

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЗАТРАТ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ НАУКОЕМКИХ ПРОЕКТОВ ПО ДАННЫМ
ЭФФЕКТИВНЫХ РЫНКОВ****Евгений Николаевич ЛУКАШ^{a,*},****Александр Святославович МАЛЬЦЕВ^b**

^a кандидат экономических наук, доцент экономического факультета,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Москва, Российская Федерация
elukash@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

^b главный специалист,
АО «Государственный специализированный проектный институт»,
Москва, Российская Федерация
alexander.maltsev@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 1/2023
Получена 09.01.2023
Получена в
доработанном виде
19.01.2023
Одобрена 02.02.2023
Доступна онлайн
28.02.2023

УДК 330.42
JEL: C65, D60, E22,
G17, K34

Ключевые слова:

научно-
исследовательские
и опытно-
конструкторские работы
(НИОКР) наукоемких
изделий,
эконометрическое
моделирование, эффект
Балассы – Самуэльсона,
доходность
к погашению ценных
бумаг, коэффициент
межстранового риска

Аннотация

Предмет. Факторы роста стоимости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Анализ основных показателей стоимости НИОКР, характеризующих технико-эксплуатационное совершенство наукоемкого изделия на примере гражданских и многоцелевых вертолетов.

Цели. Построение эконометрической модели зависимости затрат на НИОКР от основных летно-технических характеристик вертолета для принятия решения о целесообразности проведения НИОКР.

Методология. Исследование основано на теории фундаментальной стоимости активов, временной стоимости денег, эконометрических методах анализа данных, а также относительной теории паритета покупательной способности товаров и теории несмещенных ожиданий процентных ставок.

Результаты. Выявлены основные источники роста затрат на НИОКР изделий нового поколения в наукоемких и высокотехнологичных отраслях. На основе эконометрического анализа выделены детерминанты стоимости НИОКР – летно-технические характеристики вертолета, определяющие эксплуатационную эффективность принимаемых конструкторских и технологических решений. Построена модель, позволяющая получить прогнозную оценку стоимости затрат на НИОКР российских вертолетов.

Выводы. Значительное увеличение затрат на НИОКР по созданию наукоемких изделий нового поколения, наблюдаемое в последние десятилетия, связано не только с ростом временной стоимости денег, но и с применением современных цифровых и аддитивных технологий, композитных материалов. Статистика затрат на НИОКР российских гражданских вертолетов в недостаточной степени отражает их справедливую (рыночную) стоимость. Эффективные рынки являются источниками более объективных данных о затратах на НИОКР

наукоемких изделий. При моделировании рыночной стоимости НИОКР российских вертолетов целесообразно основываться на данных западных рынков с пересчетом расходов на разработку в экономические условия авиационного рынка РФ. Метод аналогов позволяет оперативно получать предварительную оценку затрат на НИОКР.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Лукаш Е.Н., Мальцев А.С. Эконометрическая оценка стоимости затрат на выполнение наукоемких проектов по данным эффективных рынков // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 291 – 315.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.2.291>

Введение

При разработке наукоемких изделий затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) составляют существенную долю инвестиционных расходов. Выполнению НИОКР предшествует этап аванпроекта, на котором оценивается возможность достижения требуемых технических характеристик проектируемого изделия и принимается решение о целесообразности НИОКР. Для принятия решения необходимо иметь предварительную оценку стоимости и продолжительности этих работ. Практика показывает, что расхождение между прогнозными оценками аванпроекта и фактическими затратами на НИОКР составляет 25–30%, тем не менее оперативно полученный прогноз дает разработчику информацию для принятия решения о возможности вхождения в НИОКР. В 1960–1980-е гг. длительность разработки изделий нового поколения в высокотехнологичных и капиталоемких отраслях экономики (атомная энергетика, аэрокосмическая отрасль, судостроение, станкостроение и др.) в среднем составляла 5–8 лет. В настоящее время применение композитных материалов и наукоемких технологий (цифровых, аддитивных и др.) приводит к существенному росту затрат на разработку изделий нового поколения и к увеличению длительности работ до 12–15 лет и более. Например, в гражданском вертолетостроении эти затраты за последние 40 лет увеличились в США почти в 20 раз, при том, что промышленная инфляция в период с 1990–2020 гг. выросла в 1,5 раза¹.

Существуют два основных подхода к оценке стоимости НИОКР – затратный и сравнительный. Затратный подход основывается на подсчете суммарной стоимости материальных и трудовых затрат и накладных расходов по всем видам работ (проектированию, изготовлению опытных образцов и оснастки, проведению испытаний). Для его реализации требуется собрать, обработать и систематизировать большой объем информации, поэтому длительность работ по формированию ориентировочной стоимости НИОКР составляет не менее 8–10 месяцев.

¹ Annual changes of the Producer Price Index (PPI) for commodities in the United States from 1990 to 2021.
URL: <https://www.statista.com/statistics/193966/annual-changes-of-the-producer-price-index-for-commodities-in-the-us-since-1990/>

В основе сравнительного подхода лежит информация о рыночной стоимости затрат на НИОКР изделий-аналогов. Общие положения сравнительного подхода (метода аналогов) изложены в МСФО-38.8², стандартах МАГАТЭ³, руководстве ЮНИДО⁴ и др. Методика оценки объемов ресурсного обеспечения НИОКР, общие теоретические положения о стоимости НИОКР, основанные на этом подходе, отражены, например, в работах [1–5].

Удобным инструментом получения количественной оценки затрат на НИОКР является построение эконометрической модели зависимости стоимости НИОКР от основных технических характеристик изделия, определяющих эффективность его проектировочных и эксплуатационных решений. Имеется ряд исследований, в которых сравнительный метод базируется на эконометрическом моделировании. Отметим две работы, наиболее близкие к тематике данной статьи. Так, Дж. Маркиш и К. Вилкокс [6] строят модель зависимости цены гражданских самолетов компаний Boeing и Airbus от основных летно-технических характеристик (максимальная дальность полета, количество пассажирских мест и др.). В свою очередь Б.А. Горелов и М.М. Гязова [7] на примере авиационного двигателя анализируют зависимость длительности жизненного цикла наукоемкого изделия от характеристик, определяющих уровень его технико-эксплуатационного совершенства.

Далее на основе применения метода аналогов и сопоставимых рыночных цен⁵ строится модель стоимости затрат на НИОКР вертолетов. Эта модель является развитием идей, изложенных в работе [8]. В качестве факторов стоимости НИОКР рассматриваются относительные летно-технические характеристики (ЛТХ) гражданских и многоцелевых вертолетов, определяющие их технико-эксплуатационное совершенство. Модель на основе метода аналогов позволяет получить предварительную оценку затрат на НИОКР в течение одного – двух месяцев, что представляет значительный практический интерес для лиц, принимающих решение о продолжении НИОКР.

Анализ источников роста затрат на НИОКР наукоемких изделий нового поколения

За последние 40 лет в высокотехнологичных и наукоемких отраслях затраты на НИОКР существенно выросли. Эти отрасли являются локомотивом экономики, поэтому важно объяснить причины такого роста и определить основные

² МСФО: точка зрения КПМГ. Практическое руководство по международным стандартам финансовой отчетности (в двух частях). М.: Альпина-Паблишер, 2012. 3596 с.

