]). Относительная независимость оценок риска венчурными инвесторами от внешней среды особенно ярко проявилась в годы экономического кризиса первого десятилетия двадцать первого века на начальных стадиях венчурного бизнеса (см. рис. 2). Так, в период кризиса первого десятилетия двадцатого века на стадии посевного и стартового финансирования и на ранней стадии оценки инвесторами роста рисков были достаточно оптимистическими, в отличие от первого кризиса. Это было, по-видимому, связано с отдаленностью ранних стадий от полноценного выхода на рынок и надеждой на экономическое оздоровление к моменту, когда инвестируемые технологии достигнут рыночной зрелости.

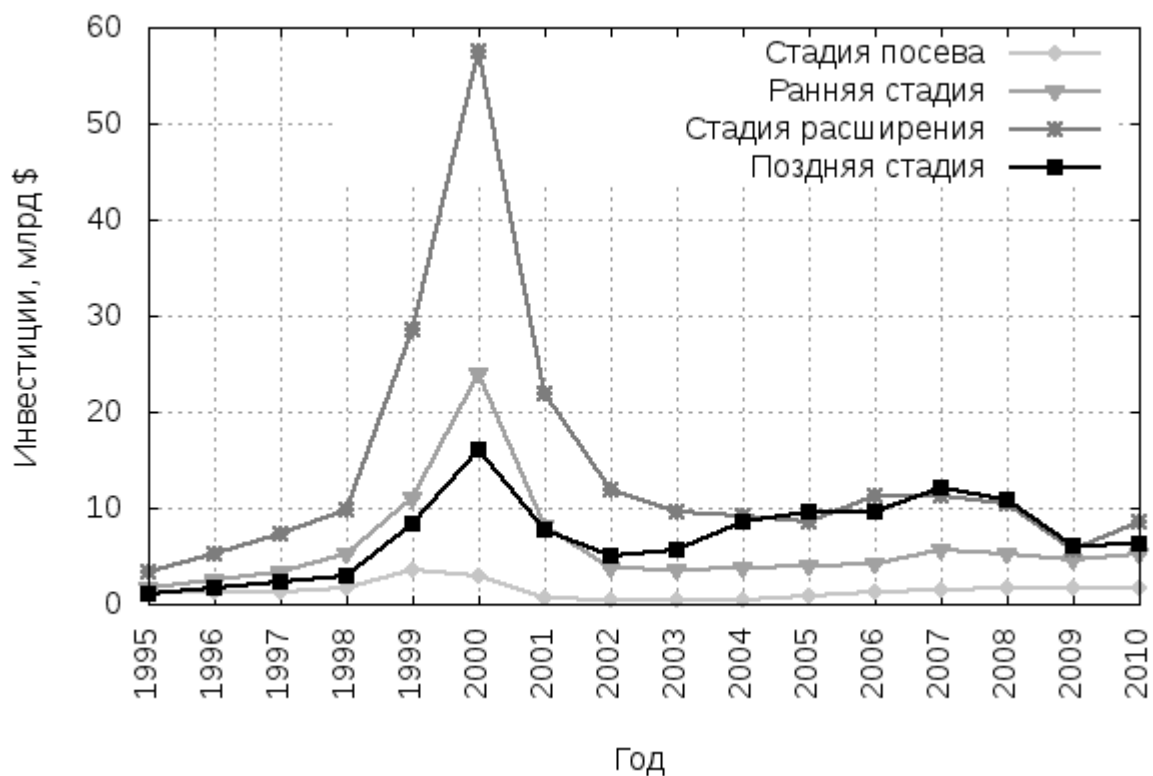


Рис. 2. Распределение объемов инвестиций во все технологии по стадиям

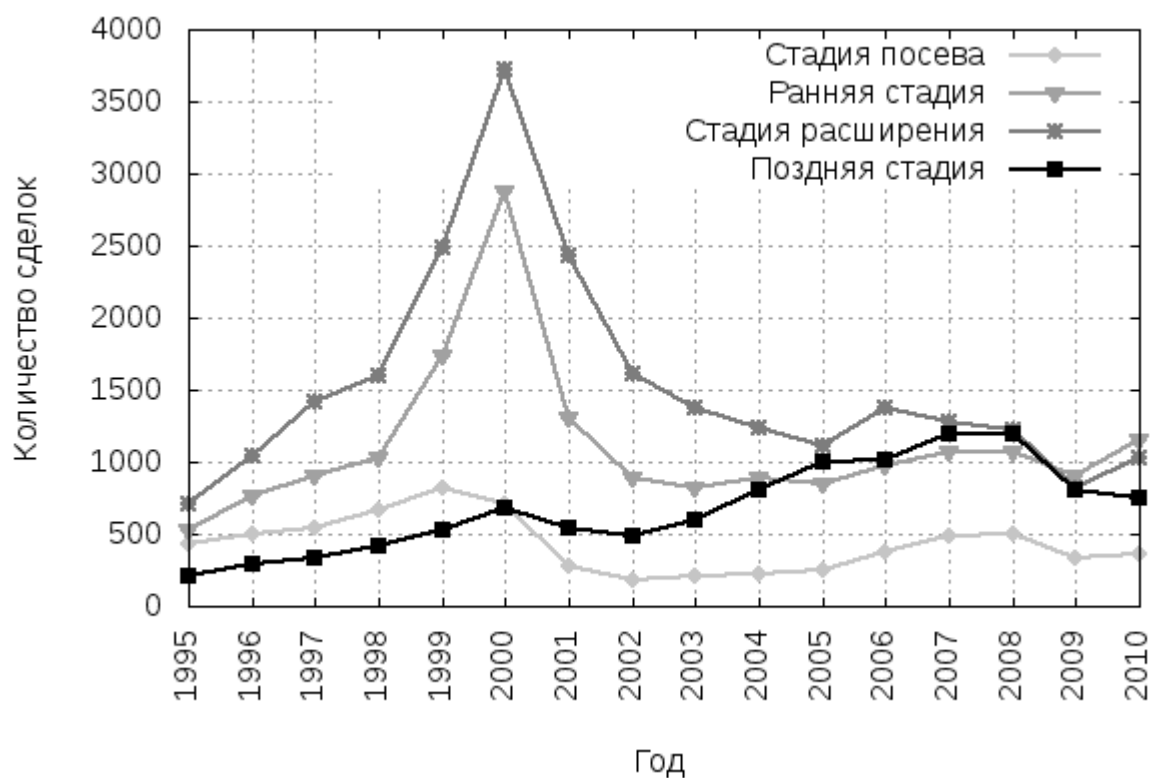


Рис. 3. Распределение общего количества сделок для всех технологий по стадиям



Выделение трех макро технологий (биотехнологий, информационных технологий и технологий досуга и развлечений) позволило установить два факта: наличие технологических сдвигов в сторону биотехнологий и хеджирующую роль последних в совокупном портфеле инвестиционных проектов. Имело место перераспределение весов данных технологий после 2000 года. На это перераспределение весов существенное влияние оказал первый из исследуемых кризисов, когда в результате сдувания пузыря интернет-технологий, резко уменьшились объемы инвестирования в информационные технологии. При этом биомедицинские технологии демонстрировали плавный рост объемов инвестиций и количества сделок после 2002 года. Данное явление позволяет предположить, что в совокупном портфеле отделение биомедицинских технологий в известном смысле хеджировало отделение информационных технологий (см. рис. 4-5)

