

# Формирование и оптимизация портфеля венчурных инвестиций

Formation and optimizing venture investment portfolio

doi 10.26310/2071-3010.2022.284.5.002



**А. Б. Чуриков,**  
магистрант, экономический факультет,  
Санкт-Петербургский государственный  
университет  
✉ churikoff@mail.ru

**A. B. Churikov,**  
master student, faculty of economics,  
Saint Petersburg state university



**Е. А. Спиридонова,**  
к. э. н., доцент, эксперт,  
отдел сопровождения проектов,  
Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В. И. Ульянова (Ленина)  
✉ Espiridonova@yandex.ru

**E. A. Spiridonova,**  
PhD, associate professor, expert, department  
of projects' assistance, Saint-Petersburg  
electrotechnical university «LETI»

Венчурные инвестиции являются одним из ключевых факторов развития инновационной экономики, поскольку, в большинстве случаев, именно они являются основным источником финансирования стартап-проектов, без существования которых были бы невозможны комплексная разработка и внедрение прорывных исследований и разработок. Несмотря на готовность к риску, венчурные инвесторы тоже стремятся найти разумный баланс между уровнем риска и доходностью своих вложений. В исследовании предлагается алгоритм формирования и оптимизации портфеля венчурных инвестиций с учетом специфики инновационного сектора. Предлагаемая методика может быть востребована венчурными инвесторами не только в контексте отбора наиболее целесообразных объектов вложений, но и для диверсификации рисков портфеля.

Venture investment is one of the key factor of innovation economy development, because they are the main source of financing for startup-projects, within which a lot of radical R&D are carried out. In spite of the readiness for high level of risk, venture capitalists are also interested in finding some rational balance between profitability and risk. The research provides the algorithm of formation and optimizing venture investment portfolio, taken into account the specificity of innovative sector. The proposed methodology can be interested for venture capitalists not only in the contest of making choice of proper object of investment, but also in context of risks diversification.

**Ключевые слова:** венчурные инвестиции, инвестиционный портфель, оценка проекта, коммерциализация интеллектуальной собственности, стратегическое управление.

**Keywords:** venture investments, investment portfolio, project evaluation, commercialization of intellectual property, strategic management.

## Введение

Прямые инвестиции фирм, акселераторов, частных инвесторов и бюджетных учреждений являются основой рынка венчурного капитала, формирующего необходимое финансовое обеспечение для запуска стартап-проектов и разработки новых технологических решений, которые определяют долгосрочную конкурентоспособность экономических систем.

Однако, на текущий момент, российский венчурный рынок все еще нельзя отнести к категории развитых, а основные проблемы, препятствующие его развитию, заключаются в несовершенстве законодательной базы, учитывающей особенности венчурных капиталовложений, недостаточной информационной поддержке участников венчурного предпринимательства, низком развитии инвестиционной инфраструктуры и отсутствии экономических стимулов для вложения средств инвесторов в малые инновационные предприятия. Не менее серьезным негативным барьером, влияющим на активную мобилизацию средств частных инвесторов, по мнению исследования Venture Barometer [1], является низкий уровень инвестиционной культуры предпринимателей, что обуславливает актуальность разработки и научного обоснования подходов к анализу, оценке и отбору стартап-проектов, находящихся на различных стадиях жизненного цикла, а также методов составления и оптимизации портфелей венчурных инвестиций.

Несмотря на потенциальные конкурентные преимущества, достигаемые в рамках разработки новых

технологических решений, необходимо учитывать ряд особенностей, которыми обладают инновационные стартап-проекты:

- увеличенный объем первоначальных капиталовложений, который обусловлен не только необходимостью создания каналов сбыта и продвижения, а также обеспечения материально-технической базы для реализации новой продукции, но и проведением цикла научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- высокая степень неопределенности результатов НИОКР;
- необходимость разработки стратегии защиты результатов интеллектуальной собственности, от которой во многом зависит успех всего проекта;
- высокие барьеры восприятия инновационной продукции — важную роль в успехе стартап-проекта играют затраты, связанные с позиционированием и продвижением нового товара.
- ограниченность источников финансирования, что как правило связано с отсутствием кредитной истории, реальных активов и точно прогнозируемых денежных потоков, вследствие чего становится невозможно привлечь заемное финансирование на ранних стадиях развития компании.

Одним из ключевых способов привлечения капитала в инновационные стартап-проекты являются венчурные инвестиции, и, хотя венчурный инвестор готов принять высокий уровень риска в ожидании высокой доходности в будущем, количество потенциальных объектов инвестирования всегда ограничено опреде-

ленным бюджетом венчурного финансиста. Кроме того, очевидно желание любого инвестора найти некий оптимум между соотношением риска и доходности. В связи с этим необходима методика обоснования формирования и оптимизации портфеля венчурных инвестиций, разработка которой и является предметом исследования в рамках настоящей статьи.

**Ключевые направления оценки стартап-проектов венчурным инвестором**

Перед осуществлением инвестиций венчурные фонды проводят процедуру Due Diligence, основной задачей которой является оценка выгод и обязательств от предполагаемых вложений капитала путем анализа прошлого, настоящего и будущего всех аспектов деятельности инновационных компаний. Основной особенностью данной проверки является ее индивидуальный характер, в силу того, что каждая стадия жизненного цикла малого инновационного предприятия имеет ряд особенностей, которые влияют на ключевые параметры анализа и отбора наиболее перспективных объектов. Основные направления анализа представлены в табл. 1.

