

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**Н.А. Иванова, О.Л. Соколова**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, email: ivanovanat207301@mail.ru

Аннотация. Оценка эффективности инноваций в машиностроении представляет собой комплексную задачу, требующую многофакторного анализа и применения специализированных методик. Актуальность данной проблемы обусловлена высокой капиталоемкостью инновационных проектов в отрасли, длительными сроками их окупаемости и необходимостью интеграции новых технологий в традиционные производственные процессы. В современной практике применяются различные подходы к оценке эффективности инноваций, включая традиционные финансовые методы, такие как расчет чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и срока окупаемости. Целью статьи является разработка интегральных показателей, сочетающих количественные и качественные методы оценки. Такие показатели позволяют комплексно оценивать эффективность инноваций с учетом технических, экономических, социальных и экологических аспектов. Авторы приходят к выводу, что результаты оценки эффективности инноваций служат основой для принятия стратегических решений в области технологического развития, определения приоритетов инвестирования и разработки программ модернизации производственных процессов в машиностроении.

Ключевые слова: эффективность инновация, дисконтированные денежные потоки, возврат на инвестиции, мультипликационный анализ, чистая приведенная стоимость, срок окупаемости.

RESEARCH OF METHODS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INNOVATIONS IN THE FIELD OF SHIPBUILDING: A THEORETICAL ASPECT**N.A. Ivanova, O.L. Sokolova**

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint Petersburg, email: ivanovanat207301@mail.ru

Abstract. Evaluating the effectiveness of innovations in mechanical engineering is a complex task that requires multifactorial analysis and the use of specialized techniques. The urgency of this problem is due to the high capital intensity of innovative projects in the industry, the long payback periods and the need to integrate new technologies into traditional production processes. In modern practice, various approaches are used to evaluate the effectiveness of innovations, including traditional financial methods such as calculating net discounted income, internal rate of return and payback period. The purpose of the article is to develop integral indicators that combine quantitative and qualitative assessment methods. Such indicators make it possible to comprehensively assess the effectiveness of innovations, taking into account technical, economic, social and environmental aspects. The authors conclude that the results of evaluating the effectiveness of innovations serve as the basis for making strategic decisions in the field of technological development, determining investment priorities, and developing programs to modernize production processes in mechanical engineering.

Keywords: efficiency, innovation, discounted cash flows, return on investment, multiplication analysis, net present value, payback period.

Дата поступления статьи в редакцию: 23.08.2025

Дата принятия статьи в печать: 22.09.2025

Введение

Оценка эффективности инноваций в машиностроении представляет собой комплексную задачу, требующую многофакторного подхода. Это связано с капиталоемкостью отрасли, длительностью жизненного цикла продукции (кораблей и судов), высокими рисками и стратегической важностью результатов. В отличие от многих других отраслей, здесь недостаточно оценить лишь коммерческую отдачу; необходимо учитывать технологическую, операционную, экологическую и оборонную составляющие. Внедрение инновационных технологий в любую отрасль позволяет не только снижать себестоимость

строительства судов, но и обеспечивать соответствие международным требованиям в части энергоэффективности, выбросов парниковых газов и эксплуатационной надёжности. На фоне глобального тренда на декарбонизацию морского транспорта и жёсткой конкуренции со стороны зарубежных судостроительных центров, применение современных технологических решений становится критическим фактором устойчивого развития предприятий отрасли. Особенно значимым этот аспект становится для высокотехнологичных производственных компаний, реализующих комплексные проекты оснащения и переоборудования судов.

Объекты и методы исследования

Методологической основой исследования служит системный подход, обеспечивающий комплексный анализ факторов, влияющих на эффективность инновационной деятельности в судостроении. В качестве методов исследования использованы: сравнительный анализ, экономико-статистическое моделирование, расчетные методы оценки эффективности инвестиций (NPV, IRR), метод экспертных оценок, а также нормативные подходы к энергоаудиту судов и моделированию жизненного цикла инновационных решений.

Внедрение инновационных технологий в промышленность связано с необходимостью принятия управленческих решений в условиях высокой степени неопределённости, значительных начальных инвестиций и длительного горизонта окупаемости. В таких условиях особенно важно провести всестороннюю и достоверную оценку эффективности предлагаемых решений, чтобы обосновать целесообразность их внедрения, минимизировать риски и обеспечить достижение запланированных результатов. Практика управления инновационными проектами показывает, что единичный подход, ориентированный только на финансовые показатели, не способен охватить весь спектр последствий внедрения новой технологии. В связи с этим оценка эффективности инноваций должна носить комплексный характер и учитывать не только прямой экономический эффект, но и побочные, отложенные и мультидисциплинарные воздействия, в том числе технические, экологические, ресурсные и социальные.