После 2001 имел рост объемов инвестиций на начальных и поздней стадии инвестирования биомедицинских технологий. Во время второго кризиса объем инвестиций в конечные две стадии упал, а на начальные стадии кризис повлиял в незначительной мере. Благодаря этому, уровень инвестиций во все стадии сблизился. Данный сдвиг предпочтений объясняется положительной оценкой инвесторами перспективы выхода из кризиса последнего десятилетия за счет развития технологий ранних стадий.

Прежнее доминирование стадии расширения сменилось к началу второго кризиса доминированием поздней стадии как для биомедицинских технологий, так и для информационных технологий. Отсюда нетрудно сделать вывод о том, что наряду со стремлением опереться на проекты ранних стадий имеет место усиление желания быстрой рыночной реализации зрелых инвестиционных проектов. В большей степени это стремление выражено для биомедицинских технологий. (см. рис. 6-7)

По нашему мнению, имели место эффекты дополнения и опережения развития составляющих портфеля биотехнологий и медицинских технологий на разных стадиях венчурного бизнеса. В частности, на посевной стадии и стадии стартового финансирования (имела место положительная корреляция между соответствующими портфелями инвестиционных проектов) биотехнологий и медицинских технологий (в период с 2006 по 2009 годы). На ранней стадии развития технологий (до 2005 года) развитие биотехнологий требовало опережающего развития медицинских технологий. На поздней стадии (с 2003 по 2008 год) имела место обратная ситуация: развитие медицинских приборов и оборудование во многом задавала динамика инвестиций в биотехнологии. (см. рис. 8-9)