В контексте финансового анализа венчурный инвестор акцентирует внимание на статических и динамических показателях инвестиционной привлекательности проекта, однако, стоит отметить, что развитие стартапа в прогнозном периоде имеет для венчурного инвестора вспомогательное значение в проводимом анализе, так как он не заинтересован в получении процента от зарабатываемых стартапом доходов. Его стратегический интерес заключается в последующей реализации своей доли в бизнесе в момент выхода стартапа на стабильный уровень работы. Поэтому, заключительным этапом анализа инновационного стартап-проекта является оценка стоимости бизнеса в постпрогнозный период — Exit Value, и обоснование доли, приобретаемой венчурным инвестором.

Основными методами, применяемыми в рамках оценки стоимости бизнеса, в соответствии с Федеральным законом об оценочной деятельности, являются сравнительный, доходный и затратный подходы [2]. Использование затратного подхода затруднено, так как практически невозможно предугадать, из каких активов будет состоять имущественный комплекс стартапа на дату предполагаемого выхода венчурного инвестора, тем более сложно спрогнозировать рыночную стоимость этих активов. Применение сравнительного подхода может быть ограничено в связи с отсутствием у венчурного бизнеса аналога на рынке. Поэтому наиболее подходящим способом определения стоимости стартапа на момент стабилизации бизнеса выступает методология доходного подхода.

При этом для расчета стоимости бизнеса на момент осуществления дивестирования венчурным инвестором целесообразно использовать метод капитализации — прямой (при допущении о стабильности среднегодового денежного потока) или модели Гордона (при допущении о стабильном приросте денежного потока):

$$EV_{\text{оц}} = \frac{CF_{\text{безд}} - \text{Долг}}{(1+i_{\text{венч}})^t}, \tag{1}$$

$$EV_{\text{оц}} = \frac{FCFF(1+a)}{(WACC^* - a)^t} - \text{Долг}, \tag{2}$$

где  $EV_{\text{оц}}$  — стоимость компании,  $FCFF$  — средний ожидаемый бездолговой денежный поток,  $WACC^*$  — долгосрочная средневзвешенная ставка капитала,  $a$  — ожидаемый средний темп роста денежных потоков,  $i_{\text{венч}}$  — ставка дисконтирования венчурного инвестора,  $\text{Долг}$  — величина заемного капитала на конец прогнозного периода,  $t$  — величина прогнозного периода.

Отметим, что доходный подход, применяемый для оценки венчурного бизнеса на момент его стабилизации, предполагает капитализацию бездолговых денежных потоков компании, поскольку прогнозирование полного денежного потока в постпрогнозный период не представляется возможным. Данный поток дисконтируется по средневзвешенной стоимости капитала ( $WACC$ ), которая определяется исходя из структуры и стоимости задействованного капитала в компании в прогнозном периоде, а в постпрогнозный исходит из допущения об оптимальном соотношении капитала: на 80% собственных средств приходится 20% заемных.

Определение стоимости бизнеса на момент дивестирования крайне важно, так как задействовано в обосновании доли венчурного инвестора в стартап-проекте:

$$\text{Доля венчурного инвестора} = \text{Inv} / EV_{\text{оц}}, \tag{3}$$

где  $EV_{\text{оц}}$  — текущая стоимость компании,  $\text{Inv}$  — объем инвестиций венчурного инвестора.

Также отметим, что полученная на момент стабилизации величина стоимости бизнеса, должна быть приведена на момент оценки по ставке, учитывающей риски венчурного инвестора, так как до наступления постпрогнозного периода стартап должен пройти рисковый прогнозный период.

Окончательное обоснование инвестиционной привлекательности стартапа для венчурного инвестора может быть проведено при помощи двух известных показателей — NPV и ROI с учетом специфики венчурной сделки:

$$ROI_{\text{венчурного инвестора}} = \frac{\text{Inv} - EV_{\text{пост}}}{\text{Inv}}, \tag{4}$$

где  $ROI_{\text{венчурного инвестора}}$  — ожидаемая рентабельность инвестиций,  $\text{Inv}$  — объем инвестиций венчурного капиталиста,  $EV_{\text{оц}}$  — текущая стоимость компании,  $EV_{\text{пост}}$  — стоимость компании в постпрогнозный период;

$$NPV_{\text{венчурного инвестора}} = -I + d_{\text{инв}} EV_{\text{пост}},$$

где  $NPV_{\text{венчурного инвестора}}$  — чистая приведенная стоимость,  $\text{Inv}$  — объем инвестиций венчурного

