

# Подходы к созданию методики определения экономической эффективности поисковых и фундаментальных работ, находящихся на заключительной стадии исследования

Approaches to creating a methodology for determining the economic efficiency of search and fundamental works at the final stage of research

doi 10.26310/2071-3010.2020.258.4.004



**Е. В. Ситников,**

к. э. н., доцент, кафедра менеджмента и маркетинга, РХТУ им. Д. И. Менделеева

✉ e.sitn@yandex.ru

**E. V. Sitnikov,**

PhD, associate professor, department of management and marketing, RCTU n. a. D. I. Mendeleev

В статье рассматривается необходимость и возможность оценки экономической эффективности на заключительных стадиях поисковых и фундаментальных работ в области разработки технологий нового мирового уклада. Для использования нового знания и новых принципов в различных сферах деятельности предлагается оценить критерии технической и технологической эффективности новой разработки и другие показатели, необходимые для расчета ее экономической эффективности, и на этой основе определить вклад и последующее вознаграждение всех участников реализации интегрального инновационно-инвестиционного проекта.

The article considers the necessity and possibility of evaluating economic efficiency at the final stages of prospecting and fundamental work in the field of developing technologies for a new world order. To use the new knowledge and new principles in various fields of activity, it is proposed to evaluate the criteria for technical and technological efficiency of the new development and other indicators necessary for calculating its economic efficiency and on this basis to determine the contribution and subsequent remuneration of all participants in the implementation of the integral innovation and investment project.

**Ключевые слова:** критерии технической и технологической эффективности, методика и пакеты программ по определению эффективности НИОКР, вознаграждение из прибыли с учетом вклада в полученный результат всем участникам инновационно-инвестиционного проекта.

**Keywords:** criteria of technical and technological efficiency, methodology and software packages for determining R&D effectiveness, remuneration from profit, taking into account the contribution to the result to all participants of the innovation and investment project.

## Актуальность работы

Общеизвестно, что фундаментальные и поисковые исследования — это теоретические или экспериментальные исследования, направленные на получение новых знаний [1]. Их результатом могут быть теории, гипотезы, методы, научный опыт, отчеты, все виды публикаций, научно-техническая документация, оборудование, технологии, новые виды продуктов и т. д. Они порождают новые идеи, принципы и теории, которые в будущем могут быть преобразованы в реальные результаты интеллектуальной деятельности, стать основой современного прогресса и развития в различных областях [2].

В настоящее время результаты поисковых и фундаментальных работ (ПФР) оцениваются с помощью следующих основных качественных критериев:

- возможности применения результатов в различных отраслях;
- новизна в результатах работ, дающих импульс для дальнейших академических исследований и разработок технологий;
- вклад в обороноспособность страны;
- приоритет отечественной науки;
- международное признание научных работ;
- наличие фундаментальных монографий;
- цитируемость работ и т. д. [3].

В числе основных критериев подобной оценки отсутствуют показатели экономической эффективности, а ведь она является одним из главных побудительных факторов применения полученных научных результатов в различных сферах деятельности. Заказчики и инвесторы этих работ на последующих этапах (разработка, испытания, масштабирование на опытных и опытно-промышленных установках и при принятии решения о создании промышленного производства) будут ориентироваться не только на новизну, показатели технической, технологической эффективности и другие подобные неэкономические критерии, но и на потенциально возможную и реально достигаемую экономическую эффективность. Кроме того, расчеты экономической эффективности новых процессов, технологий производства новых материалов позволяют объективно оценить вклад всех участников в их создание и стимулировать совместную деятельность по реализации нового знания.

Это становится актуальным в настоящее время в связи жесткой конкурентной борьбой на мировой арене за новые знания, обеспечивающие технологический рынок в обороноспособности и конкурентоспособности ведущих отраслей, а также необходимостью обеспечения темпов экономического роста в РФ выше мировых за счет технологических нововведений в условиях ухудшения конъюнктуры мирового рынка.

Практически во всех прогнозах и гипотезах будущего развития, становления новых мировых укладов, мощным фактором успеха являются технологические инновации [4-6]. В числе развивающихся технологий отмечаются биотехнологии, геновая инженерия, альтернативная энергетика, нанотехнологии, аддитивные, когнитивные, зеленые и социальные технологии, их комбинации для обеспечения необходимого экономического результата. Этот перечень будет расширяться, но при этом необходимо учитывать, что технологии будут менять людей их разрабатывающих, внедряющих, обслуживающих, следовательно, будут изменяться и производственные отношения.