³ Economic Evaluation of Bids for Nuclear Power Plants. Technical Reports Series no. 396. Vienna, International Atomic Energy Agency (IAEA), 2000, 224 p. URL: <https://www.iaea.org/publications/5812/economic-evaluation-of-bids-for-nuclear-power-plants>

⁴ Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies. Vienna, United Nations Industrial Development Organization, 1991, 343 p. URL: <https://www.unido.org/resources/publications/publications-type/sales-publications/manual-preparation-industrial-feasibility-studies>

⁵ О контрактной сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ; ст. 23.

характеристики разрабатываемых изделий, позволяющие с достаточной точностью строить прогнозы затрат на выполнение НИОКР. В последние десятилетия развитие этих отраслей осуществляется в основном за счет модернизации изделий, разработанных еще в 1960–1980-х гг. Однако модернизация не может в долгосрочной перспективе служить инструментом роста и расширения экономики. Основные причины состоят в следующем:

- в ходе модернизации решаются частные задачи совершенствования отдельных систем (в основном за счет внедрения цифровых технологий и микроэлектронных схем), при этом не разрабатываются концептуально новые конструкторско-технологические решения;
- ресурс модернизации изделий, созданных в период 1960–1980 гг. и все еще находящихся в эксплуатации, будет исчерпан в ближайшие 15 лет.

Например, модернизация самолетов сводится к установке новых авиационных комплексов для считывания и обработки рабочих параметров систем управления воздушным судном, замене устаревших аналоговых приборов без существенных изменений конструктивно-технологических схем фюзеляжа и двигателя, разработанных еще в 1980-х гг.

Другим примером может служить разработка многофункциональных вертолетов Ми-38 и Ка-62, начатая в 1989 г. Основной объем финансирования НИОКР пришелся на последние 12–15 лет. Серийное производство вертолетов Ми-38 и Ка-62 началось в 2019 и 2022 гг. соответственно⁶. Очевидно, что к настоящему времени обе марки вертолетов уже имеют существенный функциональный износ.

Согласно открытым источникам, стоимость НИОКР вертолетов Ми-38 и Ка-62 составила 2 млрд и 3,1 млрд руб. соответственно, что в валютном эквиваленте (по курсу ноября 2021 г.) соответствовало 26,67 млн и 41,3 млн долл. В то время в США и в Европе суммарные затраты на НИОКР вертолетов нового поколения, разработанных за последние 10–15 лет, составили 1,2–1,6 млрд долл. (табл. 1).

Имеющиеся расхождения между российскими и западными статистическими данными о затратах характерны не только для авиастроения, но и для других отраслей. Это объясняется существенно меньшими в Российской Федерации затратами по таким статьям, как заработная плата, энергоресурсы, материалы. Кроме того, в Российской Федерации большая доля затрат на НИОКР наукоемких проектов финансируется не из собственных источников (чистой прибыли), а из бюджетных (экспортных доходов от продажи нефти и газа). Затраты, финансируемые из бюджетных источников, не подлежат капитализации⁷ и, следовательно, не амортизируются в составе стоимости основных средств.

⁶ Ка-62: из военных в гражданские. URL: <https://rostec.ru/news/ka-62-iz-voennykh-v-grazhdanskie/>

⁷ МСФО: точка зрения КПИМГ. Практическое руководство по международным стандартам финансовой отчетности (в двух частях). М.: Альпина-Паблишер, 2012. 3596 с.

Указанная особенность финансирования затрат на НИОКР, а также большой физический износ основных фондов в Российской Федерации обуславливают меньшую долю амортизации в структуре затрат, чем в США и Европе.

Макроэкономические и политические риски в Российской Федерации в 1990–2006 гг. привели к отказу зарубежных компаний от инвестирования в совместные проекты. Высокие ставки рефинансирования, устанавливаемые Банком России в тот период, делали долгосрочные проекты с привлечением заемных средств неэффективными.

В условиях гиперинфляции индексация затрат на НИОКР не может обеспечить адекватных оценок текущей рыночной (справедливой) стоимости НИОКР. Инфляция в Российской Федерации в период 1991–1998 гг. составила 3973%⁸, поэтому понесенные затраты на НИОКР для вертолетов Ми-38 и Ка-62 не могут адекватно индексироваться в текущую рыночную стоимость.

Поскольку российские компании не получают нормальную доходность от инвестиций в разработку летательных аппаратов нового поколения, то с позиции фундаментального подхода (МСФО-38.8⁹) стоимость нематериальных активов, сформированных путем капитализации затрат на НИОКР для Ми-38 и Ка-62, не отражает их чистую приведенную стоимость (величину суммарного дисконтированного денежного потока в течение жизненного цикла изделий). Это свидетельствует о невысокой эффективности российского авиационного рынка и несоответствии объявленной стоимости научных разработок реальным затратам на НИОКР летательных аппаратов в текущих экономических условиях. Американский и европейский рынки являются достаточно эффективными¹⁰, поэтому информация, собранная на этих рынках, является более подходящей для моделирования.

Дадим общую характеристику рынка мирового вертолетостроения. В мире существует всего девять компаний по разработке и производству вертолетов – российская компания АО «Национальный центр вертолетостроения имени М.Л. Миля и Н.И. Камова» (АО «НЦВ Миль и Камов») и восемь зарубежных компаний: американские Boeing, Sikorsky, Textron (Bell Aerospace), франко-немецкая Airbus Helicopters, французская Aérospatiale, входящие в состав европейского аэрокосмического концерна EADS, англо-итальянская AgustaWestland, южнокорейская KAI, китайская Changhe Aircraft Industries Corporation (CAIC).

В табл. 1 представлены затраты на НИОКР для средних гражданских и многофункциональных вертолетов нового поколения американского и европейского производства в базовых экономических условиях, то есть на момент запуска в

⁸ Инфляция в России по годам: 1991–2023. URL: <http://global-finances.ru/inflyatsiya-v-rossii-po-godam/>

⁹ МСФО: точка зрения КПМГ. Практическое руководство по международным стандартам финансовой отчетности (в двух частях). М.: Альпина-Паблицер, 2012. 3596 с.

¹⁰ В соответствии с классификацией, предложенной в работе У. Шарпа, Г. Александера, Дж. Бейли (*Шарп У., Александер Г., Бейли Дж.* Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 1999. 1028 с.), американские рынки в основном характеризуются как среднеэффективные (semistrong-form efficiency).

серийное производство. Военные вертолеты не включены в представленную выборку, поскольку затраты на НИОКР для них в 1,5–2 раза выше, чем для гражданских (большее количество дублирующих систем, элементов бронирования, вооружения и специального оборудования).

Анализ данных, представленных в *табл. 1*, показывает, что затраты на НИОКР многоцелевых гражданских западных вертолетов в 1979–2021 гг. выросли более чем в 20 раз. Рост затрат на НИОКР объясняется не только увеличением стоимости денег во времени (денежный доход имеет большую ценность, чем такой же доход в будущем), но также переходом к новым, более совершенным технологиям, материалам, специализированным программам для проектирования и расчетов.

