

Формирование стратегических альянсов в инновационном секторе экономики: подход опционных игр в биофармацевтической отрасли

Алина Хабибуллина*

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Санкт-Петербург, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

29.06.2017

Принята

к опубликованию:

12.09.2017

УДК 338.2

JEL R58

Ключевые слова:

стратегические партнерства, биофармацевтика, теория реальных опционов, кооперативные игры, инновации, венчурные инвестиции.

Keywords:

strategic partnerships, biopharmaceutics, real options theory, cooperative games, innovations, venture investments.

Аннотация

Рассматривается кооперативная стратегическая модель взаимодействия фармацевтической компании и биофармацевтической, занимающейся разработкой инновационного препарата. Подчеркивается, что взаимовыгодные альянсы игроков помогут отрасли увеличить количество оригинальных лекарств и ускорить процессы их вывода на рынок. В качестве инструмента для изучения перспектив стратегических альянсов предлагается использовать теорию игр совместно с теорией реальных опционов, тем самым расширяя традиционные методы оценки. При построении кооперативной модели также описываются факторы, влияющие на время заключения альянса.

Formation of strategic alliances in innovation industries: a real option game approach in the biopharmaceutical sector

Alina Khabibullina

Abstract

In the last decade, the model of conducting pharmaceutical business has undergone changes. Increased R&D spending and growing difficulty of researching and developing drug process encourage innovative companies looking for other ways to increase their value. The business landscape, where pharmaceutical and biotechnology companies operate, allows them to use a model of strategic partnerships, focused on cooperation in the R & D field and a more flexible approach to managing intellectual property. An early arrangement in the partnership entails a lower level of risk and more successful results which biotech firm can reach because of the sufficient amount of financial resources coming from the pharmaceutical firm, but the later agreement can help the biotech firm to better monetize the final market. This research introduces and analyses the alliance formation in biotechnology industry by modelling the decisions of whether and when ally with a pharmaceutical company through a real options game. For the Russian reality, with a lack of efficient mechanism for start-ups, the evaluation and study of partnership models is one of the key success factors for pharmaceutical industry.

*Автор для связи: E-mail: akhabibullina@hse.ru.

DOI: <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2019-4/102-111>

Кооперация в фармацевтической отрасли как возможность увеличения инновационности компаний

В последнее десятилетие модель ведения фармацевтического бизнеса во всем мире претерпела значительные изменения. Создание нового лекарства год от года становится все сложнее; в то время как сроки и стоимость разработки препаратов увеличиваются, шансы на успех остаются по-прежнему низкими. Среднее время на разработку препарата занимает 10–15 лет, и только менее 12 % препаратов, поступающих в клинические исследования, в дальнейшем получают одобрение на производство лекарства [1]. Инновационные компании, работающие в условиях быстро развивающегося научного и технического прогресса, должны искать новые пути повышения своей стоимости в конкурентной среде, позволяющие снижать риски и ускорять процесс разработки лекарств. Значительное распространение сейчас получают концепция «открытых инноваций», ориентированная на сотрудничество в сфере исследований и разработок, и более гибкий подход в управлении интеллектуальной собственностью, где сотрудничающие игроки могут создать конкурентное преимущество в различных звеньях цепочки создания стоимости. Так, зарубежные фармацевтические компании все чаще используют модель стратегических альянсов с биофармацевтическими фирмами в целях более быстрого получения результатов от коммерциализации и преодоления внутреннего дефицита новых лекарственных средств.

Отечественная фармацевтическая индустрия также подвергается кардинальным изменениям. Сегодня развитие данной отрасли является стратегическим направлением национальной экономики, и для повышения ее внутренней и внешней конкурентоспособности была разработана «Национальная стратегия развития фармацевтической промышленности до 2020 года». Начался второй этап реализации данной программы, направленный на ускорение инновационного развития отрасли. Биофармацевтические компании, широко признанные во всем мире в качестве исследовательских драйверов предпринимательского сектора, могут сыграть ключевую роль в переходе фармацевтической отрасли на инновационную модель развития. Однако формирование такой модели сдерживается неразвитым механизмом воспроизводства новых стартапов из биофармацевтической отрасли и недостатком критической массы венчурных фондов. На российском рынке существуют разрывы в инновационном цикле при переходе от исследований и разработок к коммерческим технологиям. Кооперация компаний и открытые инновационные модели, где разработка нового препарата находится в биофармацевтической фирме, а фармацевтическая компания имеет опыт управления проектами, и значительные объемы финансовых ресурсов могут стать эффективным механизмом перехода отрасли на новый уровень. Альянсы между фирмами стимулируют инвестиционную активность, снижают риски и обеспечивают доступ к ресурсам; кооперация также порождает синергетический эффект, связанный с объединением ресурсов. Небольшие инновационные компании представляют стратегический интерес в качестве лицензионных партнеров, продукты, полученные в результате кооперации, коммерциализируются с большим успехом, чем разработанные в одиночку [2].