Технологический инвестиционный проект в процессе своего выполнения переходит с одной стадии на другую. Поэтому можно полагать, что объемы финансирования на этих

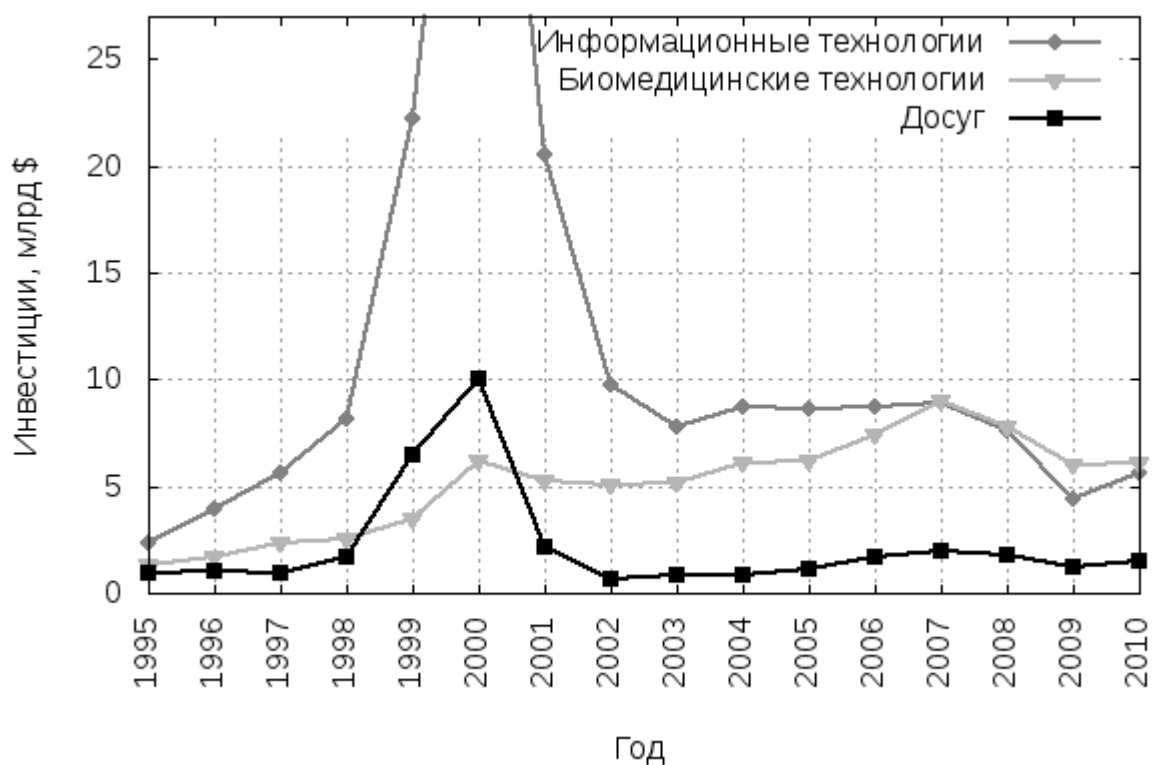