Для одних научных организаций главное генерация знаний, для других — это создание технологий, для третьих — участие в строительстве и эксплуатации крупных установок. Поэтому рассматриваются возможности использования разрабатываемой методики не для всех ПФР, а только так называемых ориентированных исследований, направленных на решение конкретных проблем, связанных с практическими приложениями в определенном классе явлений, процессов и объектов — новых технологий. Тем более, что исследования по ним ведутся несколько лет. Сформулирована поставленная проблема, отработаны ряд гипотез и альтернативных направлений действий, выделены ключевые переменные и взаимосвязи для дальнейшего изучения. Проведенные результаты работ подтверждают новизну и конкурентоспособность, по отдельным узлам технологического процесса определены материальный и тепловой балансы, начаты расчеты и подбор оборудования реакционного и других узлов, где используются новые знания и принципы. То есть начинается проработка возможности применения результатов для создания новых технологий и образцов техники в отдельных отраслях.

Вместе с тем отсутствие тесной связи науки и производства с разрывом цепочки «исследование — получение научного знания — реализация его в производстве», а также неудовлетворительным обеспечением необходимыми ресурсами, недостатком полномочий для реализации инновационных планов и программ, слабостью мониторинга и контроля за их выполнением является одним существенных недостатков при переходе к инновационной экономике. Каждая из сфер «наука» и «производство» выживает самостоятельно. Основная задача при этом наладить экономически взаимовыгодное сотрудничество между разработчиками технологий и эксплуатационниками.

В системе институтов РАН и технических вузов РФ отсутствует официально признанная методика определения экономической эффективности ПФР, что затрудняет оценку и выбор в дальнейшем наиболее перспективных работ, которые осуществляются на основе сравнительного анализа или экспертным путем по технологическим или техническим показателям эффективности, полученным в лабораторных разработках или испытаниях без достаточного, на взгляд автора, учета возможной экономической, а также экологической и социальной их эффективности. Наличие методических рекомендаций и экономической оценки по ним может повысить эффективность экспертных

заключений. Кроме того, экономическая оценка фундаментальных и поисковых работ на заключительных этапах разработки техники и технологии позволяет:

- быстрее и более обоснованно определять дальнейшие наиболее перспективные направления работ на стадии прикладных исследований и разработок;
- сэкономить время и средства для создания более эффективных и конкурентоспособных технологий, производств и видов продукции;
- принимать решения о государственной поддержке высокоэффективных работ и продолжении финансирования работ заказчиком и инвестором;
- подготавливать заключения по экономическим разделам при проведении государственной, отраслевой и других видов экспертиз;
- оценивать финансовую реализуемость разработок и эффективность участия в проектах хозяйствующих субъектов;
- опередить конкурентов на определенном сегменте рынка;
- создавать при дальнейших совместных исследованиях и экономически эффективной эксплуатации разработки возможность определения степени участия и получения достойного вознаграждения ученым и другим участникам инновационно-инвестиционных проектов.

Учитывая переход к инновационной экономике, а также возрастающее значение фундаментальных НИР в национальных проектах и их влияние на дальнейшее повышение обороноспособности и конкурентоспособности предприятий и отраслей, на первый план выходит необходимость разработки такой методики с использованием официально действующих методических рекомендаций, которая позволила бы давать экономическую оценку ПФР в новейших областях науки и техники.

#### **Общая схема оценки экономической эффективности ПФР с использованием действующих методических рекомендаций**

В настоящее время к числу официально действующих методических рекомендаций по оценке инвестиционных проектов относятся первая и вторая редакции Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования [7, 8]. Выбор этих методик обусловлен тем обстоятельством, что результаты фундаментальных исследований в дальнейшем будут применены в ряде прикладных разработок и при реализации инвестиционных проектов. При этом будут использованы действующие методики и рекомендации, более поздние их издания, зарубежные или отечественные, прошедшие международную сертификацию, программные пакеты расчета эффективности. Поэтому с методологической точки зрения разработку методики оценки эффективности ПФР следует увязать с методиками оценок в реальной экономике. Это также будет способствовать укреплению и тесной связи вузовской и фундаментальной науки с производством. При этом целесообразно осуществить единство методологического подхода для

всех видов исследований на всех этапах выполнения работ.

Поскольку оценка эффективности инвестиционных проектов и их отбор для финансирования осуществляется на основе завершенных НИОКР, то экономическая оценка ПФР должна предшествовать оценке эффективности инвестиционных проектов.