Результаты исследования

Ключевой принцип оценки заключается в необходимости сравнивать инновационный проект с базовым сценарием (например, с существующей технологией или классом кораблей). Основные методики можно условно разделить на несколько взаимосвязанных групп [1].

1. Финансово-экономические методики лежат в основе любого обоснования инвестиций. Они фокусируются на прямых денежных потоках и отвечают на вопрос о коммерческой целесообразности проекта.

Анализ дисконтированных денежных потоков (DCF): Это cornerstone метод. Расчет показателей Чистой приведенной стоимости (NPV) показывает абсолютную величину эффекта от инновации за весь жизненный цикл, учитывая стоимость капитала. Индекс рентабельности (PI) демонстрирует относительную эффективность инвестиций. Внутренняя норма доходности (IRR) позволяет определить пороговую ставку дисконтирования, при которой проект break-even. Сложность в машиностроении — точное прогнозирование доходов (для гражданских судов) и затрат на эксплуатацию, техническое обслуживание и утилизацию на протяжении 25–30 лет.

Анализ удельных затрат: Часто используется для оценки технологических инноваций (например, новая сварочная техника, аддитивные технологии). Рассчитывается стоимость единицы продукции (например, стоимость изготовления одной секции корпуса) до и после внедрения инновации. Позволяет оценить влияние на себестоимость производства.

2. Стоимостно-функциональные методики направлены на оптимизацию соотношения между затратами и полезностью объекта. Наиболее показателен Анализ стоимости жизненного цикла (LCCA — Life Cycle Cost Analysis). Эта методология является отраслевым стандартом, особенно в военном машиностроении. LCCA рассматривает все затраты, связанные с кораблем, от проектирования и постройки до эксплуатации, обслуживания, модернизации и утилизации. Эффективность инновации (например, новой энергетической установки, системы антиобрастания краски) оценивается через ее способность снижать совокупные затраты на всем жизненном цикле, даже если первоначальные инвестиции выше. Например, более дорогая, но эффективная газовая турбина может значительно сократить затраты на топливо за 30 лет службы эсминца.

3. Многокритериальные методы принятия решений применяются, когда инновация имеет не только экономические, но и стратегические, эксплуатационные или технологические последствия, которые сложно оценить в денежной форме.

Взвешенный scoring model: Создается система критериев, по которым оценивается инновация. Критерии включают: технологическую готовность (TRL), влияние на ТТХ корабля (скорость, автономность, живучесть), риски реализации, экологический эффект (снижение выбросов, уровень шума), импорто-независимость. Каждому критерию присваивается вес в соответствии с его важностью. Эксперты дают оценку проекту по каждому критерию, и выводится интегральный показатель эффективности.

Метод анализа иерархий (МАИ) [2]: Более сложный структурированный метод для принятия решений в условиях множества альтернатив и критериев. Позволяет парными сравнениями определить значимость каждого критерия (стоимость vs. надежность vs. боевая эффективность) и каждой инновационной альтернативы относительно друг друга.

4. Экспертные и качественные методики незаменимы на ранних стадиях, когда количественные данные недостаточны или ненадежны. Эффективность определяется через заключения ведущих специалистов и ученых в области гидродинамики, прочности, корабельных систем. Проводятся научно-технические экспертизы, деловые игры и моделирование сценариев применения инновационного решения. Это позволяет выявить потенциальные преимущества и "узкие места", которые затем формализуются в количественных моделях.

5. Оценка через повышение операционной эффективности (для военных кораблей). Здесь эффективность инновации измеряется не в деньгах, а в приросте боевых возможностей группировки. Используется моделирование и военные игры. Например, внедрение инновационной системы ПВО оценивается по повышению вероятности отражения атаки, что позволяет сократить необходимое количество кораблей в ордере для решения той же задачи. Это так называемый "эффект мультипликатора".

Методологическая база оценки инновационных проектов складывалась в течение последних десятилетий с учётом опыта развитых стран и международных организаций. Современные методики основаны на принципах системного анализа, количественного моделирования, жизненного цикла продукта, а также институциональной теории, рассматривающей инновацию как элемент изменения организационной среды. Таким образом, подход к оценке инноваций эволюционировал от узкоэкономического к мультикритериальному, что требует применения различного инструментария, адаптированного под специфику проекта и отрасли.