Рис. 4. Распределение объемов инвестиций в макротехнологии

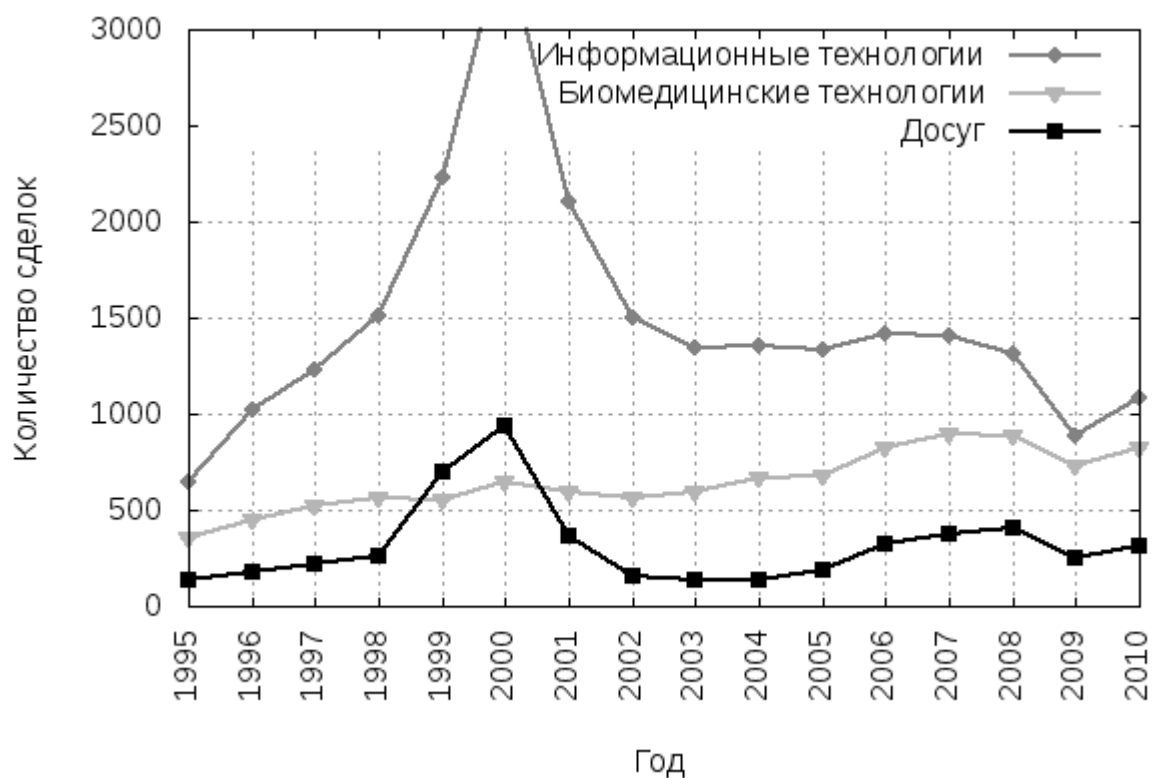


Рис. 5. Распределение количества сделок в макротехнологии

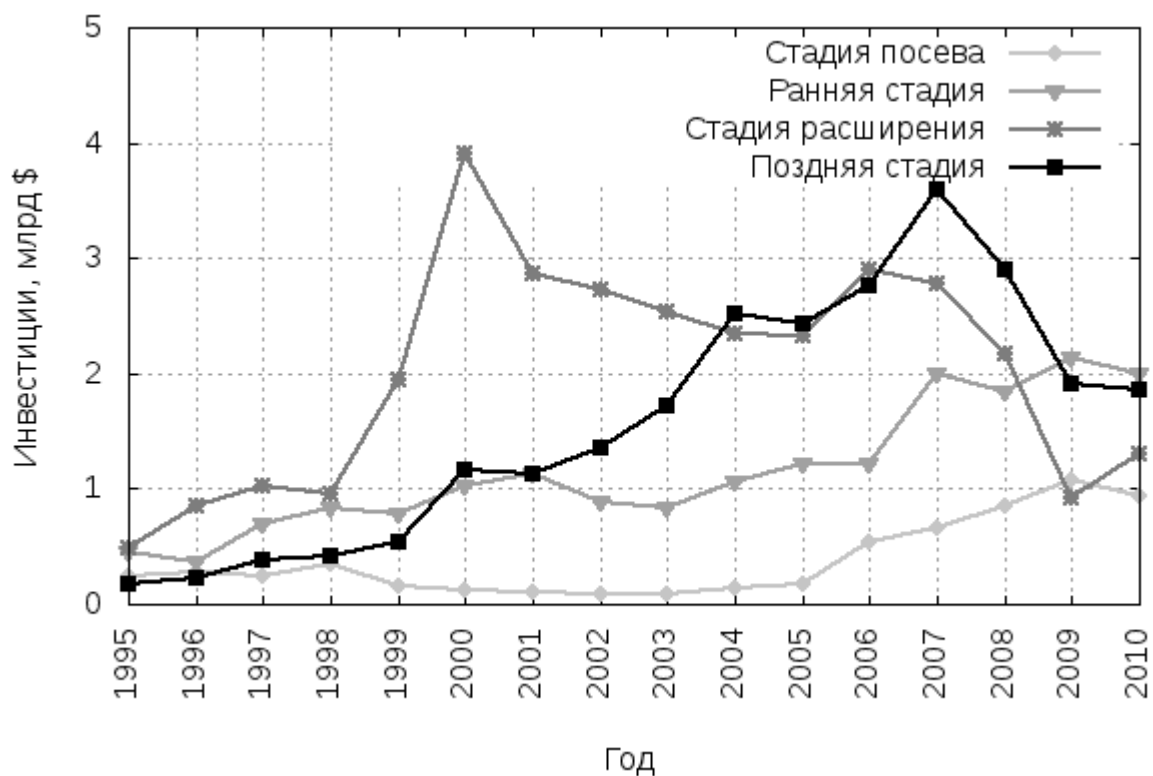