## Направления анализа стартап-проектов

Направления анализа	Методы	Индикаторы принятия инвестиционных решений
Команда проекта	Проведение собеседований. Методы скоринга	Наличие у проекта сформированной команды и руководителей имеющих релевантный опыт и определенный тип темперамента
Юридическая документация	Анализ учредительных документов	Отсутствие ограничений прав собственников и правильное надлежащее учредительных документов
Интеллектуальная собственность	Определение стадии НИОКР, на котором находится целевой РИД. Аудит патентных прав	Анализ степени завершенности разработки. Анализ оформления прав на РИД с акцентом на патентное покрытие ключевых географических регионов планируемых продаж, степень патентной чистоты. При условии отсутствия патента, анализ возможностей его получения
Продуктовые решения	Исследование НТУ. Определение CSI	Существование у РИД долгосрочного конкурентного преимущества. Сформированные представления у разработчиков относительно функционала продукта, который планируется производить на основе РИД, ценового диапазона и технологии производства
Уровень конкуренции	Методы бенчмаркинга. Анализ отраслевых отчетов. Метод таинственного покупателя	Небольшое количество близких и дальних конкурентов. В случае наличия субститутов, значительные конкурентные преимущества. Невысокая степень рыночной монополизации и диверсификации продукции конкурентов
Целевая аудитория	Опросы и интервью фокус групп. Анализ отраслевых отчетов. Разработка карты позиционирования. Полевые исследования	Наличие платежеспособной целевой аудитории с проблемой, которую может решить продукт стартапа. Невысокий уровень приверженности к другим брендам
Анализ рыночных барьеров	Методы статистического анализа. Методы экспертных оценок	Отсутствие правовых барьеров. Преодолимые барьеры в сфере производства продукции. Продуманная кампания по продвижению, позволяющая снизить барьеры восприятия со стороны покупателей
Финансовый анализ	Методы финансового моделирования	Обоснованный прогноз денежных потоков. Глубокий анализ управленческих мероприятий по минимизации проектных рисков

капиталиста,  $d_{инв}$  — доля венчурного инвестора,  $EV_{пост}$  — ожидаемая стоимость компании.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что основным параметром, определяющим для венчурного инвестора целесообразность осуществленных инвестиций в стартап, является величина его стоимости на момент осуществления дивести́рования, поскольку именно она формирует его конечный доход. Однако, стоимость стартапа в постпрогно́сном периоде, является волатильным параметром и может отличаться от прогнозируемых значений, в зависимости от степени эффективности принимаемых управленческих решений на разных этапах жизненного цикла стартапа. Следовательно, важно не только рассчитать предполагаемую стоимость венчурного бизнеса на момент его стабилизации, но и идентифицировать факторы стоимости и инструменты, с помощью которых их можно оптимизировать.

На основе проведенного анализа можно резюмировать, что базовыми факторами стоимости стартапа на момент дивести́рования венчурного инвестора выступают: денежный поток, средневзвешенная стоимость капитала, ожидаемый срок до момента стабилизации бизнеса, несистематические риски, определяющие ставку дисконтирования для венчурного инвестора, изначальный объем инвестиций и размер долга, ожидаемый на момент выхода инвестора из бизнеса. То, какое значение эти факторы примут в постпрогно́сном периоде, зависит, во-первых, от результатов процедуры due diligence, взаимосвязь с которой отражена на рис. 1, а во-вторых, от того, как будет развиваться стартап в прогно́сном периоде.

Важно отметить, что компания не может управлять или каким-то образом повлиять на часть факторов,

определяющих значение стоимости на момент дивести́рования, в силу того, что они определяются внешней средой организации. К таким факторам можно отнести: эластичность и объем платежеспособного спроса, отраслевые и страновые риски, размер безрисковой доходности, а также долгосрочный уровень стоимости заемного капитала и ставки налога на прибыль.

В тоже время, в рамках осуществления отбора перспективных стартап-проектов, в рамках процедуры due diligence венчурному инвестору необходимо осуществлять их исследование, прогнозирование и в последствии уделять большое внимание вопросу их мониторинга, поскольку они являются неотъемлемой частью разработанной системы факторов, формирующих ожидаемую доходность и риски проекта, позволяющие инвесторам создавать и оптимизировать портфели венчурных инвестиций.

Также, в рамках оценки эффективности венчурных сделок необходимо тщательно проводить детальный анализ технологического, рыночного и экономического потенциалов стартап-проекта, на основе которых будут сформирован прогноз, относительно роста стоимости малого инновационного предприятия.

### Обзор теорий формирования инвестиционного портфеля

Истоками формирования портфельной теории является теория инвестиций, становление и развитие которой пришлось на 1930-е гг. под влиянием фундаментальных трудов И. Фишера и Б. Грэхема. В своей работе «Теория процента» [3]. И. Фишер впервые описал идею дисконтирования доходов инвесторов во времени, а также систематизировал знания о фор-



Рис. 1. Система управления факторами стоимости инновационного стартапа на момент стабилизации бизнеса

мировании безрисковой процентной ставки и влияния на нее фактора инфляции, ставших основой для последующих исследований в области определения портфельных рисков.

Подход Б. Грэхема во многом отличался от идей И. Фишера, поскольку проведенные им исследования, описанные в труде «Анализ ценных бумаг» [4], были сосредоточены на финансовом анализе бухгалтерской отчетности крупных акционерных компаний и формировании критериев для выявления недооцененных акций, имеющих наибольший потенциал роста стоимости на фондовом рынке. В тоже время, данные теории имели общее базовое предположение о независимости критериев оценки инвестиций от предпочтений потребления отдельных экономических агентов, поскольку с точки зрения Б. Грэхема и И. Фишера все участники инвестиционного процесса руководствуются максимизацией чистой приведенной стоимости.

Однако, сформировавшийся традиционный подход к осуществлению инвестиций, по мнению авторов, имеет два существенных недостатка. Во-первых, с точки зрения И. Фишера и Б. Грэхема, в рамках принятия решения об инвестировании ключевой характеристикой актива считалась его потенциальная доходность, а, следовательно, влияние различных факторов риска на инвестиционный процесс не учитывалось. Во-вторых, данные теории не предусматривали возможность анализа совокупности активов, обладающих различными уровнями доходности и риска.