Оценка доходности альтернативных издержек инвестирования в аэрокосмическую отрасль

Данные о затратах на НИОКР различных марок вертолетов фиксируются на даты запуска серийного производства (*табл. 1*), поэтому для сопоставимости этих данных их нужно эскалировать (привести в одинаковые экономические условия). Как отмечается многими авторами (см., например, работу [9]), временная стоимость денег оценивается на основе сравнения доходностей альтернативных издержек (opportunity costs) финансирования проектов с одинаковым уровнем риска – компания (акционеры) будет инвестировать средства в альтернативный проект, если уровень риска этого проекта не превышает риска компании, а доходность больше текущей дивидендной доходности компании. Другими словами, акционеры, владеющие акциями с тем же уровнем риска, что и реальный эффективный инвестиционный проект, готовы инвестировать средства в этот проект, если его чистая приведенная стоимость (NPV) положительна. Этот подход лежит в основе приведения (эскалирования) денежных потоков по ставке, равной доходности альтернативных издержек¹¹.

Таким образом, при приведении затрат на НИОКР вертолетов в одинаковые экономические условия в качестве доходности издержек в альтернативные проекты авиационной отрасли США¹² можно применять доходность к погашению (yield to

¹¹ Под доходностью альтернативных издержек понимается рыночная ставка процента доходности альтернативных инвестиций, которая рассчитывается как отношение NPV альтернативного проекта к величине капиталовложений в этот проект. Поскольку выбор альтернативных проектов не зависит от инвестиционных предпочтений акционеров, то денежные потоки этих проектов дисконтируются по единой рыночной ставке процента доходности альтернативных инвестиций (*Крушвиц Л.* Финансирование и инвестиции. СПб.: Питер, 2000. 384 с).

¹² Выборка (*табл. 1*) включает вертолеты американского и европейского производства, поэтому доходность альтернативных издержек должна вычисляться как средневзвешенное значение доходностей вложений в авиационные отрасли США, Германии и Франции. Соответствующий расчет является отдельной задачей, которая не рассматривается в данной статье. Для упрощения мы будем использовать только доходность альтернативных издержек в аэрокосмическую отрасль США. Это отчасти оправдано тем, что значения основных показателей макроэкономических и политических рисков США, Германии и Франции не сильно различаются.

maturity, YTM)¹³ облигаций аэрокосмической группы компаний Lockheed Martin. Эта доходность равна сумме доходности вложений в безрисковый (risk free) актив и премии за риск (risk premium, RP) вложения в активы авиационной отрасли США (см., например, работы [10, 11]).

В практике инвестиционного анализа в качестве доходности вложений в безрисковые активы США обычно используется доходность к погашению государственных казначейских облигаций. При инвестировании в эти облигации недополучение дохода практически невозможно.

В связи с отсутствием данных о динамике доходности к погашению облигаций Lockheed Martin за последние 40 лет оценим доходность альтернативных вложений в авиационную отрасль США на основе следующих допущений:

- премию за риск вложения в активы авиационной отрасли США считаем постоянной на протяжении анализируемого периода;
- эту премию рассчитываем, как разность между доходностями к погашению облигаций Lockheed Martin и государственных казначейских облигаций США со сроком до погашения 10 лет (*табл. 2*);
- срок до погашения облигаций (период альтернативных вложений) берем равным 10 годам, что соответствует минимальной продолжительности НИОКР для вертолетов, разработанных в 2000–2020 гг. (*табл. 1*);
- доходность альтернативных вложений равняется сумме доходности к погашению государственных казначейских облигаций США и постоянной премии за риск.

Средняя величина промышленной инфляции (production price index, PPI) США в 1990–2020 гг. составила 1,88%¹⁴, что несколько меньше значения доходности альтернативных вложений в авиационную отрасль США на май 2021 г. (2,27%) (*табл. 2*). Это совпадает с выводами авторов работ [12, 13], согласно которым средняя величина роста затрат на производство транспортных самолетов (10,8%) значительно превышала среднее значение PPI в США в период с 1974 по 2005 г. На *рис. 1* представлена кривая темпа роста суммарной доходности альтернативных инвестиционных вложений в авиационную отрасль США. Как известно, кривая доходности, рассчитанная по формуле сложных процентов должна быть выпуклой. В рассматриваемом случае практическое отсутствие выпуклости обусловлено

¹³ Доходность к погашению, являясь по сути внутренней нормой доходности (internal rate of return), уравнивает приведенную стоимость всех ожидаемых денежных потоков по ценной бумаге и ее текущую рыночную цену. Для однозначного понимания используемых терминов в статье приводятся соответствующие англоязычные оригиналы.

¹⁴ Annual changes of the Producer Price Index (PPI) for commodities in the United States from 1990 to 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/193966/annual-changes-of-the-producer-price-index-for-commodities-in-the-us-since-1990/>

замедлением темпов роста УТМ государственных казначейских облигаций США со сроком до погашения 10 лет с 14,59% до 1,88%¹⁵ в 1982–2015 гг.

График временного ряда альтернативных инвестиционных вложений в авиационную отрасль США показывает, что за рассматриваемый период временная стоимость денег увеличивалась более чем в 12 раз. Таким образом, 20-кратное (табл. 1) увеличение затрат на НИОКР только на 61% (1 230% / 2 000%) объясняется суммарной величиной роста временной стоимости денег в этот период. Другой существенной составляющей роста затрат на НИОКР является, как уже отмечалось, применение современных цифровых и аддитивных технологий (например, 3D-печать), композитных материалов, специализированных программ для проектирования и расчетов (например, CATIA, NX, SAPR).

Эконометрическое моделирование удельных затрат на НИОКР гражданских и многоцелевых вертолетов

Затраты на НИОКР зависят от степени конструкторской и технологической новизны проектируемого изделия. Для количественного измерения этих факторов можно предложить различные наборы показателей. В авиастроении в качестве таких показателей обычно рассматриваются летно-технические характеристики (ЛТХ) летательных аппаратов, такие как габариты, вместимость, мощность, полезная нагрузка, дальность полета и др. В качестве объясняющих переменных в модели затрат на НИОКР следует использовать относительные показатели, поскольку они характеризуют эффективность проекторочных и технологических решений на этапе эксплуатации вертолета. В работах [4, 6, 14, 15] роль таких характеристик выполняют удельная мощность (мощность на единицу полезной нагрузки вертолета), массовое совершенство (отношение массы полезной нагрузки к массе пустого вертолета), удельная полезная нагрузка (отношение полезной нагрузки к максимальной дальности полета), топливная эффективность (расход топлива на единицу транспортной работы, измеряемый в тонно-километрах). Именно такой подход к формированию оценки затрат на НИОКР использован в предлагаемой модели.