В первую очередь, важно классифицировать эффекты, возникающие от внедрения инновационной технологии, по их природе и значимости. Это позволяет выбрать адекватные методы анализа и корректно интерпретировать полученные результаты. В научной и проектной практике принято выделять следующие основные виды эффективности инноваций [3]:

1. Экономическая эффективность: определяется соотношением полученных выгод к понесённым затратам. Основные показатели включают чистую приведенную стоимость, внутреннюю норму доходности, индекс рентабельности, срок окупаемости.

2. Техническая эффективность: оценивает улучшения в технических характеристиках продукции или процессов, таких как надёжность, производительность, энергоэффективность и технологичность.

3. Экологическая эффективность: измеряет степень снижения негативного воздействия на окружающую среду, включая уменьшение выбросов вредных веществ, снижение потребления ресурсов и улучшение утилизации отходов.

4. Социальная эффективность: включает улучшение условий труда, повышение квалификации персонала, создание новых рабочих мест и повышение уровня безопасности.

Понимание различий между видами эффективности позволяет обоснованно подбирать методы оценки, адекватные целям анализа и характеру внедряемой технологии. Экономические параметры требуют точных количественных расчётов, тогда как технические, экологические и социальные эффекты зачастую оцениваются с применением экспертных, сравнительных или мультикритериальных подходов. В условиях высокой сложности инновационных решений, особенно в машиностроении, возникает необходимость в использовании комбинированных методик, позволяющих учесть, как финансовую составляющую, так и влияние на жизненный цикл продукции, производственные процессы и нормативные требования.

Для анализа эффективности инновационных проектов применяются следующие методы [4]:

1. Анализ возврата на инвестиции (ROI) один из широко применяемых методов оценки инвестиционной привлекательности проекта. Он рассчитывается как отношение чистой прибыли, полученной в результате внедрения инновации, к объёму инвестиций, необходимых для её реализации. Значение ROI позволяет сравнивать различные проекты по уровню их доходности, а также принимать решения об оптимальном распределении капитала. Однако данный показатель не учитывает фактор времени и риски,

связанные с долгосрочной перспективой, что ограничивает его применимость в условиях высокотехнологичных и многолетних судостроительных проектов.

2. Сбалансированная система показателей была разработана Р. Капланом и Д. Нортон и предполагает многомерный подход к оценке результатов инновационного проекта. Помимо финансовых результатов, в анализ включаются показатели удовлетворённости клиентов, эффективности внутренних процессов (логистика, производственная организация, соблюдение сроков), а также развития персонала и корпоративных компетенций (обучение, цифровизация, внедрение лучших практик). Такой подход особенно актуален в рамках внедрения цифровых платформ проектирования или новых систем энергообеспечения судов, где эффект от инновации проявляется не только в доходах, но и в организационном развитии предприятия.

3. Метод оценки жизненного цикла (LCA) используется для анализа всех этапов функционирования инновационного решения — от проектирования и производства до эксплуатации, обслуживания и утилизации. В машиностроении этот метод применяется, например, для оценки внедрения новых композитных материалов, альтернативных топливных систем (СПГ, водород) и систем энергоменеджмента. Методика позволяет учитывать как прямые (затраты на топливо, обслуживание, ремонт), так и косвенные эффекты (углеродный след, экологические издержки), что делает её востребованной при реализации проектов в соответствии с ESG-повесткой и международными стандартами устойчивого развития.

4. Мультикритериальный анализ применяется в тех случаях, когда есть одновременно несколько факторов, различающихся по шкале измерения — например, экономическая отдача, экологическая нагрузка, социальные риски и степень технологической готовности. В машиностроении МСА особенно полезен при сравнении альтернативных инновационных решений (например, различных типов энергетических установок) на ранних этапах проектирования, до начала капитальных вложений. Метод позволяет формализовать выбор, основываясь на весах, присвоенных каждому критерию, и получить взвешенную оценку общего эффекта.