Перед проведением оценки эффективности ПФР экспертным путем определяется общественная значимость исследований по развитию биотехнологии, генной инженерии, альтернативной энергетики, нанотехнологии, аддитивным, когнитивным, зеленым и социальным технологиям, их комбинации и других крупных народнохозяйственных исследовательских работ, выполняемых по национальным проектам, программам развития отраслей и регионов.

Далее предлагается порядок оценки экономической эффективности.

#### **Определение показателей потенциальной экономической эффективности поисковых и фундаментальных работ (ПФР)**

Это будет новый раздел методических рекомендаций, в котором исходя из выявленных кинетических, термодинамических и других закономерностей оценивается потенциальная эффективность разработки. Этот этап необходим для представления результатов работ заказчику и/или инвестору и принятия решений о целесообразности дальнейшей разработки. Проводимые ПФР являются лишь основой для будущих прикладных исследований, имеющих практическое значение, где на следующих этапах будет подтверждена (уточнена или опровергнута) потенциальная эффективность и определена реальная экономическая эффективность с учетом социальных и экологических факторов. Тогда и появится возможность оценить вклад каждого участника инновационно-инвестиционного процесса в экономический результат.

При этом уточняемые методические рекомендации, также как и ранее принятые, не ставят перед собой цели описать конкретные алгоритмы оценки потенциальной экономической эффективности во всех случаях, которые могут встретиться на практике. В рамках статьи освещены общие методы оценки, которые могут быть конкретизированы в отраслевых инструкциях и применены для решения конкретных задач каждого инновационно-инвестиционного проекта.

Как известно, в основе будущего мирового уклада лежат новые физико-химические, био-, нанотехнологические и другие базовые закономерности и принципы различных направлений фундаментальной науки. Именно новый принцип, открытие нового научного явления, закономерностей его проявления являются базой последующих революционных изменений во всех сферах жизни, которые несут одновременно прогрессивные, а также, по законам диалектики, — некоторые негативные моменты при неразумном применении полученных знаний.

Понятно, что исследовать новое явление и принципы нужно всесторонне с академических позиций, но

в современных условиях особенно важным является понимание возможности и реальности его научно-технологического, практического использования с более высокой эффективностью.

На стадии ПФР прежде чем оценивать потенциальную экономическую эффективность, необходимо определить технологические и/или технические критерии и показатели, которые наиболее полно отражают химическую, или физико-химическую сущность явлений, которые будут происходить в отдельных аппаратах технологической схемы и прежде всего в реакционном узле или месте использования новых принципов будущей технологии.

В химических производствах в качестве таких показателей принято, прежде всего, использовать степень превращения исходного реагента (конверсия), выход продукта, селективность, производительность или мощность, интенсивность, расходные коэффициенты. Уже из этого перечня критериев видно, что технологическая эффективность химического процесса складывается из нескольких факторов, каждый из которых вносит свой вклад в производительность процесса. Конверсия показывает долю исходного реагента, использованного на химическую реакцию. Выход продукта — отношение реально полученного продукта к максимально возможному, селективность позволяет оценить эффективность целевой по сравнению с побочными реакциями, работу реакторного узла и катализатора. Производительность — количество выработанного продукта в единицу времени, интенсивность — количество продукта, получаемого в единицу времени с единицы объема или с единицы сечения аппарата. Расходные коэффициенты показывают количество сырья или энергии каждого вида, затрачиваемые на производство единицы продукции. Практически аналогичные критерии и показатели технологической эффективности используются в биотехнологии при создании необходимых физико-химических условий ферментации (скорость роста продуцента и количество продукта, получаемого на единицу объема реактора, выход продукта, удельные сырьевые и энергетические затраты и пр.).

При разработке химико-физических технологических процессов с использованием вышеупомянутых показателей производятся расчеты материального и энергетического балансов, основанные соответственно на законах сохранения массы и энергии стехиометрических соотношений, определяются расходные показатели топлива и энергии, характеристики аппаратов и капитальные вложения. Особым показателем является качество продукции в соответствии с принятыми и новыми стандартами.

Главное внимание на стадии поиска обращается на реакционный узел, такие показатели, как степень конверсии, селективность и объем реактора, а также определение переменных расходов себестоимости продукции по нему, аппаратное оформление стадий процесса, связанных с элементами новизны в реакторном узле.