Статистические данные. Для достижения большей однородности данных и сопоставимости характеристик вертолетов различных марок:

- использованы удельные показатели затрат на НИОКР – в пересчете на одну тонну максимальной взлетной массы вертолета (max take-off mass, МТОМ);
- взяты данные о гражданских вертолетах, разработанных в 2000–2021 гг. (к началу этого периода в основном закончился переход к новым цифровым технологиям, использованию микроэлектронных схем, специализированному программному обеспечению и т.п.);

¹⁵ S&P 500 PE Ratio. URL: <http://www.multpl.com>

- не используются данные по военным вертолетам, для которых стоимость НИОКР в 1,5–2 раза больше, чем для гражданских (что связано с применением более сложного пилотажно-навигационного комплекса, наличием большего количества дублирующих систем, элементов бронирования, увеличенным объемом стендовых и летных испытаний, следовательно, большим количеством летных образцов и т.п.);
- из рассмотрения исключены южнокорейские и китайские вертолетные компании, поскольку в рамках совместных проектов занимаются копированием основных систем¹⁶ европейских и американских марок вертолетов, и затраты на НИОКР эти компании несут не в полном объеме;
- расчеты проведены в сопоставимых ценах (затраты на НИОКР индексируются по ставке доходности альтернативных вложений в авиационную отрасль (табл. 2) в экономические условия 2021 г.);
- правомерным является включение в выборку данных тяжелого вертолета СН-53К, несмотря на то, что его максимальная взлетная масса значительно превышает взлетную массу остальных вертолетов, поскольку это не нарушает однородности выборки с точки зрения удельных характеристик (показатель удельных затрат на НИОКР этого вертолета отличается от остальных только на 10%).

В итоге в выборку попали данные по семи вертолетам.

Спецификация модели. В качестве переменных, объясняющих величину удельных затрат на НИОКР (в пересчете на одну тонну максимальной взлетной массы), рассматриваются следующие относительные летно-технические характеристики вертолетов:

- удельная нагрузка (отношение полезной нагрузки к дальности полета);
- удельная мощность (отношение мощности к полезной нагрузке вертолета);
- массовое совершенство (отношение массы полезной нагрузки к массе пустого вертолета).

Малый объем имеющейся выборки вынуждает ограничиться рассмотрением моделей с небольшим числом параметров¹⁷. Исходя из этого дальнейший отбор объясняющих переменных осуществлялся на основе сравнения линейных моделей парной регрессии логарифма удельных затрат на НИОКР от логарифма одной из относительных ЛТХ.

¹⁶Прежде всего – система автоматического управления вектором тяги несущего винта и трансмиссия вертолета.

¹⁷Известно, что в эконометрической модели количество наблюдений должно превышать число регрессоров по крайней мере в 3–5 раз.

На рис. 2 представлена корреляционная матрица логарифмов удельных затрат на НИОКР и основных относительных ЛТХ, показывающая, что наиболее информативной объясняющей переменной для величины удельных затрат на НИОКР является отношение мощности к полезной нагрузке вертолета. Соответствующая модель имеет вид:

$$\ln \hat{Y}_i = 5,33_{(0,012)} + 0,374 \ln_{(0,053)} NP_i, R^2 = 90,7\% \quad (1)$$

или в степенной форме записи:

$$\hat{Y}_i = 205,96 NP_i^{0,374}. \quad (2)$$

Как видно из модели (2), темп роста затрат на НИОКР замедляется с ростом удельной мощности.

Паритет основных макроэкономических показателей двух стран и оценка коэффициента межстранового риска

Для построения прогноза затрат на разработку современных российских вертолетов мы строим эконометрическую модель, основанную на данных эффективных рынков. Очевидно, такая модель должна быть дополнена процедурой пересчета стоимости затрат в российские экономические условия.

Процедура пересчета реализуется с использованием коэффициента межстранового риска (country risk ratio)¹⁸, сопоставляющего уровни макроэкономических и политических рисков двух стран. Коэффициент межстранового риска должен отражать различие в реальной стоимости одинаковых работ или товаров, произведенных в этих странах. Данное различие обычно измеряется величиной реального валютного курса (RER, real exchange rate), равной отношению индексов цен определенного набора потребительских товаров и услуг (CPI, consumer price index) двух стран, выраженных в валютах этих стран. Величину RER можно также представить в виде произведения номинального валютного курса (NER, nominal exchange rate) и отношения CPI двух стран, выраженных в одной валюте.

Теория абсолютного паритета покупательной способности (APPP, absolute purchasing power parity) исходит из существования рыночного равновесия, понимаемого как равенство индексов CPI двух стран, выраженных в одной валюте. Это означает, что реальный валютный курс должен равняться единице. В реальности такой паритет не достигается, поскольку он возможен лишь для стран с одинаковым уровнем технологического развития и близкими значениями макроэкономических показателей.

¹⁸ Черемухин А. Паритет покупательной способности, причины отклонения курса рубля от паритета в России. URL: <https://www.iep.ru/files/text/usaidd/PPP.pdf>; Understanding Country Risk and How to Weigh It. URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/countryrisk.asp>

Одной из известных моделей, которая объясняет отсутствие в долгосрочной перспективе равновесного состояния на товарных рынках, является модель Балассы – Самуэльсона (Balassa – Samuelson) [16]. В ней, в частности, показано, что более высокий уровень научно-технического развития в секторе торгуемых товаров (товаров на рынке, открытом для международной конкуренции) ведет к увеличению производительности труда, следовательно, к росту реальных ставок заработной платы. Как следствие, в условиях мобильности капитала для таких стран характерны более высокие цены на неторгуемые¹⁹ товары (см., например, работу [17]). Таким образом, стоимость потребительских корзин товаров и услуг (CPI), выраженных в одной валюте, выше в более развитых странах.

В реальности страны, даже если они имеют одинаковый уровень научно-технического развития, характеризуются разными процентными ставками и различными темпами инфляции. Учитывая это, теория относительного паритета покупательной способности (RPPP, relative purchasing power parity) [18] исходит из не равного единице реального валютного курса и наличия рыночного равновесия, при котором любые расхождения в уровнях инфляций двух стран компенсируются прогнозными изменениями валютного курса. В этих условиях форвардный валютный курс должен соответствовать такому равновесному состоянию рынков капитала, при котором достигается равенство доходов от альтернативных стратегий инвестирования в безрисковые активы двух стран.

С точки зрения макроэкономической теории долгосрочное равновесие в экономике с несовершенной мобильностью капитала достигается, когда на рынке заемных средств устанавливается реальная ставка процента, соответствующая такому реальному курсу, при котором спрос на валютном рынке²⁰ равен предложению.

Укажем наиболее важные причины отсутствия относительного паритета.

Во-первых, транспортные, информационные и другие расходы, протекционистская внешнеторговая (квоты, таможенные пошлины на импорт и т.д.), стимулирующая бюджетно-налоговая (увеличение объема государственных закупок), кредитно-денежная (изменение предложения денег) политика государства и в краткосрочной перспективе препятствует достижению равновесных цен и равновесного обменного курса.

Во-вторых, в условиях мировой торговли недостаток в торгуемых товарах легко восполняется. В то же время дефицит неторгуемых товаров не может быть

¹⁹ В Российской Федерации к сектору неторгуемых товаров можно отнести медицинские услуги, ресторанный, гостиничный, туристический бизнесы, а также строительство (за исключением ЖКХ, в котором осуществляется государственное регулирование цен).

