

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСЛУГ ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ ДЛЯ СТАРТАПОВ В ЭКОСИСТЕМЕ ИХ «ВЗРАЩИВАНИЯ»



Олег Кондрашов,
соискатель кафедры
банковской экономики БГУ;
ok@encata.net



Кирилл Куриленок,
доцент кафедры банковской
экономики БГУ,
кандидат экономических наук;
K23L08kurilionok@gmail.com



Борис Лапко,
доцент кафедры банковской
экономики БГУ,
кандидат физико-
математических наук;
lapkob@tut.by

Аннотация. Инжиниринговая компания (ИК) – ключевой элемент инновационной среды. Услуги ИК по имплементации бережливого производства (БП) легли в основу авторского подхода по развитию экосистемы «взращивания» стартапов (СА), объединяющего теоретические концепции конвейера инноваций и бережливого СА. Представлена прикладная методика оценки экономической эффективности процесса «взращивания» и пример ее применения на основе данных компании «ИнКата» (Минск, Беларусь).

Ключевые слова: инжиниринговая компания, стартап, конвейер инноваций, бережливое производство, посевное финансирование, венчурное финансирование.

Для цитирования: Кондрашов О., Куриленок К., Лапко Б. Оценка экономической эффективности услуг инжиниринговой компании для стартапов в экосистеме их «взращивания» // Наука и инновации. 2021. №9. С. 28–33.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-9-28-33>

В последнее десятилетие в научный оборот прочно вошло понятие «стартап», под которым подразумевается временная структура для поиска масштабируемой и воспроизводимой бизнес-модели, как правило, связанная с выводом на рынок нового продукта и/или освоением новой технологии [6]. Можно говорить об экосистеме «возвращения» СА, что гораздо шире традиционного понятия технопарка или бизнес-инкубатора [2]. Частью общепризнанной терминологии стали такие некогда «неортодоксальные» понятия, как посевное финансирование, бизнес-ангел, стартап-студия, серийный предприниматель и др.

Цель стартапа заключается в том, чтобы перестать им быть: успехом считается появление на его основе нового инновационного предприятия, прошедшего стадии посевного (ПФ) и венчурного финансирования (ВФ), инвестиций «раунда А» и IPO либо приобретение его крупной компанией. При этом его рыночная стоимость возрастает в сотни раз. Однако успешными оказываются не более 10% СА [4].

Повысить уровень выживаемости таких предприятий – задача разнообразных субъектов экосистемы, среди которых на первый план выдвигается инжиниринговая компания. Она оказывает комплексные услуги по «возвращению» стартапов (начинаний), включая предоставление мощностей, консультации, обучение, услуги проектирования и разработки, посредничество в получении финансирования на разных стадиях. При этом она выполняет три основные функции:

- *интеграции элементов инновационной среды путем формирования и укрепления инновационных связей;*
- *катализации разработки и коммерциализации инновационных продуктов, что предполагает включение разработчика исходной технологии (продукта) в процесс ее доведения до промышленного использования;*
- *акселерации – предоставления информационной, финансовой и экспертной поддержки исполнения инновационного проекта.*

Клиентами ИК являются стартапы, а также инвестиционные фонды и грантовые программы, финансирующие их. Обращаясь к подобной помощи, СА приобретает уверенность, что его продукция будет максимально качественной и быстрее других выйдет на рынок. Инвесторы же получают дополнительные гаран-

тии возврата вложенных средств. Они осознают, что для начала серийного выпуска создатели нового продукта или технологии должны владеть тремя основными видами экспертизы: производственной, конструкторской и технической. При этом основатель СА обладает, как правило, только одной из них: глубоко разбирается в технической стороне планируемой к производству разработки, которая может быть его изобретением. Инжиниринговая компания имеет все три означенные компетенции. Четкое структурирование ее функций во времени (по стадиям развития, которые проходит каждый стартап) позволяет ввести понятие «конвейер инноваций» и использовать аналогию с системой образования при детализации ее задач на каждом этапе [1].