Все вышеуказанные критерии оказывают значительное влияние на капитальные затраты, себестоимость продукции и мощность (производительность

труда), то есть основные показатели, которые определяют экономическую эффективность будущего производства.

На заключительных этапах ПФР все эти показатели можно определить, так как уже осуществлены:

- сравнительная оценка эффективности возможных и выбор оптимальных направлений исследований;
- подбор рецептуры сырья, материалов, видов используемых энергоресурсов;
- работы по определению основных технических характеристик технологии и применяемого оборудования;
- поставки конструкционных материалов, покрытий, экспериментальных образцов техники потребителям;
- лабораторные испытания экспериментальных и базовых образцов материалов и техники, их испытания у потребителей;
- моделирование структур и свойств получаемых материалов, математическое и компьютерное моделирование процессов;
- разработки технических регламентов на производство материалов и технических заданий на разработку регламентов технологических процессов;
- наилучшие доступные технические решения в области экологии;
- конструкторские и проектные работы по лабораторным, пилотным установкам, и в некоторых случаях даже опытно-промышленным производствам (масштабирование в большинстве случаев осуществляется позже);
- ориентировочные расчеты коммерциализации результатов разработок, обеспечивающих выпуск новейших материалов образцов техники, частичное или полное их импортозамещение.

Ряд показателей в вышеперечисленных работах в будущем будет уточняться, корректироваться, впереди предстоит оптимизация всего процесса или отдельных стадий, которая осуществляется на последующих стадиях: разработки технологии и проектной документации. Но контуры нового знания и технических решений на его основе уже очерчены.

В других отраслях могут использоваться не химические или физико-химические принципы и другой набор технических и технологических критериев, но во всех случаях важно определить их влияние на мощность производства, капитальные затраты и наиболее существенные показатели себестоимости продукции. На основе полученных данных по результатам проведенных ПФР по используемым программным пакетам проводятся расчеты и формируется технико-экономическая модель будущего производства, с помощью которой может:

- оцениваться потенциальная и реальная экономическая эффективность при различных условиях и риски создания производства;
- оптимизироваться режим работы в отдельных узлах и в технологической схеме в целом;
- определяться значения результирующих показателей: чистого дисконтированного дохода (ЧДД) или интегрального эффекта (NPV), индекса до-

ходности (PI), внутренней нормы доходности (IRR), срока окупаемости, дисконтированного срока окупаемости и другие показатели, характеризующие эффективность и финансовую реализуемость инвестиционного проекта с использованием результатов ПФР.

На последующих этапах в соответствии с редакцией действующих методических рекомендаций определяется эффективность инвестиционного проекта для возможных участников и хозяйствующих субъектов, а также при необходимости для принятия решений о государственной поддержке.

Официально утвержденные и действующие в настоящее время методические рекомендации и пакеты программ расчета экономической эффективности в прикладных исследованиях базируются на денежном потоке в операционной, инвестиционной и финансовой деятельности (коммерческая эффективность), доходах и расходах соответствующего бюджета (бюджетная эффективность), соотношения затрат и результатов (экономическая эффективность инвестиционных проектов). Важно понимание, на основе какой эффективности (бюджетной, коммерческой или действующей экономической эффективности в хозяйственной системе) будет осуществляться совместимость разработкиваемой методики. Для целей оценки эффективности технологий и получаемых на их основе новых материалов, а также проектов целесообразнее использовать пакеты программ и показатели коммерческой эффективности [9, 10].

Следует также учитывать возрастающее значение экологических и социальных последствий реализации научно-технологических достижений, которые, к сожалению, в значительном количестве случаев не находят квалифицированной оценки эффективности и не поддаются стоимостной оценке затрат. В первую очередь к ним относятся: изменение численности персонала, занятого вредными видами труда, а также требующими существенного повышения квалификации работника, изменение окружающей среды и улучшение здоровья персонала. Оценка эффективности и затрат по этим факторам может осуществляться экспертным путем.

### Организация и стимулирование работ

При использовании данного подхода ученый будет заинтересован в более раннем подключении к совместной работе представителей инжиниринговых и проектных компаний (в том числе и зарубежных) или специалистов этого профиля в институте, а также получения части дохода от выявленной экономической эффективности при эксплуатации технологии.