²⁰ Условие равновесия на валютном рынке определяется равенством чистых зарубежных инвестиций (net foreign investment, NFI) и чистого экспорта (net export, NX); NFI – разность между суммой вложений отечественных инвесторов в иностранные активы и величиной внутренних активов, приобретенных иностранными инвесторами. NX – разность между экспортом и импортом страны (см., например, работу: Туманова Е.А., Шагас Н.Л. Макроэкономика. М.: ИНФРА-М, 2004. 400 с.).

восполнен столь же быстро. Таким образом, в силу разной скорости протекания арбитражных процессов, экономические шоки со стороны спроса оказывают на секторы торгуемых и неторгуемых товаров разное воздействие.

В-третьих, совершенствование технологий, рост производительности труда, изменение в предпочтениях потребителей в конечном счете обуславливают изменение структуры экономики, что приводит к нарушению как абсолютного, так и относительного паритета в долгосрочной перспективе.

Большую популярность получила так называемая теории паритета покупательной способности эффективных рынков (EMPPP, Effective Market Purchasing Power Parity), в которой взаимосвязь между уровнями цен двух стран и динамикой валютного курса обеспечивает равновесие на мировых рынках капитала: ожидаемый темп роста валютного курса приравнивается к разности ожидаемых темпов роста цен²¹ в двух странах.

Согласно этой теории, на эффективных рынках капитала агенты в своих прогнозах не допускают систематических ошибок (гипотеза о рациональных ожиданиях), а реальный прогнозный валютный курс, который зависит от хаотически меняющейся форвардной премии²², описывается стационарным процессом. Таким образом, реальный валютный курс не только не равен единице, но в долгосрочной перспективе не сходится к константе.

Подведем итоги. Как уже отмечалось, коэффициент межстранового риска должен в количественной форме выражать различие в стоимости одинаковых работ или товаров, произведенных в этих странах. В качестве такого измерителя можно взять отношение CPI двух стран, вычисленных в валюте одной из них.

Необходимо, однако, внести поправку в предлагаемый показатель – в случае, когда сопоставляются затраты на разработку и производство промышленных изделий, более уместно вместо CPI брать индексы цен промышленной продукции (PPI, Production price index) [19].

Приведем еще одно соображение о способе вычисления коэффициента межстранового риска. Основными показателями, которые несут информацию о макроэкономических и политических рисках, являются ставка рефинансирования центрального банка, темп инфляции, доходность от инвестирования в безрисковые активы и ряд других. Индексы потребительских и промышленных цен аккумулируют в себе соответствующую информацию, однако основываются на ретроспективных данных. В то же время номинальные процентные ставки по безрисковым активам содержат информацию о текущей ставке рефинансирования

²¹ Согласно формуле И. Фишера номинальную процентную ставку можно представить как сумму реальной процентной ставки и ожидаемой инфляции цен корзины потребительской товаров и услуг.

²² Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. М.: Олимп-Бизнес, 2004. 978 с.

центрального банка, прогнозной инфляции, а также текущей премии за риск инвестирования в экономику страны (страновая премия)²³.

Таким образом, в качестве коэффициента межстранового риска целесообразно использовать отношение номинальных процентных ставок двух стран. Обычно этот показатель реализуется в виде отношения спотовых или форвардных процентных ставок безрисковых активов. Однако более уместно было бы использовать отношение доходностей к погашению (YTM), поскольку последние являются внутренними нормами доходности (IRR, internal rate of return) инвестиций в ценные бумаги²⁴ то есть являются интегральными показателями.

Исходя из теории несмещенных ожиданий (unbiased expectation theory)²⁵ и теоремы об аддитивной стоимости²⁶ коэффициент межстранового риска страны «А» по отношению к стране «В» следует рассчитывать по формуле:

$$K_{A/B} = \frac{\prod_{t=1}^T (1 + YTM_t^A) - 1}{\prod_{t=1}^T (1 + YTM_t^B) - 1} = \frac{YTM^A}{YTM^B}, \quad (3)$$

где YTM_t^A и YTM_t^B – доходности к погашению от инвестирования в безрисковые активы стран «А» и «В» в период $[t - 1; t]$, выраженные в валюте одной из стран;

YTM^A и YTM^B – доходности к погашению от инвестирования в безрисковые активы стран «А» и «В» в период $[0; T]$;

T – длительность жизненного цикла проекта.

Найдем, например, численное значение коэффициента межстранового риска РФ относительно США, полученное на основе данных по стоимости НИОКР проекта «Перспективный средний коммерческий вертолет», выполненного в 2017 г. на АО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля». Соответствующие затраты в ценах 2017 г. составили 740 млн долл. (или 67,3 млн долл. на одну тонну максимальной взлетной массы), тогда как реальные удельные затраты на разработку средних американских и европейских вертолетов в период 2009–2021 гг. в 2–2,5 раза больше (см. четвертую строку *табл. 1*). Таким образом коэффициент межстранового

²³ Величину вклада страновой премии в состав CPI и PPI определить на практике не представляется возможным.

²⁴ Доходность к погашению (YTM) уравнивает приведенные стоимости суммарных ожидаемых денежных доходов от инвестирования в ценные бумаги и их текущие рыночные цены.

²⁵ Согласно этой теории, прогнозная суммарная доходность при долгосрочном инвестировании в ценные бумаги должна иметь одинаковое значение как для стратегии покупки до погашения (maturity strategy), так и для стратегии возобновления (rollover strategy). См. работу: Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. М.: ИНФРА-М, 1999. 1028 с.

²⁶ Согласно теореме аддитивности стоимости, сумма отдельных рыночных цен всех ценных бумаг должна равняться рыночной цене портфеля, сформированного из этих ценных бумаг. См. работу: Крушвиц Л. Финансирование и инвестиции. СПб.: Питер, 2000. 384 с.

риска РФ относительно США²⁷ находится в диапазоне 0,4–0,5, что согласуется со значением этого коэффициента (38,8%), рассчитанного на основе доходности к погашению безрисковых ценных бумаг РФ и США²⁸.

Оценка стоимости НИОКР гражданского многоцелевого вертолета российского производства y_{RF} вычисляется по формуле:

$$y_{RF} = K_{RF/USA} y_{USA}. \quad (4)$$

Здесь абсолютные затраты на НИОКР в США (y_{USA} , млн долл.) равны произведению удельных затрат в США (Y_{USA} , млн долл./т) на величину максимальной взлетной массы вертолета: $y_{USA} = Y_{USA} G_0$, где G_0 – максимальная взлетная масса (max take-off mass, МТОМ) вертолета, кг; оценка абсолютных затрат на НИОКР вертолетов США y_{USA} , рассчитанная по модели (2): $y_{USA} = 205,96 (N / P)^{0,374} G_0$, где N – мощность двигателей вертолетов, л.с.; P – полезная нагрузка (разность между МТОМ и массой пустого вертолета), кг; $K_{RF/USA} < 1$ – коэффициент межстранового риска РФ/США.