Впоследствии, основываясь на работах Грэхема и Фишера, Г. Марковиц сформировал теорию портфельных инвестиций, которая смогла нивелировать недостатки идей его предшественников. В статье «Выбор

портфеля» [5] он предложил математическую модель, ставшую первым решением задачи по формированию и оптимизации инвестиционного портфеля. Основой данного научного подхода является применение ретроспективного анализа финансовых инструментов для последующего прогнозирования ожидаемого дохода инвестора, определяющегося математическим ожиданием.

В тоже время, Марковиц отмечает, что истинные мотивы инвестора заключаются не только в стремлении максимизировать доходность сделок, но и минимизировать величину рисков, связанных с ее получением. При этом, в качестве основной меры величины риска им был предложен показатель среднего квадратического отклонения, отражающего величину возможного отклонения ожидаемого дохода актива:

$$\sigma_i = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \sum (r_i - r_{i\text{cp}})^2 p_{ij}}{\sum_{i=1}^n p_{ij}} \right)^{1/2},$$

где  $\sigma_i$  — среднее квадратическое отклонение доходности  $i$ -го актива,  $r_{i\text{cp}}$  — средняя ожидаемая доходность по активу  $i$ ,  $p_{ij}$  — вероятность получения  $i$ -го дохода,  $n$  — количество возможных сценариев изменения дохода,  $r_i$  — ожидаемая доходность по  $i$ -му активу в  $j$ -м сценарии при вероятности  $p_{ij}$ .

Следствием наличия двух противоречивых целей и является необходимость в проведении диверсификации с помощью приобретения различных классов активов, ковариационная взаимосвязь которых в рамках сформированного портфеля позволяет существенно снизить риски инвестора, по сравнению с рисками включенных в него отдельных инструментов.

В этом случае общий доход портфеля определяется по формуле:

$$r_p = \sum_{i=1}^n x_i r_{i\text{cp}}, \quad (5)$$

где  $r_p$  — ожидаемая доходность портфеля, — ожидаемая доходность по  $i$ -му активу,  $x_i$  — доля инвестиций портфеля в активе  $i$ ,  $n$  — количество активов в портфеле.

Поскольку доля инвестиций в активе  $x_i$  равна  $W_i^0/W^0$ , где  $W_i^0$  — стоимость активов данного вида, а  $W^0$  — стоимость портфеля в целом, то очевидно, что данные условия накладывают на модель Марковица ряд важных ограничений:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad x_i \geq 0.$$

Таким образом, в портфель могут входить только активы, купленные с намерением их дальнейшей перепродажи с целью получения выгоды за счет повышения цены, что в конечном итоге ограничивает общую доходность портфеля максимальной доходностью активов, из которых он построен.

Совокупный риск портфеля находится через коэффициент ковариации, являющейся статистической мерой взаимодействия случайных переменных, позволяющей определить имеют ли выбранные инвестором финансовые инструменты тенденцию к однонаправленному или разнонаправленному изменению.

Используя данную методику расчета ковариационной взаимосвязи активов, общий риск портфеля можно определить по формуле:

$$\sigma_p = \left( \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{1/2}, \quad (6)$$

где  $\sigma_p$  — совокупный риск портфеля,  $\sigma_{ij}$  — ковариация доходностей активов  $i$  и  $j$ ,  $x_i$  и  $x_j$  — доли активов  $i$  и  $j$  в портфеле.

Важно отметить, что большинство сформированных таким образом портфелей не будет обеспечивать максимальную доходность или минимальные риски для инвестора, т. е. являются неэффективными. Более того, достижение двух данных целей одновременно в рамках осуществления портфельных инвестиций практически невозможно, поэтому теорема Марковица об эффективном множестве гласит, что инвестор выберет оптимальный портфель из допустимого множества, каждый из которых:

- обеспечивает максимальную доходность при заданном уровне риска;
- обеспечивает минимальный риск, для некоторого значения ожидаемой доходности.

Таким образом, математически, модель оптимизации портфеля по Марковицу при минимально допустимом уровне доходности можно выразить следующим образом:

$$\begin{cases} \left( \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{1/2} \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n x_i r_{i\text{cp}} \geq r_p \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0. \end{cases}$$

При этом, в случае если оптимизируется доходность при заданном уровне риска, формула видоизменяется:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i r_{i\text{cp}} \rightarrow \max \\ \left( \sum_{i,j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \right)^{1/2} \leq \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0. \end{cases}$$

Дальнейшее развитие теория портфельных инвестиций получила в трудах У. Шарпа, который в статье «Цена капитальных активов: теория рыночного равновесия под влиянием факторов риска» [6], выдвинул предположение о том, что на эффективных рынках капитала, условие, сформированное Г. Марковицем о стремлении доходности каждой акции к доходности всего рынка является ошибочным, и может существенно отличаться в рамках коротких временных промежутков.