В данной статье рассматривается потенциальное сотрудничество между небольшой биофармацевтической и фармацевтической фирмами в процессе разработки инновационного лекарственного препарата. С помощью приме-

ния теории игр и реальных опционов изучаются перспективы фирм, принимающих решение о сотрудничестве и времени заключения альянса. В таком случае биофармацевтическая компания является поставщиком «идей и разработок», а фармацевтика дает ресурсы, экспертов и опыт.

Применение теории игр и реальных опционов для оценки инвестиционной политики

Оценка инвестиционных возможностей в динамичной среде с длительными сроками реализации и высокими рисками является более сложным процессом, чем традиционно считается. Стандартная методология чистой приведенной стоимости (NPV) имеет очевидные недостатки, вытекающие из предположений о статическом поведении инвестиционных решений и игнорировании прав на реализацию проектов. Использование NPV может привести к недооценке и отказу от априори рискованных, но потенциально ценных проектов. Включение в оценку реальных опционов позволяет учитывать гибкость управленческих решений в условиях неопределенности и адекватно отражать выгоды проектов. Инструмент реальных опционов хорошо зарекомендовал себя в области оценки рискованных инноваций, когда информация об успехах исследований раскрывается поэтапно. Гибкость и неопределенность развития событий объединяются в стоимости опциона, являясь, по сути, добавочной к чистой приведенной стоимости проекта.

В основе теории игр лежит изучение построения различных возможных сценариев и ответных комбинаций стратегий игроков с расчетом их выигрышей, платежей. Совместное использование теории реальных опционов и теории игр имеет особое значение для выстраивания стратегий развития в биофармацевтической отрасли, имеющей высокие расходы НИОКР и технологическую неопределенность [3]. Такую оценку для наглядности можно представить в виде уравнения:

$$\text{Расширенный NPV} = \text{прямой (пассивный) NPV} + \text{стоимость стратегических решений} + \text{стоимость управленческой гибкости.}$$

Игра представляет собой стратегическое поле, где решения фирм-игроков взаимозависимы, поэтому общие интересы и кооперация в игре могут увеличить ее общую стоимость. Теория игр помогает ответить на вопрос о мотивации партнерства каждого игрока. На рис. 1 представлена схема объединения и зависимости предложенных слагаемых стоимости проекта.

Для оценки перспектив участников альянса в биофармацевтической области представляется наилучшим выбором синтезировать методы оценки из финансов – реальные опционы и стратегический подход теории игр. Комбинированный подход двух теорий еще не получил широкого распространения в российской практике, зарубежные исследования и апробация метода показывают актуальность объединения подходов, особенно в области проектов НИОКР [4]. Большинство исследований сосредоточено на изучении опережающих игр в конкурентной среде [5]. Показывается, как две конкурирующие фирмы исходя из выбранной стратегии могут использовать преимущество положительных побочных эффектов или принять превентивные меры против негативных последствий [6]. Подчеркивается особая роль биотехнологических стартапов в инновационном развитии индустрии и трансфере технологий и с учетом информации о конкурентах в отрасли определяется оптимальное время

для заключения партнерства [7]. Возможность оценки с использованием теории игр и реальных опционов рассматривается в работе, где фармацевтическая компания выбирает между двумя конкурирующими фирмами, последовательно предлагая им лицензионное соглашение [8].



Рис. 1. Составляющие стоимости проекта

В статье анализируется совместное использование теории игр и теории реальных опционов на примере заключения альянса между биофармацевтической фирмой, которая занимается разработкой уникального лекарственного препарата, и фармацевтической компанией, принимая во внимание время вступления в кооперацию.

Модель биофармацевтического альянса

Рассмотрим модель, в которой биофармацевтическая компания, занимающаяся исследованием инновационного лекарства, имеет возможность на одной из стадий его разработки договориться об альянсе с крупной фармацевтической компанией. Поскольку российский биофармацевтический рынок представлен небольшим количеством компаний, занимающихся разработкой безналоговых лекарств, в данной модели не будет рассмотрен фактор конкуренции со стороны прочих биофармацевтических игроков.