В связи с небольшим размером выборки и вынужденной простотой используемой модели полученная оценка должна рассматриваться лишь как весьма приближенная (заниженная) прикидка предстоящих затрат на НИОКР.

Следует отметить, что оценки затрат на НИОКР по проекту «Перспективный средний коммерческий вертолет», полученные затратным и сравнительным (эконометрическим) методами, дали вполне приемлемое расхождение в 14%. При этом существенно меньший срок формирования эконометрической оценки затрат указывает на неоспоримое преимущество предложенного подхода. По мнению специалистов, наличие такой оценки на самых ранних этапах аванпроекта оказывается весьма полезным для принятия решения о продолжении работ на последующих этапах НИОКР.

Выводы

Многократное увеличение затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию наукоемких изделий, наблюдаемое в последние десятилетия, связано не только с ростом временной стоимости денег, но также в значительной степени с необходимостью существенных финансовых вложений в разработку и внедрение специализированного программного обеспечения и принципиально новых цифровых и аддитивных технологий. Важнейшую роль в подготовке решения о выполнимости проекта по разработке изделия нового поколения играет адекватная оценка будущих суммарных затрат на

²⁷ В целях упрощения расчетов вместо средневзвешенного коэффициента межстранового риска мы используем коэффициент, рассчитанный по данным РФ и США (правомерность такого подхода обоснована ранее).

²⁸ Отношение доходности к погашению (yield to maturity, YTM) государственных казначейских облигаций США (US Treasury Bonds) и еврооблигаций Минфина России (Rus-42) со сроком до погашения 10 лет на 28 апреля 2021 г. составляло 1,65% / 5,65% = 38,8%.

НИОКР. Это особенно актуально для проектов с длительным периодом НИОКР. При наличии необходимой статистической информации такую оценку можно получить на основе эконометрической модели зависимости величины стоимости НИОКР от показателей технико-эксплуатационного совершенства изделия. В частности, эконометрический подход к прогнозированию затрат на НИОКР реализован нами на примере проекта по созданию вертолетов нового поколения. Статистические данные о фактических затратах на НИОКР последних десятилетий для проектов по созданию российских гражданских вертолетов не могут служить объективной эмпирической базой моделирования, поскольку они не отражают справедливой стоимости НИОКР. По этой причине построение эконометрической модели затрат основывается на данных мировых аналогов вертолетостроения. Поскольку полученная численная оценка рыночной стоимости затрат на НИОКР наукоемкого изделия отражает условия функционирования эффективного рынка, то она нуждается в корректировке для российских экономических условий. Нами обоснована процедура пересчета оценки затрат, основанная на коэффициенте межстранового риска, который выражает разницу в стоимости одинаковых работ или товаров, произведенных в разных странах.

Эконометрическая оценка затрат на НИОКР высокотехнологических российских изделий, основанная на данных эффективных рынков и коэффициенте межстранового риска, менее точна, чем оценка, полученная затратным методом. Однако, в частности, для авиационной отрасли, различие между ними составляет порядка 15–20%. При этом эконометрический подход позволяет получить оценку на 8–12 месяцев раньше, чем затратный подход, что представляет значительный практический интерес для лиц, принимающих решения на ранней стадии выполнения аванпроекта.

Таблица 1**Основные характеристики гражданских и многофункциональных западных вертолетов в базовых экономических условиях****Table 1****Main characteristics of civil and multifunctional Western helicopters under basic economic conditions**

Показатель	Марка вертолета								
	S-76	NH-90	CH-53K	Bell UH-1Y Venom	H 175	Bell 525	H 160	X 6	KAI KUH-1 Surion
Производитель	США	США	США	США	ЕС	США	ЕС	ЕС	Южная Корея
НИОКР, млн долл.	61	1 200	6 590	1 540	1 320	1 425	1 200	1 920	1 480
Максимальная взлетная масса, т	5,3	10,6	33,566	8,39	7,5	9,3	5,67	11	8,71
Удельные затраты на НИОКР, млн долл./т	11,51	113,21	196,33	183,55	176	153,23	211,64	174,55	169,92
Год начала серийного производства	1979	2006	2018	2009	2015	2021	2020	2023	2013
Год оценки НИОКР	1979	2003	2014	2015	2013	2011	2015	2017	2017
Мощность, л.с.	1 712	4 200	22 500	3 524	3 550	3 600	2 230	4 600	3 830
Максимальная дальность полета, км	813	982	856	648	1 260	926	850	1 200	563
Количество посадочных мест, ед.	13	20	55	18	18	20	12	19	15
Максимальная полезная нагрузка, кг	2 862	4 200	18 496	3 021	2 897	3 928	1 430	5 800	3 573

Источник: Сколько стоит вертолет. URL: <https://lenta.ru/articles/2017/01/18/helidev/>; Existing and Planned Helicopters in the Army's Fleet. URL: <http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/ftpdocs/88xx/doc8865/chapter1.5.1.shtml>; Helicopter directory. URL: <http://aviastar.org/>; Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR). URL: <https://pdfslide.net/documents/defense-acquisition-management-information-retrieval-damir-release-training.html?page=1>

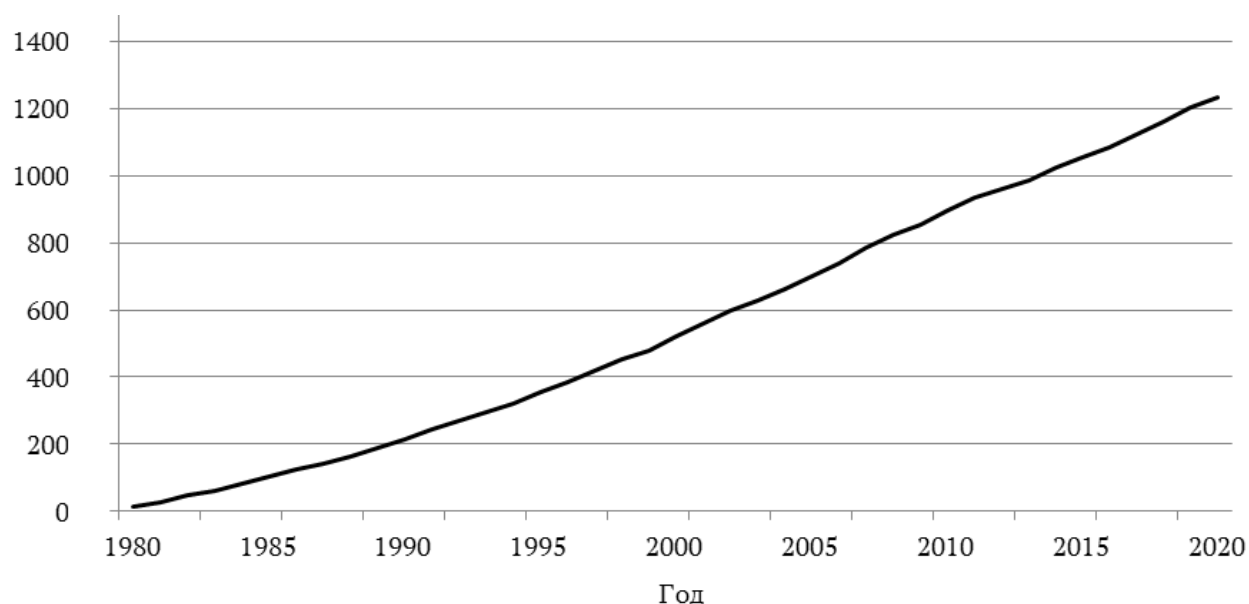
Source: How much a helicopter costs. URL: <https://lenta.ru/articles/2017/01/18/helidev/>; Existing and Planned Helicopters in the Army's Fleet. URL: <http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/ftpdocs/88xx/doc8865/chapter1.5.1.shtml>; Helicopter Directory. URL: <http://aviastar.org/>; Defense Acquisition Management Information Retrieval (DAMIR). URL: <https://pdfslide.net/documents/defense-acquisition-management-information-retrieval-damir-release-training.html?page=1>