Другое важное направление развития инновационного менеджмента – формирование концепции бережливого стартапа – предприятия, с самого начала выстраивающего свои бизнес-процессы на принципах экономного производства [3]. Изначально они были сформированы на основе производственной системы Тойота, ставшей эталоном с точки зрения эффективности, конкурентоспособности и борьбы с потерями [5]. Подобная модель позволяет не только реализовать инженерную идею при конкурентоспособном уровне затрат, но и использовать концепции минимально жизнеспособного продукта и развития потребителей, формируя тем самым рыночную нишу нового предприятия. Все это повышает шансы СА на получение внешнего финансирования на разных этапах своего развития [4].

Совмещение концепций конвейера инноваций и бережливого стартапа позволяет по-новому взглянуть на функции инжиниринговой компании как ключевого элемента инновационной среды. В результате мы получаем экосистему, в которой:

- *новые инновационные предприятия (стартапы) с первого дня существования включают процессный подход и бережливое производство в работу;*
- *данный алгоритм реализуется при активном участии ИК, уже имплементировавшей БП в свою деятельность;*
- *алгоритм синхронизирован с функционированием конвейера инноваций ИК; вследствие этого стартап поэтапно интегрирует ее систему бережливого производства в собственные бизнес-процессы и структуру.*

В Республике Беларусь такой подход реализован на практике инжиниринговой компанией «ИнКата». Примерами инновационных проектов, осуществленных при ее поддержке, являются фурье-спектрометр, промышленная электролизная установка, терморегулятор «МКТС-Энерго», ламинарный бокс (бактериологической защиты), частотный преобразователь «БДК», многокомпонентный судовой программно-аппаратный комплекс, лидар для беспилотных автомобилей и летательных аппаратов, СВЧ-комплекс для мониторинга и своевременного предупреждения деградации мощных трансформаторов, программно-аппаратная часть для облачного сервиса беспилотных летательных аппаратов, роботизированный комплекс неинвазивной стимуляции спинного мозга. Большая часть этих проектов прошла успешную коммерциализацию, готовая продукция поставляется заказчикам из Беларуси и России.

На основе анализа отечественного и зарубежного опыта, а также практической деятельности «ИнКата» нами предложена методика оценки экономической эффективности услуг ИК для стартапов и экосистемы их «вращения» на основе бережливого производства и процессного подхода. Особенности данной методики заключаются в следующем:

- она позволяет в явном виде выделить количественный эффект от внедрения БП в бизнес-процессы стартапа;
- для оценки СА используется дифференцированный подход в зависимости от стадии инвестирования;

- на этапе венчурного финансирования, когда уровень затрат СА трудно оценить на предмет их адекватности и резервов сокращения, преимущества от внедрения БП определяются как рост вероятности положительного решения об осуществлении рискованных инвестиций;
- на стадии раунда А эффект БП видится как прирост постинвестиционной стоимости с учетом того, что становятся ясны резервы снижения затрат и возможна обоснованная оценка ожидаемого роста прибыли, включая ее дополнительный прирост благодаря системе БП.

Для определения экономической эффективности «вращения» стартапов нами применен критерий рыночной стоимости малого инновационного предприятия. Расчеты произведены на основе данных компании «ИнКата». Также использован метод прединвестиционной и постинвестиционной стоимости, в рамках которого рыночная стоимость СА устанавливается на основе объема новых инвестиций и целевой доли нового инвестора.

В соответствии с указанным методом для каждого раунда инвестирования определяется прединвестиционная и постинвестиционная стоимость СА:

$$PreIV = \frac{I}{d} 100\% - I, \quad PostIV = \frac{I}{d} 100\%, \quad (1)$$

где $PreIV$ – прединвестиционная рыночная стоимость, млн долл.;

I – объем инвестиций на соответствующем этапе (целевой для инвестора), млн долл.;

	Инвестиции бизнес-ангела	Венчурные инвестиции	Раунд А
Объем инвестирования, млн долл.	1,0	10,0	20,0
Доля, %	70,0	40,0	10,0
Прединвестиционная оценка, млн долл.	0,4	15,0	180,0
Постинвестиционная оценка, млн долл.	1,4	25,0	200,0
Стоимость доли бизнес-ангела, млн долл.	1,0	10,5	75,6
Доля бизнес-ангела, %	70,0	42,0	37,8
Стоимость доли основателей, млн долл.	0,4	4,5	32,4
Доля основателей, %	30,0	18,0	16,2
Коэффициент дивергенции		1,67	1,85

Таблица 1. Доли участия, пред- и постинвестиционная стоимость и дивергенция долей успешного стартапа

Источник: собственная разработка на основе данных «ИнКата»

d – целевая доля инвестора в стартапе после осуществления инвестиций, %;
PostIV – постинвестиционная рыночная стоимость стартапа, млн долл.