По мнению Шарпа, данное явление связано с тем, что одни финансовые активы являются менее волатильными по отношению к рынку, в то время как доходность других напротив имеет большее отклонение. Основываясь на данной гипотезе, У. Шарп считал, что на будущую доходность финансовых инструментов будут оказывать влияние только систематические риски всего рынка. Поэтому, вместо таких классических показателей риска как среднеквадратическое отклонение и ковариация, Шарп предложил использовать показатель «бета»:

$$\beta = \text{Cov}(r_i, r_m) / \sigma_m^2$$

где  $\beta$  — параметр систематического риска актива  $r_i$ ,  $\text{Cov}(r_i, r_m)$  — ковариация между доходностью актива  $r_i$  и доходностью рынка  $r_m$ ,  $\sigma_m^2$  — дисперсия рыночной доходности.

Отметим, что в данном случае рыночная доходность может определяться на основе вычисления темпов изменения биржевого индекса страны резиденции актива, выраженной в национальной валюте (например, индекс МБ) или валюте других стран (например, индекс РТС), но с соответствующей валютной корректировкой

$$r_m = (I_{\text{ММВБ тек}} / I_{\text{ММВБ нач}})^{1/t} - 1,$$

где  $r_m$  — рыночная доходность,  $I_{\text{ММВБ тек}}$  — значение рынка на момент составления портфеля,  $I_{\text{ММВБ нач}}$  — значение рынка на начальный период,  $t$  — продолжительность периода.

Впоследствии, под влиянием исследований Ф. Модильяни и М. Миллера [8], посвященных изучению структуры капитала, формула коэффициента бета для оценки рисков компаний была видоизменена, и стала отражать параметр несистематического риска, связанный с финансированием бизнеса. Данный аспект отражен в рычаговом бета-коэффициенте ( $\beta_{\text{lev}}$ ), переход к которому можно осуществить от безрычагового

коэффициента бета ( $\beta_{unlev}$ ), включающем только систематические риски:

$$\beta_{lev} = \beta_{unlev} (1 + (1 - \text{tax})(D/E)),$$

где  $\beta_{lev}$  — рычаговый бета коэффициент,  $\beta_{unlev}$  — безрычаговый бета коэффициент,  $(1 - \text{tax})$  — налоговый щит,  $(D/E)$  — соотношение заемного и собственного капитала.

Новый подход к определению риска финансового актива не мог не повлиять на изменение параметров совокупного риска и ожидаемого дохода портфеля, изменение которых в рамках модели Шарпа осуществляется не под влиянием взаимной колеблемости включенных активов, а в зависимости от их корреляции с доходностью рынка. Таким образом, общий риск портфеля определяется как средневзвешенная бета:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n x_i \beta_i,$$

где  $\beta_p$  — ожидаемый риск портфеля,  $\beta_i$  — параметр систематического риска  $i$ -го актива,  $x_i$  — доля инвестиций портфеля в активе  $i$ ,  $n$  — количество активов в портфеле.

Следствием зависимости включенных инструментов в портфель от динамики рынка является перенос данного свойства на весь портфель, поэтому доходность портфеля можно определить путем перемножения средневзвешенной беты портфеля на величину рыночной доходности:

$$r_p = \beta_p r_m,$$

где  $r_p$  — ожидаемая доходность портфеля,  $\beta_p$  — ожидаемый риск портфеля,  $r_m$  — доходность рынка.

Таким образом, математически, модель оптимизации портфеля по Шарпу при минимально допустимом уровне доходности можно выразить следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i \beta_i \rightarrow \min \\ \beta_p r_m \geq r_p \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x \geq 0. \end{cases}$$

При этом, в случае если оптимизируется доходность при заданном уровне риска, формула видоизменяется:

$$\begin{cases} \beta_p r_m \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n x_i \beta_i \leq \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x \geq 0. \end{cases}$$

Важным вкладом У. Шарпа в портфельную теорию является разработка показателя, который определяет эффективность составленного портфеля — коэффициента Шарпа, определяющегося как разница между средней доходностью портфеля и средней доходностью безрискового актива, поделенная на стандартное отклонение портфеля [9]:

$$\text{Sharp ratio} = (r_p - r_{free}) / \sigma_p,$$

где  $r_p$  — ожидаемая доходность портфеля,  $r_{free}$  — безрисковая доходность,  $\sigma_p$  — ожидаемое среднее квадратическое отклонение портфельной доходности.

Коэффициент Шарпа показывает насколько дополнительная доходность портфеля, превышающая гарантированный доход инвестора, соотносится с рисками, связанными с ее получением. Интерпретация значений, полученных по данному показателю отражена в табл. 2.

Важным критиком модели Г. Марковица стал Д. Тобин [10], который считал что риски инвестиционных портфелей могут быть минимизированы не только за счет взаимной колеблемости ценных бумаг, но и за счет диверсификации типов активов, путем включения в портфель безрисковых инструментов, в качестве которых выступают государственные облигации. Важно отметить, что математическое ожидание дохода безрисковых активов равняется самой доходности данного актива, а дисперсия и ковариация равны нулю. Следовательно, формирование портфелей с учетом данных типов активов хоть и приводит к снижению общего риска портфеля, но в тоже время уменьшает ожидаемый доход инвестора, а значит может стать причиной снижения эффективности инвестиционного портфеля, определенной по коэффициенту Шарпа.