5. Экспертные оценки представляют собой важный инструмент в условиях недостатка статистических данных или высокой неопределённости (например, при внедрении прорывных технологий, не имеющих аналогов в отечественной практике). Метод основывается на систематизации и агрегации мнений ведущих специалистов отрасли, включая инженерный, экономический и экологический анализ. Несмотря на субъективность, экспертные подходы позволяют выявить потенциальные риски, определить приоритетность инноваций и сформировать предварительные гипотезы для последующей количественной проверки. Они широко применяются в морской промышленности при формировании дорожных карт цифровой трансформации, выбора направлений НИОКР и обосновании включения новых технологий в государственные программы поддержки.

Машиностроение, как высокотехнологичная и капиталоемкая отрасль, требует особого подхода к оценке эффективности внедрения инноваций. Особенности судостроения, такие как длительный жизненный цикл продукции, высокие требования к надёжности и безопасности, а также значительное влияние на окружающую среду, обуславливают необходимость комплексной оценки эффективности инновационных решений.

В машиностроении особое внимание уделяется технической и экологической эффективности. Например, внедрение новых конструкционных материалов или технологий обработки может повысить прочность и снизить массу объектов машиностроения, что приведёт к снижению расхода топлива и выбросов вредных веществ. Для оценки таких эффектов применяются методы LCA и MCA, позволяющие учитывать как технические, так и экологические аспекты.

Экономическая эффективность в машиностроении оценивается с учётом длительного срока службы судов и высокой стоимости проектов. Методы NPV и IRR позволяют учитывать временную стоимость денег и оценивать привлекательность инвестиций в инновации.

Метод NPV (чистая приведённая стоимость) представляет собой базовый инструмент инвестиционного анализа, применяемый для оценки экономической эффективности инновационных проектов. Его суть заключается в определении разности между суммой дисконтированных денежных поступлений от его величины и демонстрирует ожидаемый прирост капитала предприятия при заданной ставке дисконтирования. Кроме того, метод позволяет определить точку безубыточности, то есть тот момент во времени, когда дисконтированные притоки сравниваются с изначальными затратами.

Преимущества применения NPV в контексте оценки инновационных проектов заключаются в следующем. Во-первых, он учитывает фактор времени, отражая реальную ценность будущих денежных потоков, что особенно важно для капиталоемких и длительных по реализации проектов, характерных для судостроения. Во-вторых, метод позволяет напрямую оценивать инвестиционную привлекательность

различных проектов, изменений макроэкономических параметров (ставка дисконтирования, инфляция, риски). В-третьих, NPV выражает прирост стоимости в абсолютных показателях, что облегчает стратегическое сравнение и приоритизацию инициатив.

Однако, при всех достоинствах у метода имеются и ограничения. Одним из основных недостатков является высокая чувствительность результатов к выбору ставки дисконтирования, которая в инновационных проектах часто является предметом экспертной оценки и может быть неопределённой. Кроме того, метод NPV предполагает наличие достоверного прогноза будущих денежных потоков, что далеко не всегда возможно при внедрении новых, не апробированных технологий. Он также не учитывает нестабильность внешней среды и может игнорировать немонетарные эффекты, такие как экологические или социальные последствия инновации. В условиях высокой неопределённости и отсутствия полной информации предпочтительно комбинировать метод NPV с другими подходами, такими как сценарный анализ, метод Монте-Карло или мультикритериальная оценка.

Таким образом, несмотря на определённые ограничения, метод NPV остаётся фундаментальным инструментом количественной оценки эффективности инвестиционных решений и целесообразности внедрения инновационных технологий, включая в судостроительной отрасли. Его применение особенно оправдано в тех случаях, когда существует обоснованный прогноз экономических выгод и расчёты проводятся в условиях сравнительно стабильной инвестиционной среды.

Метод IRR (внутренняя норма доходности) [5] представляет собой один из ключевых инструментов анализа инвестиционной эффективности, широко применяемый в оценке инновационных проектов. По определению, IRR — это такое значение ставки дисконтирования, при котором чистая приведённая стоимость (NPV) проекта становится равной нулю. Другими словами, это уровень доходности, при котором инвестиции полностью окупаются в пределах заданного периода. Экономический смысл показателя IRR заключается в следующем: если внутренняя норма доходности превышает установленную пороговую норму рентабельности (например, средневзвешенную стоимость капитала — WACC), проект признаётся экономически целесообразным для реализации.

Одним из основных преимуществ метода IRR является его наглядность и интуитивная интерпретируемость. В отличие от NPV, который выражается в абсолютных денежных величинах, IRR представляет собой относительный показатель (в процентах), что позволяет сопоставлять проекты различной капиталоемкости и временного горизонта.