Разработка лекарственного препарата традиционно проходит несколько последовательных фаз – от поиска целевых молекул, доклинических, клинических испытаний через получение разрешения на использование препарата до итогового запуска его в производство. Для большей наглядности модель игры будет представлена двумя укрупненными шагами: I этап – период, когда исследования препарата еще не завершены, это фаза клинических испытаний; II этап – запуск полученного лекарства в производство и его последующая коммерциализация. Два выбранных этапа хорошо демонстрируют соответствующий им различный уровень технической и рыночной неопределенности. В случае незаключения альянса с фармацевтической компанией биофармацевтическая фирма может продолжить процесс разработки и вывода лекарства на рынок самостоятельно. При этом фармацевтическая компания обладает переговорной силой и способна оказывать давление или идти на компромисс с целью получить максимальную выгоду. Подробная игра в форме дерева представлена на рис. 2, выигрыши акторов в ней вычисляются с использованием подхода опционных игр.

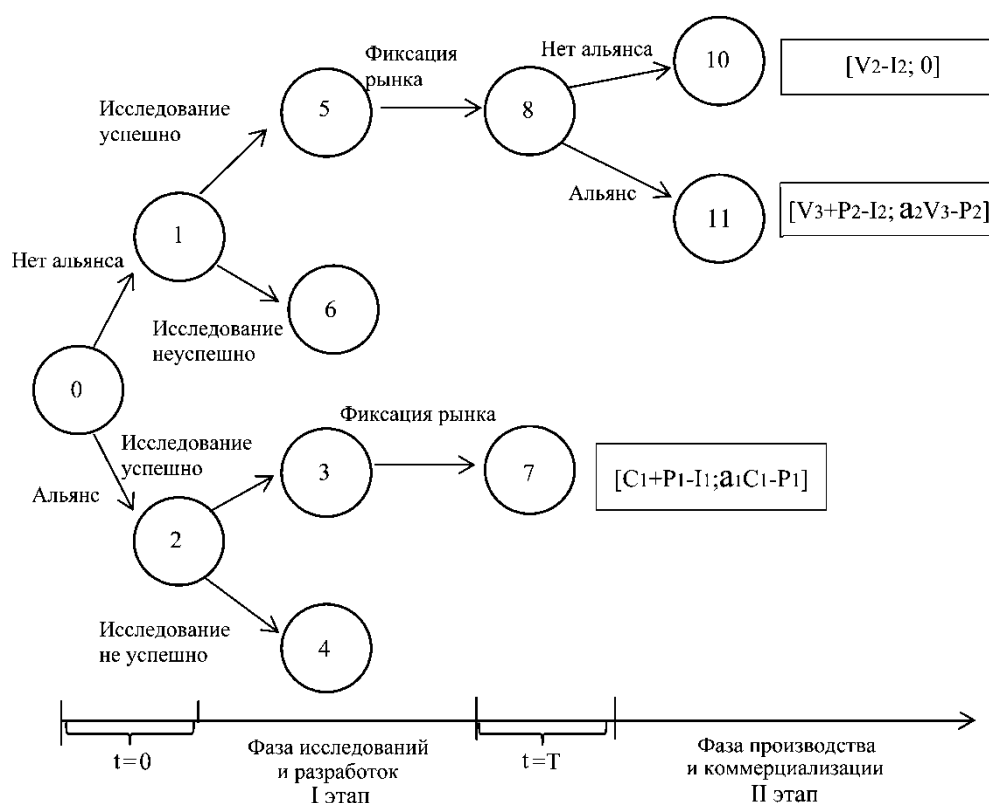


Рис. 2. Расширенная форма игры

Здесь V_i обозначает объем целевого рынка на i -шаге, I_i – общий объем инвестиций, необходимый на i -этапе реализации проекта, P_i – платеж фармацевтической компании при вступлении в альянс, a_i – роялти от биофармацевтической фирмы после вывода лекарства на рынок.