В случае успешного СА исходные и расчетные данные можно представить в виде табл. 1.

Коэффициент дивергенции в последней строке таблицы 1 рассчитывается по формуле:

$$div_t = \frac{d_0^{ba}}{d_t^{ba}} = \frac{d_0^f}{d_t^f}, \quad t \in \{1, 2\}, \quad (2)$$

где div_t – коэффициент дивергенции для этапа t ;
 d_t^{ba} – доля инвестора посевного этапа (бизнес-ангела) на этапе t ;
 d_t^f – доля основателя (основателей) стартапа на этапе t ;
 $t=0$ соответствует посевному инвестированию, $i=1$ – венчурному инвестированию, $i=2$ – раунду А.

Приведенные данные соответствуют медианному успешному стартапу, где под ним понимается новое инновационное предприятие, преодолевшее раунд А и достигшее постинвестиционной оценки, в 20 и более раз превышающей прединвестиционную на стадии ПФ. Чтобы устранить существующую множественность терминологии, мы называем здесь посевным финансированием инвестиции, которыми завершается предпосевная стадия – pre-seed, и считаем, что они осуществляются бизнес-ангелом в обмен на долевое участие. Аналогичным образом посевная стадия заканчивается ВФ; раунд А начинает стадию, предшествующую IPO. Венчурные инвестиции и инвестиции раунда А являются портфельными, но мы для определенности полагаем, что инвесторы также получают долевое участие.

Мировой опыт и практика компании «ИнКата» показывают, что такого успеха достигает в среднем 10% от числа стартапов, получивших предпосевное финансирование. Еще 25% доходят до стадии ВФ, но не до раунда А. Их стоимость через сопоставимый период времени (по сравнению с медианным успешным СА) трудно оценить, опираясь на какие-либо достоверные критерии, поэтому в данном контексте можно принять, что она стабилизируется на уровне постинвестиционной оценки при венчурном финансировании. Остальные 65% терпят неудачу и закрываются, не дойдя до стадии ВФ, и, таким образом, их стоимость *ex post* уже в среднесрочном периоде становится равной ликвидационной, и в данном контексте можно принять ее равной нулю. В общем случае будем полагать, что

среднестатистический стартап получает ВФ с вероятностью $P(vf)$ и успешно проходит раунд А с условной вероятностью $P(A|vf)$ (при получении ранее ВФ). Стартапы без посевного финансирования не рассматриваются. Ожидаемый доход в форме роста стоимости доли в собственном капитале предприятия дисконтируется, причем этап ПФ принимается за нулевой период. Следовательно, ожидаемый эффект для бизнес-ангела с учетом заданных вероятностей, дивергенции долей и дисконтирования может быть определен следующим образом:

$$e^{ba} = -I_s + P(A|vf)P(vf) \frac{1}{(1+r^{ba})^{t_A}} \frac{d_0^{ba} PostIV_A}{div_A}, \quad (3)$$

где I_s – посевные инвестиции, осуществляемые бизнес-ангелом в период $t=0$, млн долл.;
 $P(A|vf)$ – вероятность прохождения раунда А через t_A лет (после получения ПФ) при наличии ВФ;
 $P(vf)$ – вероятность получения ВФ в течение двух лет после посевного;
 r^{ba} – альтернативная стоимость капитала (годовая ставка дисконтирования) бизнес-ангела, коэффициент;
 d_0^{ba} – доля бизнес-ангела на посевной стадии, коэффициент;
 t_A – средний период от ПФ до раунда А, лет;
 $PostIV_A$ – постинвестиционная стоимость СА по результатам раунда А, млн долл.;
 div_A – коэффициент дивергенции на стадии раунда А.