Рис. 6. Распределение объемов инвестиций по стадиям для биомедицинских технологий

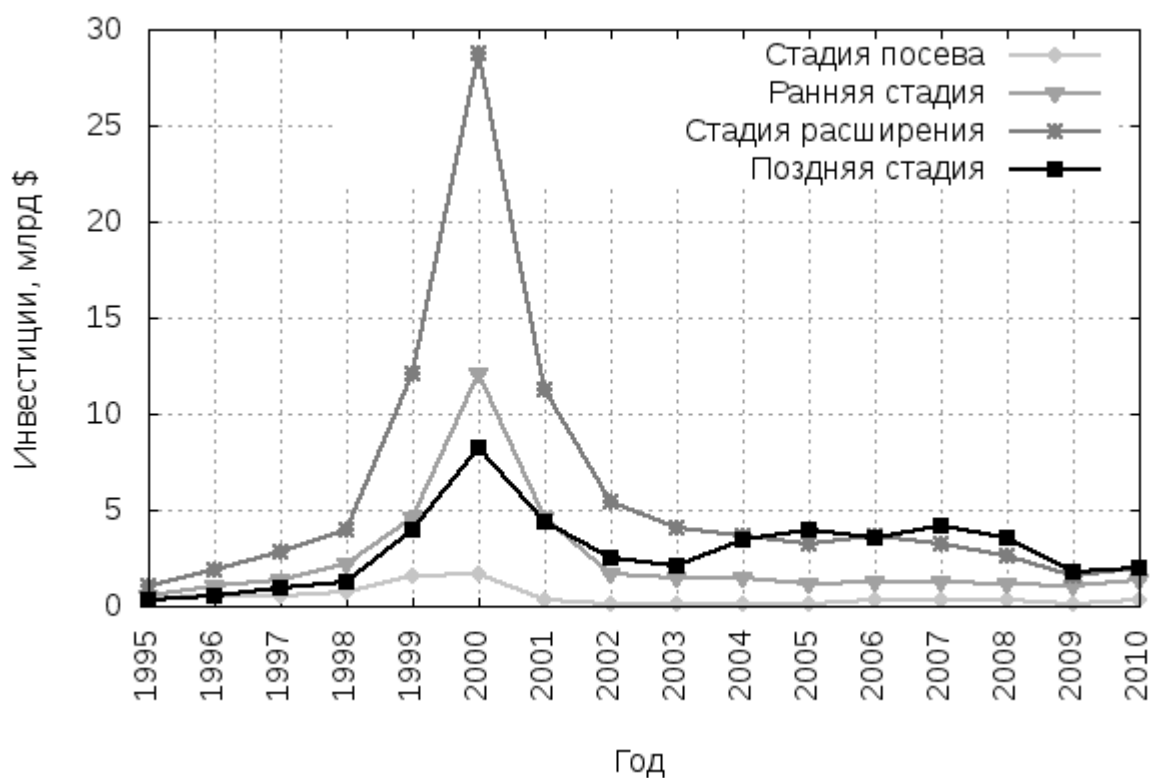


Рис. 7. Распределение объемов инвестиций по стадиям для информационных технологий