В начале первого этапа (перед проведением клинических испытаний) в точке 0 фармацевтическая компания (Ph) может заключить альянс с биофармацевтической фирмой (BPh) и стать стратегическим лицензионным партнером. В случае заключения кооперации фармацевтическое предприятие должно будет покрыть часть затрат на разработку лекарства, произведя платеж P_1 , а в дальнейшем она будет получать процент роялти a_1 при коммерциализации лекарства. Если на первом этапе соглашение о создании альянса не достигается между компаниями, то они имеют возможность договориться перед началом второго этапа. На втором шаге, где проект уже в фазе производственного процесса, кооперация будет достигаться на других условиях: фармацевтическая компания должна будет произвести платеж в размере P_2 и в случае вывода лекарства на рынок претендовать на роялти в размере a_2 .

В случае достижения альянса на одном из этапов потенциальный размер рынка разрабатываемого лекарства увеличивается относительно случая отсутствия данной кооперации [9]. Усиление рыночных позиций лекарства, разработанного в партнерстве, происходит благодаря предоставлению фармацевтической компанией передовых технологий производства и маркетинга. Увеличение рынка в результате синергетического эффекта альянса обозначим коэффициентом k , $k > 1$.

Игра, построенная в виде дерева, решается методом обратной индукции, начиная с под-игры на втором шаге, когда принимается повторное решение о заключении альянса и возвращается к первому этапу, исследуя все вероятные ветви дерева. Дерево будет сворачиваться к началу первого шага в момент времени $t = 0$, начиная с конца второго шага – в момент времени $t = T$. В представленной на рис. 1 игре имеется три возможных сценария равновесия – в точках 7, 10 и 11. Ниже предложен подход для расчета выигрышей игроков в установленных точках равновесия.

На втором этапе игры, как отмечалось выше, неопределенность относительно стоимости проекта и рисков значительно снижается, поскольку проект готов войти в фазу производства: появляется больше информации о целевом рынке и риск технической неопределенности уже не берется в расчет. В такой ситуации выигрыши второго этапа (точки 10 и 11) можно оценить с помощью метода NPV (в общем случае оценка может также дополняться применением реальных опционов).

Здесь V_T обозначает объем целевого рынка, I_2 – общий объем инвестиций, необходимый на втором этапе реализации проекта, P_2 – платеж фармацевтической компании при вступлении в альянс на поздней стадии и a_2 – роялти от биофармацевтической компании после выхода лекарства на рынок.

Таблица 1

Элементы для расчета выигрышей компаний на втором этапе методом NPV

		BPh	Ph
Точка 11	альянс	$(1 - a_2)k \cdot V_T + P_2 - I_2$	$a_2 \cdot k \cdot V_T - P_2$
Точка 10	альянс не заключен	$V_T - I_2$	0

Вычисление выигрышей под-игры на первом шаге (точки 7 и 8) предлагается провести с помощью метода реальных опционов независимо от того, заключен альянс перед началом этапа или нет (точки 1 и 2), поскольку позднее компании на основании обновленной информации смогут решить, стоит ли продолжать разработку проекта. Предполагая, что биофармацевтическая компания ответственна за процесс исследования и тестирования лекарства, она имеет право на отказ или продолжение проекта. Опция управленческой гибкости влияет на общую итоговую оценку эффективности проекта и на решение фармацевтической компании о заключении партнерства.

Стоимость опциона в терминальных точках дерева будет определяться по следующим формулам:

$$Call\ Option\ value = \max\{AT - E_x; 0\}; \quad (1)$$

$$Put\ Option\ value = \max\{E_x - AT; 0\}; \quad (2)$$

где AT – ожидаемый денежный поток, E_x – приведенная стоимость инвестиций.

Для оценки стоимости опциона на первом шаге игры предлагается использовать квадраномимальный подход, основанный на логике биномиального метода, но одновременно учитывающий два источника неопределенности – рыночной, коррелированной с экономикой, и не связанной с ними технической неопределенности [10]. В одном интервале времени могут быть четыре варианта развития событий, для которых можно прогнозировать параметры проекта. Как и в биномиальной модели, здесь используются параметры понижения

и повышения стоимости базового актива d и u , которые можно вычислить по формулам:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta T}}; \tag{3}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta T}} = 1/u; \tag{4}$$

$$q = \frac{e^{rf\Delta T} - d}{u - d}. \tag{5}$$

Здесь ΔT – дискретный временной интервал, r_f – безрисковая ставка актива. Обозначим оцениваемую начальную стоимость рассматриваемого инновационного проекта как V_0 , тогда рыночная неопределенность выражается в повышающем и понижающем коэффициентах u и d с вероятностью q и $(1 - q)$ соответственно, где q обозначает риск – нейтральную вероятность. Технический успех разработки лекарства возникает с вероятностью z , технический провал исследования – с вероятностью $(1 - z)$. Для расчета технической неопределенности можно воспользоваться историческими данными клинических исследований лекарственных групп. По последним оценкам, шансы на успех при поиске перспективного соединения составляют около 0,01 %, в клинических испытаниях шансы успешных исследований следующие: 65 % – в первой фазе, 40 % – во второй и 50 % – в третьей [11].