Аналогичным образом можно определить ожидаемый эффект для основателя (основателей) стартапа:

$$e^f = P(A|vf)P(vf) \frac{1}{(1+r^f)^{t_A}} \frac{d_0^f PostIV_A}{div_A}, \quad (4)$$

где r^f – альтернативная стоимость капитала (годовая ставка дисконтирования) основателя (основателей), коэффициент;
 d_0^f – доля основателя (основателей) стартапа на посевной стадии, коэффициент.
 Для оценки эффективности «вращения» стартапов важно адекватно учесть временной аспект. Однако рассмотрение периодов времени t_{vf} и t_A в качестве эндогенных величин может сделать методику неоправданно сложной. Поэтому мы полагаем их заданными экзогенно, что согласно мировому и опыту работы компании «ИнКата», является приемлемым допущением. При этом результат $t=0$ в нашей формализации соответствует стадии ПФ, то есть мы не включаем в рассмотрение этап зарождения стартапа,

Показатель	Обозначение	Сценарий 1 (без внедрения бережливого производства)	Сценарий 2 (с учетом бережливого производства)
Посевные инвестиции, осуществляемые бизнес-ангелом в период $t=0$, млн долл.	I_s	1,0	1,0
Вероятность получения венчурного финансирования в течение t_{vf} лет после посевного финансирования	$P(vf)$	0,50	0,75
Вероятность прохождения раунда А через t_A лет после получения посевного финансирования при условии получения венчурного финансирования	$P(A vf)$	0,20	0,20
Постинвестиционная стоимость стартапа при получении венчурного финансирования, млн долл.	$PostIV_A$	25,0	25,0
Постинвестиционная стоимость стартапа после прохождения раунда А, млн долл.	$PostIV_A$	200,0	300,0
Доля бизнес-ангела на посевной стадии, коэффициент	d_i^{ba}	0,7	0,7
Доля основателя (основателей) стартапа на посевной стадии, коэффициент	d_i^f	0,3	0,3
Коэффициент дивергенции на стадии венчурного финансирования	div_{vf}	1,67	1,67
Коэффициент дивергенции на стадии раунда А	div_A	1,85	1,85
Альтернативная стоимость капитала (годовая ставка дисконтирования) бизнес-ангела, коэффициент	r^{ba}	0,1	0,1
Альтернативная стоимость капитала (годовая ставка дисконтирования) основателя (основателей), коэффициент	r^f	0,1	0,1
Средний период от посевного до венчурного финансирования, лет	t_{vf}	2	2
Средний период от посевного финансирования до раунда А, лет	t_A	10	10
Ожидаемый эффект для бизнес-ангела (дисконтированная рыночная стоимость доли бизнес-ангела после раунда А), млн долл.	e^{ba}	1,9	5,6
Ожидаемый эффект для основателя (основателей) стартапа (дисконтированная рыночная стоимость доли основателей после раунда А), млн долл.	e^f	1,2	2,8

Таблица 2. Оценка экономической эффективности услуг инжиниринговой компании. Источник: собственная разработка на основе данных «ИнКата»

обозначаемый в литературе как этап финансирования за счет 3F (*FFF – Family, Friends and Fools*).

На следующем этапе требуется определить эффект от внедрения бережливого производства на основе адаптации стартапом процессного подхода инжиниринговой компании.

Как показывает практика, в качестве предпосылки для дальнейшей оценки можно принять, что количественный эффект от внедрения БП в бизнес-процессы стартапа проявляется принципиально различным образом на этапе венчурного финансирования и стадии раунда А. В первом

случае, когда еще продолжается поиск воспроизводимой и масштабируемой бизнес-модели, а уровень затрат стартапа трудно оценить на предмет их адекватности и резервов сокращения, он виден не столько в росте прибыли, сколько в лучшей оценке венчурным инвестором экономического и технического потенциала нового предприятия, что отразится на вероятности положительного решения об осуществлении инвестиций.

В отличие от этого, на стадии раунда А, когда стартап, по существу, перестает им быть, итоговая рыночная капитализация (постинвестиционная

стоимость данной стадии) будет зависеть от ожидаемого потока прибыли (дивидендов). Эффект БП к этому моменту начинает проявляться в том, что уже ясны резервы снижения затрат (которые ко времени раунда А могут быть и реализованы), а значит, для новых инвесторов становится возможной обоснованная оценка ожидаемого роста прибыли, включая ее дополнительный прирост благодаря системе БП. При этом мы предполагаем, что на вероятность достижения стартапом раунда А уровень внедрения БП большего влияния не оказывает.