Таблица 2**Премия за риск при инвестировании в активы авиационной отрасли США (25 мая 2021 г.)****Table 2****Risk premium for investing in assets of the US aviation industry (May 25, 2021)**

Показатель	US Treasury Bonds	Lockheed Martin Bonds	Market Premium, MP
Рейтинг облигации от агентств S&P и Fitch	AAA	A (BBB+)	–
Величина YTM, %	1,65	2,266	0,62
Период до погашения, лет	10	10	–

Источник: Markets Insider. URL: <https://markets.businessinsider.com/bonds/>; S&P 500 PE Ratio.
 URL: <http://www.multpl.com>

Source: Markets Insider. URL: <https://markets.businessinsider.com/bonds/>; S&P 500 PE Ratio.
 URL: <http://www.multpl.com>

Рисунок 1**Динамика суммарной доходности вложений в авиационную отрасль США, %****Figure 1****Dynamics of the total return on investments in the US aviation industry, percentage**

Источник: S&P 500 PE Ratio. URL: <http://www.multpl.com>

Source: S&P 500 PE Ratio. URL: <http://www.multpl.com>

Рисунок 2

Корреляционная матрица удельных затрат на НИОКР, основных летно-технических характеристик и их относительных величин для вертолетов

Figure 2

Correlation matrix of the unit cost of R&D, the basic flight performance characteristics and their relative values for helicopters

	Ln(Y)	Ln(PR)	Ln(NP)	Ln(PG)
Ln(Y)	1	–	–	–
Ln(PR)	–0,02	1	–	–
Ln(NP)	0,95	–0,25	1	–
Ln(PG)	–0,52	0,789	–0,59	1

Примечание. Y – удельные затраты на НИОКР (затраты в пересчете на одну тонну максимальной взлетной массы), млн долл./т; PR – удельная нагрузка, кг/км; NP – удельная мощность, л.с./кг; PG – массовое совершенство.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Богинский А.И., Чурсин А.А. Модель оценки затрат выполнение НИОКР по созданию новой вертолетной техники // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. Т. 11. Вып. 2. С. 134–140.
2. Ильина И.Е. Подходы к оценке эффективности государственных инвестиций в сектор исследований и разработок // Наука. Инновации. Образование. 2016. Т. 11. Вып. 3. С. 104–122.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-otsenke-effektivnosti-gosudarstvennyh-investitsiy-v-sektor-issledovaniy-i-razrabotok?ysclid=ldppszjoe407202691>
3. Кузнецов А.Г., Чайка Н.К., Суркова Е.В., Ермолаева Е.Н. Стоимость НИОКР и серийного производства летательных аппаратов в оценке экономической эффективности применения воздушных судов // Экономика и предпринимательство. 2018. Т. 10. Вып. 99. С. 814–817.
4. Ломакин М.И., Стреха П.А. Сравнительный анализ моделей прогнозирования инвестиционной привлекательности НИОКР на современном этапе // Транспортное дело России. 2013. № 5. С. 259–263.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-modeley-prognozirovaniya-investitsionnoy-privlekatelnosti-niokr-na-sovremennom-etape?ysclid=ldpq5i9xzj456653417>
5. Минасян В.Б. Модели оценки рисков деятельности компаний, реализующих проекты с НИОКР // Финансы: теория и практика. 2019. Т. 23. Вып. 1. С. 133–146.
URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-1-133-146>
6. Markish J., Willcox K. Value-Based Multidisciplinary Techniques for Commercial Aircraft System Design. *AIAA Journal*, 2003, vol. 41, iss. 10, pp. 2004–2012.
URL: <https://doi.org/10.2514/2.1890>
7. Горелов Б.А., Гязова М.М. Формирование стоимостной модели на ранних этапах жизненного цикла авиационной техники // Российский экономический интернет-журнал. 2019. № 4.
URL: https://www.e-rej.ru/Articles/2019/Gorelov_Gyazova.pdf
8. Мальцев А.С. Эконометрическое моделирование стоимости летного часа гражданских вертолетов // Экономический анализ: теория и практика. 2021. Т. 20. Вып. 11. С. 2168–2186.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.11.2168>

9. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 2001. 832 с.
10. Altman E. Measuring corporate bond mortality and performance. *The Journal of Finance*, 1989, vol. 44, iss. 4, pp. 909–922.
URL: <https://doi.org/10.2307/2328616>
11. Rodriguez R. Default risk, yield spreads, and time to maturity. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1988, vol. 23, iss. 1, pp. 111–117.
URL: <https://doi.org/10.2307/2331028>
12. Eskew H.L. Aircraft Cost Growth and Development Program Length: Some Augustinian Propositions Revisited. *Acquisition Review*, 2000, no. 32, pp. 209–220.
URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA487492
13. Jia Ling Tong, Ji Lian Guo, An Wei Shen. The Effects of Advanced Materials on Aircraft Production Cost. *Advanced Materials Research*, 2013, no. 710, pp. 798–803.
URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.710.798>
14. Гуреш Д., Попов С.А. Повышение топливной эффективности пассажирского самолета за счет минимизации веса неплоской несущей поверхности // Труды МАИ. 2018. № 100.
URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=93356>
15. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Выбор параметров при проектировании. М.: Машиностроение, 1976. 366 с.
16. Samuelson P.A. Theoretical Notes on Trade Problems. *Review of Economics and Statistics*, 1964, vol. 46, iss. 2, pp. 145–154.
URL: <https://doi.org/10.2307/1928178>
17. Rogoff K. The Purchasing Power Parity Puzzle. *Revue of Economic Literature*, 1996, vol. 34, iss. 2, pp. 647–668.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2729217>
18. Froot K.A., Thaler R.H. Anomalies: Foreign Exchange. *Journal of Economic Perspectives*, 1990, vol. 4, iss. 3, pp. 179–192.
URL: <https://doi.org/10.1257/jep.4.3.179>
19. Гуревич Е., Соколов В., Улюкаев А. Оценка вклада эффекта Балассы – Самуэльсона в динамику реального обменного курса рубля // Вопросы экономики. 2008. № 7. С. 12–30.
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2008-7-12-30>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Evaluation of Investment Projects

ECONOMETRIC ESTIMATION OF THE COST OF IMPLEMENTING THE SCIENCE-INTENSIVE PROJECTS BASED ON EFFICIENT MARKETS DATA

Evgenii N. LUKASH ^{a,*},

Aleksandr S. MAL'TSEV ^b

^a Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation
elukash@mail.ru
ORCID: not available

^b JSC State Specialized Design Institute (JSC GSPI),
Moscow, Russian Federation
aleksander.maltsev@mail.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 1/2023
Received 9 January 2023
Received in revised form
19 January 2023
Accepted 2 Feb 2023
Available online
28 February 2023

JEL classification: C65,
D60, E22, G17, K34

Keywords: Research,
Development, Test &
Evaluation (RDT&E),
econometric modeling,
Balassa–Samuelson effect,
yield to maturity, country
risk

Abstract

Subject. The article investigates cost drivers of research and development, analyzes key indicators of R&D costs characterizing the technical and operational perfection of science-intensive products, using the case of civilian and multipurpose helicopters.