Чтобы точность получаемых оценок в формулах (3)–(5) была высокой, лучше использовать небольшой временной шаг. В формуле (6) с помощью риск-нейтрального подхода вычисляются ветви квадраномиального дерева:

$$C_0 = \frac{P_{ulu2}C_{ulu2} + P_{uld2}C_{uld2} + P_{dlu2}C_{dlu2} + P_{dld2}C_{dld2}}{(1 + rf)}. \tag{6}$$

Квадраномиальный подход для одного временного интервала рассматриваемой задачи представлен на рис. 3, где C_t^s – стоимость опциона в момент времени $t = 0$ и возможные сценарии s . Когда разработка лекарства терпит технический провал в первом и втором сценариях (точка 4 и точка 6 на дереве игры), итоговые результаты оценки по этим вариантам обнуляются.

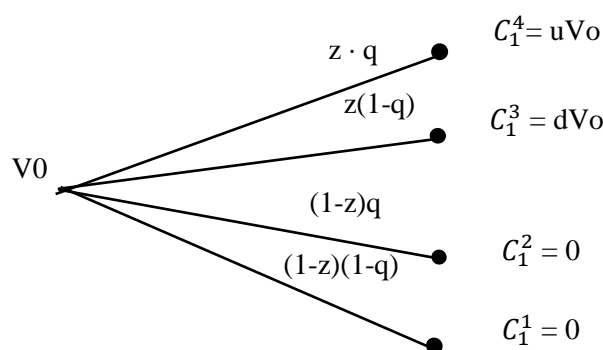


Рис. 3. Квадраномиальный метод, учитывающий рыночную и техническую неопределенность в одном периоде

Все элементы, необходимые для расчета выигрышей на первом шаге игры, сведем в табл. 2. Заметим, что цена исполнения опциона равна необходимым инвестициям на втором этапе I2 или в случае альянса I2-P2.

Таблица 2

Элементы для расчета выигрышей на первом этапе методом реальных опционов

	Точка 7		Точка 10	Точка 11	
	BPh	Ph	BPh	Bph	Ph
С-опцион	C1		C2	C3	
AT	$(1 - a_1)k \cdot VT$	$a_1 \cdot k \cdot VT$	VT	$(1 - a_2)k \cdot VT$	$a_2 \cdot k \cdot VT$
Инвестиции на втором этапе	I2	0	I2	I2 - P2	P2
Инвестиции на первом этапе	I1 - P1	P1	I1	I1	0

После определения выигрышей обоих игроков рассмотрим, как полученные результаты будут влиять на поведение компаний при принятии стратегических решений о кооперации. Напомним, что в данной модели решения принимаются в условиях, когда в случае недостижения согласия с фармацевтическим предприятием биофармацевтическая компания сможет продолжить разработку и производство препарата. Основное влияние на время заключения альянса оказывает:

– *размер роялти*. Большой размер обещанных роялти в случае заключения альянса на первом этапе мотивирует фармацевтическую компанию к кооперации на ранних сроках, размер минимального процента рассматривается в сравнении к выплачиваемому платежу биофармацевтической компании;

– *усиление позиций на рынке*. Если заключение альянса существенно увеличивает размер потенциального рынка (высокое значение коэффициента k), то биофармацевтическая компания будет заинтересована в заключении альянса на более поздней стадии (в рассмотренном примере – перед стадией производства), чтобы с выгодой для себя монетизировать полученный результат;

– *платежи фармацевтической компании P1 и P2*. Если платеж P1 окажется недостаточным для биофармацевтической компании, она может отложить партнерство до следующего этапа, рассчитывая на лучшие условия договора. В табл. 3 показано влияние платежей на время заключение альянса.