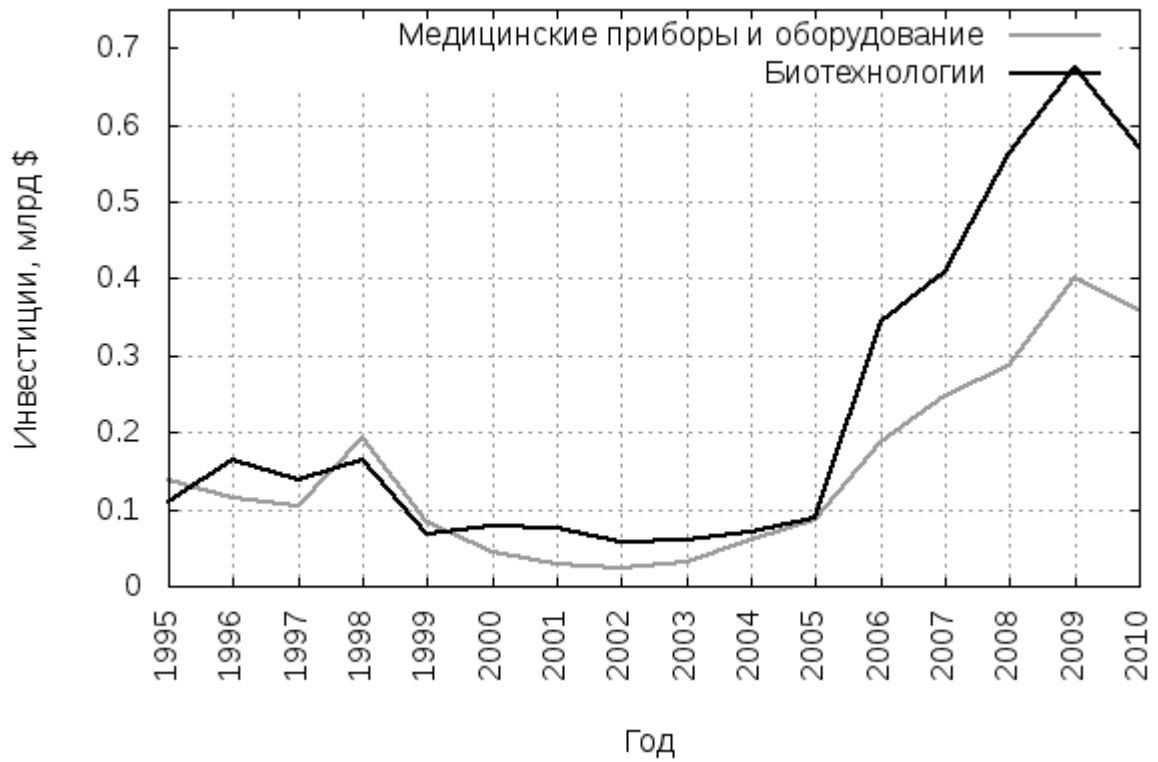


Рис. 8. Распределение объемов инвестиций для биотехнологий и медицинских приборов на стадии посева и стартового финансирования