Objectives. The aim is to develop an econometric model of dependence of R&D costs on basic performance specifications of the helicopter to decide whether R&D should be undertaken.

Methods. The study rests on the theory of fundamental value of assets, econometric methods of data analysis, the time value of money, and also on the theory of purchasing power parity, and unbiased expectations theory of interest rates.

Results. The paper unveils the main sources of R&D cost growth for new-generation products in the science-intensive industries. Based on the econometric analysis, we highlight the main determinants of R&D costs, i.e. flight and technical characteristics of the helicopter, which determine the operational efficiency of design and technological decisions taken. We constructed a model to obtain the predictive estimate of R&D cost for Russian helicopters costs.

Conclusions. The statistics on R&D costs of Russian civil helicopters does not sufficiently reflect their fair (market) value. Efficient markets are sources of more objective data on R&D costs of science-intensive products. When modeling the market value of R&D for Russian helicopters, it is advisable to rely on the Western markets data, with recalculation of development costs according to the economic conditions of the Russian aviation market. The analog method enables to quickly obtain a preliminary estimate of R&D costs.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Lukash E.N., Mal'tsev A.S. Econometric Estimation of the Cost of Implementing the Science-Intensive Projects Based on Efficient Markets Data. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2023, vol. 22, iss. 2, pp. 291–315.
<https://doi.org/10.24891/ea.22.2.291>

References

1. Boginskii A.I., Chursin A.A. [Model of cost estimation for the implementation of R & D to create a new helicopter equipment]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* = *Economics and Management: Problems, Solutions*, 2019, vol. 11, iss. 2, pp. 134–140. (In Russ.)
2. Il'ina I.E. [Approaches to assessing the efficiency of public investment in research and development sector]. *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie* = *Science. Innovation. Education*, 2016, vol. 11, iss. 3, pp. 104–122.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k-otsenke-effektivnosti-gosudarstvennyh-investitsiy-v-sektor-issledovaniy-i-razrabotok?ysclid=ldppszejoe407202691> (In Russ.)
3. Kuznetsov A.G., Chaika N.K., Surkova E.V., Ermolaeva E.N. [The cost of R&D and serial production of aircraft in assessing the economic efficiency of aircraft application]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* = *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2018, vol. 10, iss. 99, pp. 814–817. (In Russ.)
4. Lomakin M.I., Strekha P.A. [Comparative analysis of models for forecasting investment attractiveness of research and development activities in the modern stage of development]. *Transportnoe delo Rossii* = *Transport Business in Russia*, 2013, no. 5, pp. 259–263.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-modeley-prognozirovaniya-investitsionnoy-privlekatelnosti-niokr-na-sovremennom-etape?ysclid=ldpq5i9xzj456653417> (In Russ.)
5. Minasyan V.B. [Risk Assessment Models of the Companies Implementing R&D Projects]. *Finansy: teoriya i praktika* = *Finance: Theory and Practice*, 2019, vol. 23, iss. 1, pp. 133–146. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-1-133-146>
6. Markish J., Willcox K. Value-Based Multidisciplinary Techniques for Commercial Aircraft System Design. *AIAA Journal*, 2003, vol. 41, iss. 10, pp. 2004–2012.
URL: <https://doi.org/10.2514/2.1890>
7. Gorelov B.A., Gyazova M.M. [The formation of the cost model in the early stages of the life cycle of aircraft]. *Rossiiskii ekonomicheskii internet-zhurnal*, 2019, no. 4. (In Russ.)
URL: https://www.e-rej.ru/Articles/2019/Gorelov_Gyazova.pdf
8. Mal'tsev A.S. [Econometric modeling of cost per flying hour of civil helicopters]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika* = *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 11, pp. 2168–2186. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.20.11.2168>

9. Vilenskii P.L., Livshchits V.N., Smolyak S.A. *Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov* [Evaluation of the effectiveness of investment projects]. Moscow, Delo Publ., 2001, 832 p.
10. Altman E. Measuring corporate bond mortality and performance. *The Journal of Finance*, 1989, vol. 44, iss. 4, pp. 909–922.
URL: <https://doi.org/10.2307/2328616>
11. Rodriguez R. Default risk, yield spreads, and time to maturity. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1988, vol. 23, iss. 1, pp. 111–117.
URL: <https://doi.org/10.2307/2331028>
12. Eskew H.L. Aircraft Cost Growth and Development Program Length: Some Augustinian Propositions Revisited. *Acquisition Review*, 2000, no. 32, pp. 209–220.
URL: https://archive.org/details/DTIC_ADA487492
13. Jia Ling Tong, Ji Lian Guo, An Wei Shen. The Effects of Advanced Materials on Aircraft Production Cost. *Advanced Materials Research*, 2013, no. 710, pp. 798–803.
URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.710.798>
14. Gueraiche D., Popov S.A. [Improving the fuel efficiency of a transport aircraft by minimizing the weight of its non-planar lifting surface]. *Trudy MAI*, 2018, no. 100. (In Russ.) URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=93356>
15. Tishchenko M.N., Nekrasov A.V., Radin A.S. *Vybor parametrov pri proektirovanii* [The choice of parameters in the design]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1976, 366 p.
16. Samuelson P.A. Theoretical Notes on Trade Problems. *Review of Economics and Statistics*, 1964, vol. 46, iss. 2, pp. 145–154.
URL: <https://doi.org/10.2307/1928178>
17. Rogoff K. The Purchasing Power Parity Puzzle. *Revue of Economic Literature*, 1996, vol. 34, iss. 2, pp. 647–668.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2729217>
18. Froot K.A., Thaler R.H. Anomalies: Foreign Exchange. *Journal of Economic Perspectives*, 1990, vol. 4, iss. 3, pp. 179–192.
URL: <https://doi.org/10.1257/jep.4.3.179>
19. Gurevich E., Sokolov V., Ulyukaev A. [The Impact of the Balassa-Samuelson Effect on the Real Ruble Exchange Rate: The Assessment]. *Voprosy Ekonomiki*, 2008, no. 7, pp. 12–30. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2008-7-12-30>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.