После проведения фундаментальных или поисковых исследований это облегчит поиск заказчика и/или инвестора разрабатываемой технологии (если он не определен на стадии проведения исследований), ее продажу или проведение следующего этапа работы совместно с инжиниринговыми или проектными компаниями для разработки проектной документации и заказа оборудования. В случае подтверждения по-

тенциальной экономической эффективности технологии по результатам проектирования и эксплуатации исследователь и разработчик могут рассчитывать на долю в получаемой прибыли, в соответствии с заключенным с заказчиком и/или инвестором контрактом.

Другим важным обстоятельством для исследователя-разработчика будет возможность использовать новые знания и принципы не для одного объекта в одной отрасли, а многократного тиражирования с небольшими модификациями полученного в результате исследования результата для различных отраслей, предприятий и объектов.

При предлагаемом подходе сохраняется возможность дополнительного стимулирования государством ученых, исследователей-разработчиков и эксплуатационников в зависимости от экономической эффективности применения новых материалов, технологий и объектов техники.

Риски исследования и разработки присутствуют, но на стадии формирования технико-экономической модели объекта или технологии они могут быть оценены и учтены при принятии решения о реализации.

Важным фактором снижения рисков может послужить новая организация проведения работ, которая может быть осуществлена в рамках реализации интегрированных инновационно-инвестиционных проектов.

## Заключение

1. Фундаментальные научные работы являются основой разработки новых видов продукции, технических решений и технологий, которые формируют материально-техническую базу будущего развития страны, повышения уровня и качества жизни.
2. Ускорение коммерциализации научных разработок, находящихся на заключительной стадии исследования, зависит от успешной совместной работы всех участников инновационного процесса, наличия специалистов, владеющих междисциплинарными знаниями в области фундаментальных, прикладных исследований, инжиниринга, внедрения и эксплуатации сложных технических объектов.
3. Предлагаемое совершенствование организации работ в полном инновационном цикле «исследование–получение научного знания–реализация в производстве» может существенно ускорить внедрение нововведений.
4. Разработка методики определения потенциальной экономической эффективности НИОКР, базирующейся на широко используемых в настоящее время методологических подходах оценки эффективности инвестиционных проектов, позволит дополнительно стимулировать всех основных участников коммерциализации инновационно-инвестиционных проектов в зависимости от полученного экономического эффекта.

## Список использованных источников

1. <https://www.Otherreferats.allbest.ru>.
2. <https://www.Dicacademic.ru>.
3. Оценка эффективности научных исследований. <https://www.poisk-ru.ru>.
4. В. В. Иванов, Г. Г. Малинецкий. Большие вызовы XXI века//Иновации». № 2 (256). 2020. С. 3-13.
5. С. Д. Бодрунов. Общая теория ноономики. Москва–Санкт-Петербург–Лондон, 2019. 502 с.
6. Б. В. Дроздов. Направления развития некоторых индустрий в рамках новой индустриализации России//Ежегодник «Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество». Вып. 1. Ч. 1. М.: РАН, 2018. С. 406-412.
7. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. 1-я ред. (на основе методики ЮНИДО с рассмотрением программных пакетов, используемых при оценке инвестиционных проектов). М., 1994.
8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. 2-я ред. М., 1999.
9. А. М. Марголин. Экономическая оценка инвестиционных проектов. М.: Экономика, 2018. 334 с.
10. А. В. Путилов, Ю. В. Черняховская. Коммерциализация технологий и промышленные инновации. М.: НИЯУ МИФИ, 2014. 388 с.

## References

1. <https://www.Otherreferats.allbest.ru>.
2. <https://www.Dicacademic.ru>.
3. Assessment of the effectiveness of scientific research. <https://www.poisk-ru.ru>.
4. V. V. Ivanov, G. G. Malinetskiy. Great challenges of the 21st century//Innovation. № 2 (256). 2020. P. 3-13.
5. S. D. Bodrunov. General Theory of Noonomy, Moscow–St. Petersburg–London, 2019. 502 p.
6. B. V. Drozdov. Directions for the development of certain industries in the framework of the new industrialization of Russia Yearbook «Greater Eurasia: Development, Security, Cooperation». Issue 1. Part 1. M.: RAS, 2018. P. 406-412.
7. Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects and their selection for financing. First edition (based on the UNIDO methodology with consideration of software packages used in evaluating investment projects). M., 1994.
8. Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects and their selection for financing. Second edition. M., 1999.
9. A. M. Margolin. Economic appraisal of investment projects. M.: Economics, 2018. 334 p.
10. A. V. Putilov, Yu. V. Chernyakhovskaya. Technology Commercialization and Industrial Innovation. M.: NRNU MEPhI, 2014. 388 p.