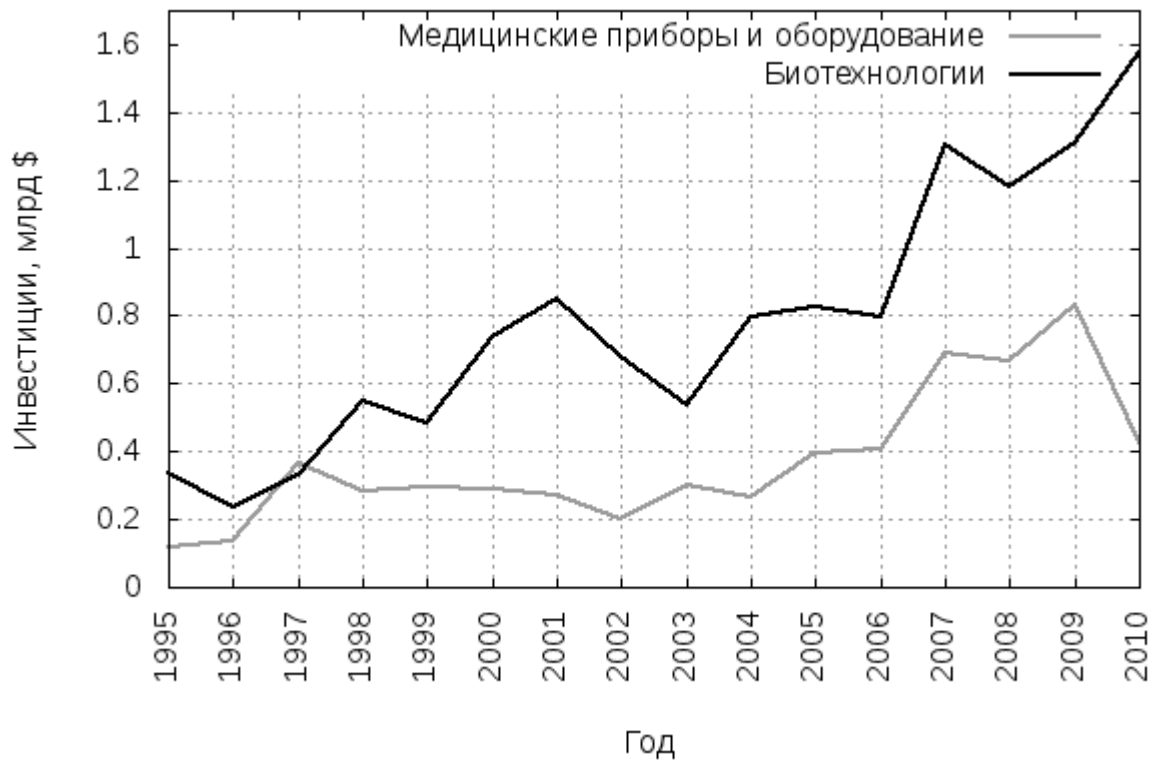
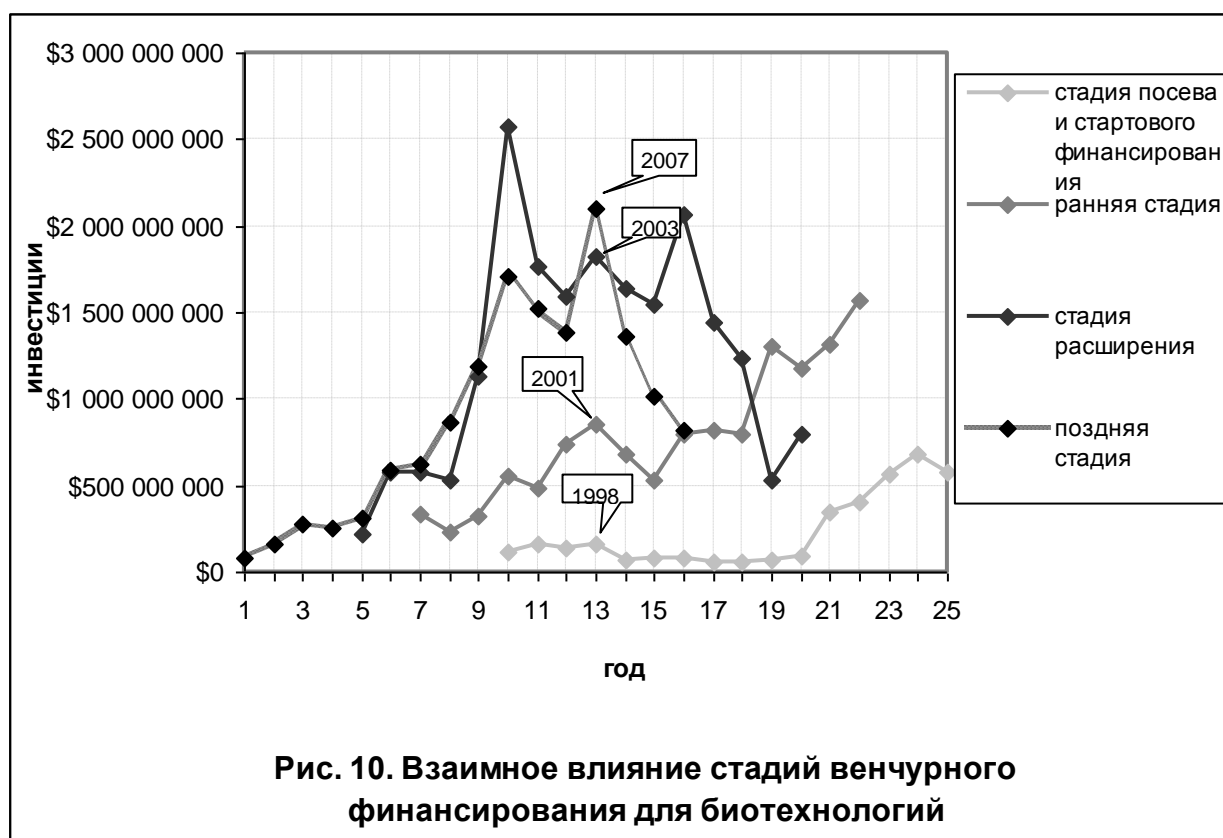