Таблица 3

Решения игроков о времени заключения альянса в зависимости от размера платежей фармацевтической компании

	Альянс не заключен	Альянс заключен на I стадии	Альянс заключен на II стадии
Низкий P1/низкий P2	$P1 < C2 - C1$ $P2 < V2 - V3$		
Высокий P1/низкий P2		$P1 > C2 - C1$ $P2 < V2 - V3$	
Низкий P1/высокий P2			$P1 < C3 - C1$ $P2 > V2 - V3$
Высокий P1/высокий P2		$P1 > C3 - C1$ $P2 > V2 - V3$	

Выводы

В условиях становления фармацевтической индустрии, ориентированной на создание оригинальных лекарственных препаратов, важным механизмом для увеличения инноваций в отрасли может стать эффективное использование кооперационных взаимосвязей. Биофармацевтические компании, занимающиеся разработкой новых лекарств, имеют потенциальный «материал», который часто нуждается в экспертном управлении, финансировании и продвижении на рынок. В отечественной практике, в отличие от западной, альянсы между крупными фармацевтическими компаниями, имеющими значительные ресурсы, и инновационными биотехнологическими фирмами пока не получили распространения. Разработка и изучение возможных перспектив и выгод для участников такого рода партнерств по-прежнему актуальны.

В статье проиллюстрирована модель создания стратегического альянса в биофармацевтическом секторе с использованием теории игр и реальных опционов. Преимуществом такого подхода является объективное отражение будущих перспектив компании на рынке и возможность принимать правильную стратегию с учетом действия других участников рынка. На примере двухшаговой игры с различными уровнями неопределенности предложен комбинированный способ оценки проекта с учетом заключения кооперации перед началом одной из фаз разработки лекарственного препарата. Исходя из построенной модели игры и способов расчета выигрышей игроков были определены условия, которые влияют на время заключения или отклонения соглашения об альянсе.

Список источников / References

1. Biopharmaceutical research industry profile 2016, *Pharmaceutical Research and Manufacturers of America*, Washington, DC: PhRMA, 2016. 86 p.
2. Shalo S. The art of the Deal. *BioPartnerships-A Pharmaceutical Executive and Biopharm International Supplement*, 2004, pp. 8–16.
3. Богоутдинов Б.Б. Теория игр и реальные опционы в инвестиционной политике предприятий. *Экономические стратегии*, 2013, № 6, сс. 114–125. [Bogoutdinov B.B. Teoriya igr i real'nye optionsy v investitsionoi politike predpriyatii [Game theory and real options in the investment policy of enterprises] *Economic strategies*, 2013, no. 6, pp. 114–125.]
4. Smit H.T.J., Trigeorgis L. Strategic options and games in analyzing dynamic technology investments. *Long Range Planning*, 2007, vol. 40, no. 1, pp 84–114. DOI: 10.1016/j.lrp.2007.02.005
5. Azevedo A., Paxson D. Developing real option game models. *European Journal of Operational Research*, 2014, vol. 237, no. 3, pp. 909–920. DOI: 10.1016/j.ejor.2014.02.002
6. Fujiwara T. Modeling of strategic partnership of biotechnological start-up by option-game: aiming at optimization between flexibility and commitment. *Journal of Advances in Management Research*, 2008, vol. 5, no. 1, pp. 28–45.
7. Fujiwara T. Option games analysis on biotech open innovation mediated by start-ups// International Conference on *Engineering, Technology and Innovation, International Technology Management Conference*. Belfast, UK, 2015, pp. 1–6. DOI: 10.1109/ICE.2015.7438644
8. Morreale A., Robba S., Lo Nigro G., Roma P. A real options game of alliance timing decisions in biopharmaceutical research and development. *European Journal of Operations Research*, 2017, vol. 261, no. 3, pp. 1189–1202. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.03.025

9. Rogers M.J., Maranas C.D., Ding M. Valuation and design of pharmaceutical R&D licensing deals. *American Institute of Chemical Engineers Journal*, 2005, vol. 51, no 1, pp. 198–209. DOI: 10.1002/aic.10280
10. Copeland T., Antikarov V. Real Options: A Practitioner's Guide. Texere LLC: New York, 2001. 361 p.
11. The Pharmaceutical industry and global health: Facts and figures 2017. *International Federation of Pharmaceutical Manufacturers & Associations*, Geneva, 2017, 86 p.

Сведения об авторе / About author

Хабибуллина Алина Ришатовна, аспирант Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». 194100 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Кантемировская, д. 3, корп.1. *E-mail: akhabibullina@hse.ru*
ORCID 0000-0002-9483-0958

Alina R. Khabibullina, graduate student of the National Research University "Higher School of Economics". 194100 Russia, St. Petersburg, 3 Kantemirovskaya St., building 1. *E-mail: akhabibullina@hse.ru*
ORCID 0000-0002-9483-0958