Вторым существенным преимуществом является то, что метод IRR не требует задания конкретной ставки дисконтирования на начальном этапе, поскольку она определяется в процессе расчёта. Это делает его особенно удобным при предварительном отборе проектов или в условиях неопределённости макроэкономических параметров. Кроме того, IRR является полезным инструментом в случае, когда необходимо оценить чувствительность проекта к изменению стоимости капитала. Сравнение IRR с альтернативными источниками финансирования (банковский кредит, размещение облигаций, стратегическое инвестирование) позволяет оперативно принимать управленческие решения в контексте портфельного анализа.

Вместе с тем метод IRR имеет ряд недостатков, ограничивающих его универсальность. Во-первых, при наличии нестандартного распределения денежных потоков (например, когда после первоначальных затрат возникают дополнительные вложения) метод может дать несколько значений IRR или вообще не иметь решения, что затрудняет интерпретацию. Во-вторых, IRR не отражает абсолютной величины создаваемой инновацией ценности, из-за чего проекты с одинаковой внутренней нормой доходности, но разным масштабом инвестиций, могут оцениваться как равноценные, что может привести к ошибочным выводам при выборе между крупными и мелкими инициативами. В-третьих, метод не позволяет учитывать внешние эффекты (экологические, социальные, регуляторные), что особенно важно при оценке энергоэффективных и ресурсосберегающих решений в судостроении. Таким образом, метод IRR представляет собой удобный и наглядный инструмент для предварительной оценки инвестиционной привлекательности инновационного проекта. Однако его применение должно сопровождаться дополнительными методами — в частности, анализом NPV и оценкой рисков — особенно в случае крупных капиталоемких проектов с длинным жизненным циклом, характерных для судостроительной отрасли.

В машиностроении инвестиционные циклы могут длиться десятилетиями, применение NPV и IRR позволяет учитывать временную стоимость денег, корректно отражать риски долгосрочных вложений и проводить обоснованный выбор в пользу наиболее эффективных инноваций. Наиболее корректные результаты достигаются при использовании комплексной финансово-экономической модели, включающей сценарный анализ, чувствительность к ключевым параметрам и учёт институциональных механизмов поддержки (субсидии, СПИК, государственные гарантии и проч.).

Социальная эффективность также играет важную роль, особенно в контексте повышения квалификации персонала и улучшения условий труда на судостроительных предприятиях. Экспертные оценки и опросы сотрудников могут быть использованы для анализа этих аспектов.

Выводы

Таким образом, исследование эффективности инноваций требует комплексного подхода, включающего анализ не только экономических, но и технических, экологических и социальных аспектов. В условиях судостроительной отрасли это особенно актуально ввиду высокой капиталоемкости проектов, длительного жизненного цикла продукции и необходимости соответствия международным нормативам. Применение таких методов, как анализ возврата на инвестиции, мультикритериальный анализ, оценка жизненного цикла и экспертные оценки, позволяет учитывать широкий спектр последствий внедрения инновационных решений. Выбор конкретного инструментария должен осуществляться с учётом специфики проекта, уровня доступности исходных данных и приоритетных целей предприятия. Формирование единой методической базы оценки эффективности в судостроении создаёт предпосылки для объективного принятия инвестиционных решений и повышения инновационной активности отрасли в целом.

Литература

1. Обухова А.С., Щербаченко Е.Р., Гусельникова Л.Н. Оценка эффективности инновационных проектов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2022. № 6. С. 32-39.
2. Куликов Д.Л., Кучеров А.А. Становление и развитие методов оценки эффективности инновационных проектов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=19451> (дата обращения: 16.08.2025).
3. Нестеров В.Н., Сунгатуллина Л.Б. Методические подходы к оценке инновационной деятельности // Дайджест-Финансы. 2024. Т. 29, № 3. С. 244-264. DOI: 10.24891/df.29.3.244.
4. Иванова Н.А., Варфоломеева В.А. Методология управления инновационным развитием экономических систем // Финансовый бизнес. 2023. № 10. С. 44-48.
5. Иванова Н.А. Модернизация России в условиях инновационных преобразований // Региональные проблемы преобразования экономики. 2023. № 2. С. 117-121. DOI: 10.26726/1812-7096-2023-2-17-121.
6. Кориков А.М., Нестерук Д.Н. Оценка эффективности инновационных проектов в машиностроении // Доклады ТУСУР. 2011. № 2 (24), Ч. 3. С. 129-134.