Рис. 9. Распределение объемов инвестиций для биотехнологий и медицинских приборов на ранней стадии

стадиях должны быть связаны. Поэтому форма зависимости объемов инвестиций от времени на предыдущей стадии в идеале должна повторять форму зависимости объемов инвестиций на последующей стадии с определенным лагом. Этот лаг определяется длительностью стадий. Однако данная закономерность проявляется на данных только при достаточно равномерных изменениях внешней среды и при однонаправленности воздействий этих изменений на процессы инвестирования разных стадиях венчурного цикла. Эти условия во многом были выполнены для биомедицинских технологий. Для них была установлена длительность стадий венчурного финансирования. Из кривых, приведенных на рис. 10 видно, что в период, предшествующий кризису 2008 года локальные максимумы для всех четырех стадий совпадали со смещением на некоторую константу времени, свою для каждой стадии. Так, например, кривая поздней стадии отстает от кривой стадии расширения на 4 года и, соответственно, локальный максимум первой кривой 2007 года обусловлен существованием локального максимума кривой стадии расширения в 2003 году. В свою очередь, данный локальный максимум последней кривой является следствием существования локального максимума объемов инвестирования на ранней стадии в 2001 году, то есть временной лаг между этими кривыми равен 3 года. Менее устойчивая связь между кривой, соответствующей ранней стадии инвестирования и кривой инвестирования на стадии посева и начального финансирования.

Исследование проведено при поддержке РГНФ, грант 11-02-00656а.



**Рис. 10. Взаимное влияние стадий венчурного финансирования для биотехнологий**

## Литература

1. Arundale K. Private Equity and Venture Capital Investment Trends. London: Cass Business Class, 2005.
2. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. М.: Изд-во «Дело». 2008.
3. Голиченко О.Г., Голиченко Н.О. Инновационные проекты, реализующие процесс создания радикальных технологий. Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 5/ Материалы Двенадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 12-13 апреля 2011 г.
4. Голиченко О.Г. Основные факторы развития национальной инновационной системы. М.: Наука, 2011.
5. Gompers P. Optimal Investment, Monitoring and the Staging of Venture Capital. / Journal of Finance, 50, 1995: 1461-89.
6. Sahlman W.A. The Structure and Governance of Venture Capital Organization// Journal of Financial Economics, 27 (2), 1990: 473-521.
7. Lerner J. The Syndication of Venture Capital Investments.// Financial Management 23 (3), 1994: 16-24.
8. Tobin J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk.//Review of Economic Studies, vol.67 .№1(February)1958: 65-86.
9. Markowitz H. Portfolio Selection. //Journal of Finance. Vol. 7, No 1 (March), 1952: 77-91
10. Sharpe W. F. Portfolio Theory and Capital Markets. New York: McGraw-Hill, 1970.
11. Lintner J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. // Journal of Finance. Vol.20, No. 5, 1965: 587-615.
12. Давнис В.В., Тинякова В.И. Модели портфельного инвестирования в финансовые активы. Воронеж: центр научно-технической информации, 2010.
13. Шведов А.С. Теория эффективных портфелей и ценных бумаг. М.: ГУ-ВШЭ, 1999.
14. Samuelson P. A. Life time Portfolio Selection by Dynamic Stochastic Programming.// The Review of Economics and Statistics, Vol.51, №3, 1969: 239-46.
15. Merton R. A. Life time Portfolio Selection under Uncertainty: the Continuous Time Case// The Review of Economics and Statistics, Vol.51, №3, 1969: 247-257.

16. Fama E.F. Multiperiod Consumption – Investment Decisions. *American Economic Review*, Vol.60, 1970: 163-174.
17. Cochrane J. H. *Asset Pricing*. Oxford: Princeton University Press, 2001.
18. Campbell J.Y. *Asset Pricing at the Millennium*.// NBER WP 7589, 2000.
19. Blustein P. *The Chastening: Inside the Crisis that Rocked the Global Financial System and Humbled the IMF*. PublicAffair, 2001.
20. Kindleberger Ch., Aliber R. *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises*. Hoboken, New Jersey: Willey, 2005.
21. Голиченко О.Г., Чантурия М.В. Влияние мировых кризисов конца XX века и начала XXI века на состояние и развитие венчурного бизнеса. Материалы Одиннадцатых Друкеровских чтений/ Под ред. Р.М. Нижегородцева. М., М.-Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2011., Москва, 2011, 99 - 109