Дополнили идеи Д. Тобина о диверсификации классов активов Ф. Блек и М. Шоулз [11], которые предложили в рамках составления инвестиционных портфелей включать опционы, т. е. финансовые инструменты, дающие право приобрести или продать базовый актив по фиксированной цене в любой момент в течение определенного промежутка времени. В портфельной модели Блека-Шоулза потенциальная прибыль инвестора от портфеля не ограничена максимальной доходностью входящих в него активов, а диверсификация может как снижать общую доходность портфеля и вместе с тем его риск, так и приводить к их повышению, в отличие от ее однонаправленного характера в модели Д. Тобина.

Впоследствии на расширение данных теорий также повлияла модель арбитражного ценообразования, разработанная А. Россом [12]. Под арбитражем Росс определял возможность получения безрисковой при-

Таблица 2

Интерпретация различных значений Sharp ratio

Значение коэффициента Шарпа	Значение
Sharp ratio < 0	Портфель неэффективен, поскольку приносит меньший доход по сравнению с безрисковым активом
0 > Sharp ratio > 1	Уровень риска сформированного портфеля достаточно высок для соответствующей ему доходности
Sharp ratio > 1	Портфель является эффективным, поскольку уровень риска по отношению к его доходности является незначительным

Преимущества и недостатки портфельных моделей

Автор модели	Показатель риска портфеля	Оптимизация портфеля	Преимущества модели	Недостатки модели
Г. Марковиц	Среднеквадратическое отклонение	Осуществляется за счет отбора активов имеющих разнонаправленную ковариацию	Универсальность расчета критериев оценки риска и доходности для различных классов активов	Необходимость исторической ретроспективы
У. Шарп	Бета коэффициент	Осуществляется за счет отбора активов имеющих доходность выше или ниже рыночной	Упрощенная процедура оценки рисков и доходности за счет наличия большого количества данных по открытым компаниям аналогам	Модель не учитывает многие факторы доходности и сфокусирована на систематических рисках
Д. Тобин	Среднеквадратическое отклонение	Осуществляется за счет введения в портфель безрисковых активов	Минимизирует риски портфеля	Обязательно снижает доходность портфеля
Ф. Блек и М. Шоулз	Среднеквадратическое отклонение	Осуществляется за счет введения в портфель опционов	Может как снижать общую доходность портфеля и вместе с тем его риск, так и приводить к их повышению	Сложность математической оптимизации портфеля за счет учета активов с отрицательной доходностью
С. Росс	Коэффициенты в модели множественной регрессии	Осуществляется за счет введения в портфель арбитражных сделок	Дает возможность увеличить доходность не изменяя риск портфеля. Учитывает множество факторов риска и доходности	Модель сфокусирована на систематических рисках

были за счет извлечения дохода от спекулятивных операций при нулевых чистых инвестициях. Такой подход позволяет собственникам капитала увеличить ожидаемую доходность от текущего портфеля, без соответствующего увеличения рисков.

В табл. 3 приведен сравнительный анализ всех рассмотренных теорий формирования инвестиционного портфеля.

#### Разработка методики формирования и оптимизации венчурного портфеля

Под венчурным портфелем мы предлагаем понимать сформированную в соответствии с определенными стратегическими целями инвестора совокупность долей в уставных капиталах стартапов. Очевидно, что портфели стартап-проектов имеют ряд особенностей по сравнению с портфелями классических активов:

- Долгосрочный характер данных инвестиций, связанный с тем что малые инновационные предприятия, как правило, могут начать генерировать относительно устойчивый денежный поток лишь спустя несколько лет после осуществления первого раунда финансирования. Следствием данного факта является невозможность изъятия инвестором вложенных средств до наступления определенной стадии жизненного цикла компании.
- Неликвидность данных активов, так как сама процедура выхода из проекта может сопровождаться большими сопутствующими издержками, связанными с поиском потенциальных покупателей, в силу отсутствия сформированного рынка купли продажи долей непубличных компаний.
- Невозможность инвестора самостоятельно определять размер инвестиций в отдельно взятый проект, входящий в портфель, поскольку на практике большая часть стартап-проектов самостоятельно заявляет о требуемом объеме финансирования, а также отслеживает, чтобы доли отдельных ин-

весторов не превышали определенный процент владения компанией.

- Большой объем вложений, осуществляемых в каждый актив, входящий в портфель, что ограничивает потенциальные возможности осуществления диверсификации, необходимой для снижения рисков портфеля.

Последняя особенность приводит к тому, что часто в целях ограничения потерь от убытков по отдельным проектам, венчурные инвестиции осуществляются раундами, что позволяет на раннем этапе выявить неудачные проекты и отказаться от их дальнейшего финансирования, не вкладывая сразу все имеющиеся у инвестора средства и, возможно, размещать их в более ликвидных активах, диверсифицируя портфель и повышая его эффективность.

Рассмотрим совокупность этапов формирования и оптимизации портфеля венчурных инвестиций.

Первый этап — проведение процедуры Due Diligence и обоснование несистематических рисков стартап-проекта. Данная процедура предусматривает последовательное изучение и анализ бизнес-плана, персонала, учредительной и патентной документации, а также других аспектов деятельности МИП перечисленных в табл. 1, которые позволяют потенциальному инвестору сформировать совокупное представление о рисках и ожидаемых результатах деятельности приобретаемого бизнеса. Конечным результатом данного этапа является определение величины ставки дисконтирования инвестора.