Таким образом, в рамках рассматриваемой методики можно предположить, что прирост эффектов, выраженных формулами 3 и 4, за счет бережливого производства генерируется посредством:

- 1) роста значения вероятности $P(vf)$;
- 2) роста величины $PostIV_A$ за счет ожидаемого потока прибыли.

В свою очередь связь постинвестиционной стоимости на этапе раунда А с ожидаемым потоком прибыли моделируется на основе модели Гордона:


$$PostIV_A = \sum_{k=t_A}^n \frac{E(NP_k)}{(1+r_m)^k} + \frac{E(NP_n)(1+g)}{r_m-g}, \quad (5)$$

где n – число лет горизонта планирования и прогнозирования начиная с посевной стадии $t=0$ (рекомендуется выбирать n так, чтобы величина $n-t_A$ находилась в диапазоне от 4 до 6 лет); E – оператор ожидания; NP_k – чистая прибыль, направляемая на выплату дивидендов в год k , млн долл.; r_m – рыночная годовая ставка дисконтирования (средняя альтернативная стоимость капитала для инвесторов фондового рынка), коэффициент; g – среднегодовой ожидаемый темп прироста чистой прибыли, направляемой на выплату дивидендов начиная с года $n+1$, коэффициент.

Чтобы избежать чрезмерного усложнения методики, мы абстрагируемся от влияния БП на временной аспект процесса «вращения» стартапов, полагая, что возможное сокращение сроков развития инновационного продукта и соответствующих им периодов между этапами инвестирования может быть эквивалентным образом выражено в виде изменения величины вероятности $P(vf)$.

Исходные данные для применения разработанной методики и результаты расчетов на примере компании «ИнКата» представлены в табл. 2.

Как видно, ожидаемая дисконтированная рыночная стоимость доли бизнес-ангела после раунда А за счет использования услуг инженеринговой компании и внедрения процессов бережливого производства возрастет (медианный случай) с 1,9 до 5,6 млн долл., что при посевных инвестициях объемом 1 млн долл. соответствует росту индекса рентабельности инвестиций с 1,9 до 5,6. Эта оценка представляет собой математическое ожидание, то есть в ней уже учтены вероятностные характеристики успешности стартапа. Аналогичный показатель для доли основателя (основателей) СА возрастет с 1,2 до 2,8 млн долл. (индекс рентабельности для данного случая не определяется, так как предпосевное финансирование этапа 3F в методике не рассматривается).

Разработанный подход успешно апробирован на данных «ИнКата» и рекомендуется к применению малыми инновационными предприятиями (стартапами), а также инженеринговыми и венчурными компаниями, технопарками, бизнес-инкубаторами, использующими бережливое производство как инструмент «вращения» СА. 

■ **Summary.** An engineering company is a key element of the innovation environment. We merge theoretical concepts of innovation conveyor and lean startup to develop a new approach to the startup cultivation ecosystem based on the assistance of an engineering company in the implementation of the lean production concept. We suggest an applied method of economic efficiency estimation of the startup cultivation process. An example is considered, using data of the EnCata company (Minsk, Belarus).

■ **Keywords:** engineering company, startup, innovation conveyor, lean production, seed financing, venture financing.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-9-28-33>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кондрашов О.В. Моделирование бизнес-процессов как условие оптимизации управления в современной инженеринговой компании / О.В. Кондрашов, Б.В. Лапо // Новая экономика. 2020. №2(76). С. 214–223.
2. Короткевич А.И. Совершенствования инструментария прогнозирования, планирования и анализа инновационного развития национальной экономической системы Беларуси / А.И. Короткевич [и др.]. – Минск, 2019.
3. Рис Э. Бизнес с нуля. Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис: пер. с англ. А.А. Стативки. – М, 2018.
4. Maurya A. Scaling Lean: mastering the key metrics for startup growth / A. Maurya. – London, 2016.
5. SAE J4001 – Implementation of lean operation user manual // https://www.sae.org/standards/content/j4001_199911/.
6. Schilling M. Strategic management of technological innovation / M. Schilling. – New York, 2013.

 http://innosfera.by/2021/09/engineering_company

Статья поступила в редакцию 17.05.2021 г.