Второй этап — определение ожидаемой доходности стартапов, претендующих на включение в портфель. Важно отметить, что в силу отсутствия у стартап-проектов, исторической ретроспективы и текущей доходности, которые используются в классическом портфельном анализе, необходимо осуществлять ее прогнозирование. В качестве индикатора доходности венчурных инвестиций целесообразно использовать показатель рентабельности инвестиций, определя-

ющийся как отношение ожидаемого дохода инвестора от продажи доли в стартапе к осуществленным первоначальным инвестициям (см. формулы (1)-(4)).

При этом для приведения стоимости доли венчурного инвестора на момент оценки необходимо использовать ставку дисконтирования, которая бы учитывала, как систематические, так и несистематические риски венчурного инвестора. Для учета первых, как отмечалось выше, целесообразно использовать метод CAPM, который также позволяет учесть важный для стартап-проекта риск, связанный со структурой капитала путем расчета рычагового коэффициента бета. Алгоритм учета вторых был изложен нами в рамках предыдущего этапа методики. Итоговый коэффициент дисконтирования определяется путем суммирования ставки, определенной методом CAPM и совокупности премий за несистематические факторы риска.

Третий этап — оценка среднеекватрического отклонения доходности. Мерой риска выступает показатель среднеекватрического отклонения ROI, прогноз которого можно получить в рамках метода Монте-Карло. Суть данного метода применительно к проводимому анализу рисков заключается в генерировании различных вариантов доходности, на которую может претендовать инвестор при продаже доли стартап-проекта, на основе изменения значения основных факторов стоимости стартапа, упомянутых ранее. При этом, такие параметры как объем необходимых инвестиций и ставка дисконтирования венчурного инвестора будут являться неизменными для проектов.

Важным аспектом моделирования по методу Монте-Карло является выбор функции распределения генерируемых значений ожидаемой доходности венчурного инвестора, которая будет отличаться от рассмотренных ранее моделей Марковица, Шарпа, Тобина, Блэка, Шоулза и Росса, в силу того, что данные авторы в рамках разработанных ими теорий исходили из гипотезы эффективного рынка, сформулированной Ю. Фама [13], предполагающей нормальность распределения ожидаемой доходности инвестиций.

Однако, график распределения доходности инвестиций в стартап-проекты кардинальным образом отличается от нормального, поскольку подавляющая часть прибыли венчурного фонда генерируется за счет небольшого количества компаний в портфеле. Поэтому мы считаем оправданным применение распределения Пуассона:

$$f(x) = (a^x \exp(-a))/x!,$$

где  $f(x)$  — функция распределения Пуассона,  $a$  — средняя величина,  $x$  — случайная величина.

Применительно к данной методологии, в рамках параметра  $a$  должна выступать ожидаемая средняя величина ROI венчурного инвестора, которая была найдена на втором этапе, а в рамках параметра  $x$  — случайная величина доходности инвестора, сгенерированная в ходе применения метода Монте-Карло. Таким образом, в ходе прогнозирования данных по возможному распределению рентабельности инвестиций венчурного инвестора, можно определить среднеекватрическое отклонение потенциальной доходности стартап-проекта.

Четвертый этап — исследование попарной корреляционной или ковариационной взаимосвязей рассматриваемых стартап-проектов, что позволит осуществлять отбор стартапов, имеющих разнонаправленную колеблемость ROI, с целью минимизации совокупных рисков портфеля.

Пятый этап — оценка совокупного риска и доходности всего портфеля венчурных инвестиций. Это происходит с применением модели Марковица (формулы (5), (6)), при условии, что доли активов  $x_{i,j}$  в портфеле — это доля от совокупного бюджета, направленная на финансирование  $i$ -го и  $j$ -го стартап-проекта.

Шестой этап — оптимизация созданного портфеля стартап-проектов. Основным параметром, который необходимо оптимизировать в рамках разрабатываемого портфеля, является не риск или доходность, а коэффициент Шарпа, отражающий эффективность соотношения данных параметров. В данном случае, модель оптимизации видоизменится и примет вид, при минимально допустимом уровне доходности:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sharp ratio} = \frac{r_p - r_{\text{free}}}{\sigma_p} \rightarrow \max \\ \left( \sum_{i,j=1}^n x_{\text{МИП}i} x_{\text{МИП}j} \sigma_{\text{МИП}ij} \right)^{1/2} \geq 0 \\ \sum_{i=1}^n x_{\text{МИП}i} r_{\text{МИП}i} \geq r_p \\ \sum_{i=1}^n x_{\text{МИП}i} = 1 \\ x \geq 0. \end{array} \right.$$

В случае если коэффициент Шарпа оптимизируется при заданном уровне риска, формула будет преобразована:

Таблица 4

Статистика доходности различных классов активов в США 1994-2019 г.

Актив	Доходность за 5 лет, %	Доходность за 10 лет, %	Доходность за 15 лет, %	Доходность за 20 лет, %	Доходность за 25 лет, %
Венчурные проекты на ранних стадиях	48	38	29	92	57
Непубличные компании	25	22	27	31	31
Недвижимость	27	24	26	24	24
Акции крупных компаний	12	7	5	8	10
Облигации непубличных компаний	5	6	7	6	8
Облигации крупных компаний	4	5	5	5	6
Государственные облигации	2	2	3	3	4



Ковариационная матрица инвестиционных активов с разным направлением динамики доходности

	Венчурные проекты на ранних стадиях	Недвижимость	Облигации непубличных компаний
Венчурные проекты на ранних стадиях	0,05907	-0,00155	-0,000265
Недвижимость	-0,00155	0,0002	-0,000075
Облигации непубличных компаний	-0,000265	-0,000075	0,00013

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sharp ratio} = \frac{r_p - r_{\text{free}}}{\sigma_p} \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^n x_{\text{МИП}i} r_{\text{МИП}i \text{ ср}} \geq 0 \\ \left( \sum_{i,j=1}^n x_{\text{МИП}i} x_{\text{МИП}j} \sigma_{\text{МИП}ij} \right)^{1/2} \leq \sigma_p \\ \sum_{i=1}^n x_{\text{МИП}i} = 1 \\ x \geq 0. \end{array} \right.$$

Седьмой этап — определение направлений диверсификации временно свободных денежных средств. Венчурный инвестор часто предоставляет денежные средства траншами для минимизации своих рисков, поэтому определенная доля инвестиций, предназначенных для вложений в тот или иной отобранный стартап, может какое-то время оставаться свободной. Эти средства можно разместить в менее рискованных активах, в целях диверсификации совокупных портфельных рисков. Статистические данные о среднотраслевой доходности основных типов активов в США<sup>1</sup> за 5, 10, 15, 20 и 25 лет, которые могут быть использованы для данной диверсификации венчурного портфеля представлены в табл. 4.

<sup>1</sup> Рынок США рассматривался ввиду доступности долгосрочной аналитики по венчурным проектам, в отличие от рынка РФ.

При этом, важно отметить, что далеко не все перечисленные активы можно использовать для включения в портфель стартап-проектов в силу того, что динамика доходности венчурных проектов может однонаправленно коррелировать с некоторыми из них, а значит не приводит к снижению совокупных инвестиционных рисков. Очевидно, что для дальнейшего формирования стратегии диверсификации портфеля на базе различных финансовых инструментов необходимо провести анализ корреляционной взаимосвязи между всеми парами используемых активов, результаты которого представлены в табл. 5.

### Заключение

Резюмируя, можно отметить, что многие аспекты классической портфельной теории, связанные с определением совокупных рисков и доходности портфеля, а также методы их оптимизации могут быть применены в рамках формирования портфелей венчурных инвестиций. Однако, отличительными особенностями разработки подобных портфелей является необходимость применения методов прогнозирования для нахождения ожидаемой доходности осуществляемых инвестиций, а также в невозможности активного портфельного управления, что приводит к необходимости проведения более тщательного анализа отбираемых проектов в венчурный портфель.

### Список использованных источников

1. Исследование Российского рынка венчурных инвестиций 2019. Venture Barometer-2019. <https://drive.google.com/file/d/1dlb5AGazaFPh14h0vvnjngmhIUwRSUHZZ/view>.
2. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в РФ» с изм. от 19.12.2022 г.
3. I. Fisher. The theory of interest. NY.: The Macmillan company, 1930.
4. Б. Грэхем, Д. Додд. Анализ ценных бумаг/Пер. с англ. 3-е изд. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2016.
5. H. Markowitz. Portfolio selection//The Journal of Finance, March 1952. P. 77-91.
6. W. Sharpe. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk//The Journal of Finance, September 1964. P. 425-442.
7. E. A. Spiridonova. Оценка стоимости бизнеса: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020.
8. F. Modigliani, M. Miller. Corporate Income Taxes and the Cost of Capital//American Economic Review, June 1963. P. 433-443.
9. У. Шарп, Г. Александер, Дж. Бейли. Инвестиции/Пер. с англ. 10-е изд. М.: Инфра-М, 2018.
10. J. Tobin. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk//The Review of Economic Studies, February 1958. P. 65-86.
11. F. Black, M. Scholes. The Pricing of Options and Corporate Liabilities//The Journal of Political Economy, May 1973. P. 637-654.
12. A. Ross. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing//The Journal of Economic Theory, May 1976. P. 341-360.
13. E. Fama. Foundations of finance. NY.: Basic books, 1976.

### References

1. Research of Russian Market of Venture Investments 2019. Venture Barometer-2019. <https://drive.google.com/file/d/1dlb5AGazaFPh14h0vvnjngmhIUwRSUHZZ/view>.
2. Federal law on appraisal activity from 19.12.2022.
3. I. Fisher. The theory of interest. NY.: The Macmillan company, 1930.
4. B. Graham, D. Dodd. Securities Analysis. 3rd Edition. Moscow: Williams, 2016.
5. H. Markowitz. Portfolio selection//The Journal of Finance, March 1952. P. 77-91.
6. W. Sharpe. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk//The Journal of Finance, September 1964. P. 425-442.
7. E. A. Spiridonova. Business Valuation: textbook for high school. 2nd edition. Moscow: Urait, 2020.
8. F. Modigliani, M. Miller. Corporate Income Taxes and the Cost of Capital//American Economic Review, June 1963. P. 433-443.
9. W. Sharpe, G. Alexander, J. Bailey. Investments. 10th edition. Moscow: Infra-M, 2018.
10. J. Tobin. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk//The Review of Economic Studies, February 1958. P. 65-86.
11. F. Black, M. Scholes. The Pricing of Options and Corporate Liabilities//The Journal of Political Economy, May 1973. P. 637-654.
12. A. Ross. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing//The Journal of Economic Theory, May 1976. P. 341-360.
13. E. Fama. Foundations of finance. NY.: Basic books, 1976.