

## ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 33

### Кулюкин Е.И., Епифанова В.Д., Миронов А.А., Сермягина Е.А. Сравнительный анализ методов оценки экономической эффективности природоохранного мероприятия

Comparative analysis of methods for assessing the economic efficiency  
of environmental measures

**Кулюкин Е.И., Епифанова В.Д., Миронов А.А., Сермягина Е.А.**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»  
Научный руководитель:

**Данилов Александр Сергеевич**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры геоэкологии

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Kulyukin E.I., Epifanova V.D., Mironov A.A., Sermyagina E.A.  
Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II  
Danilov Alexander S.

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor of the Department of Geoecology  
Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II

**Аннотация.** В работе проведен сравнительный анализ трех методов оценки экономической эффективности природоохранного мероприятия: модифицированного метода чистого денежного потока (NCF), эколого-экономического NPV О.Е. Медведевой и метода предотвращенного ущерба Е.Л. Худякова. Расчеты выполнены на примере внедрения двухступенчатой системы очистки отходящих газов промышленного предприятия с моделируемыми выбросами диоксида серы (43,8 т/год) и бенз(а)пирена (0,124 т/год). Установлено, что модифицированный метод NCF, основанный на экономии платежей за негативное воздействие, показывает высокую коммерческую эффективность (NPV = 104 530 тыс. руб., IRR = 133%, DPP = 0,7 года). Метод Медведевой, учитывающий остаточный экологический ущерб, дает положительный, но более консервативный результат (NPV = 95 195 тыс. руб.). Метод предотвращенного ущерба Худякова приводит к отрицательному NPV (-35 036 тыс. руб.), что свидетельствует о системном занижении экологического ущерба в действующих нормативных подходах. Для бизнес-решений рекомендован модифицированный метод NCF, для общественной оценки – метод Медведевой с дальнейшим совершенствованием методик оценки ущерба.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, природоохранное мероприятие, чистая приведенная стоимость, предотвращенный ущерб, плата за НВОС.

**Absrtact.** The paper presents a comparative analysis of three methods for assessing the economic efficiency of an environmental measure: the modified net cash flow (NCF) method, the environmental-economic NPV by O.E. Medvedeva, and the prevented damage method by E.L. Khudyakov. The calculations are based on the implementation of a two-stage flue gas treatment system at an industrial enterprise with simulated emissions of sulfur dioxide (43.8 t/year) and benzo(a)pyrene (0.124 t/year). The modified NCF method, based on savings in payments for negative environmental impact, demonstrates high commercial efficiency (NPV = 104,530 thousand rubles, IRR = 133%, DPP = 0.7 years). Medvedeva's method, which accounts for residual environmental damage, yields a positive but more conservative result (NPV = 95,195 thousand rubles). Khudyakov's of prevented damage results in a negative NPV (-35,036 thousand rubles), indicating a systemic underestimation of environmental damage in current regulatory approaches. The modified NCF method is recommended for business decisions, while Medvedeva's method is suggested for public assessment, with further improvement of damage assessment methodologies.

**Keywords:** economic efficiency, environmental measure, net present value, prevented damage, payment for negative environmental impact.

**Рецензент:** Бабкина Анастасия Валентиновна - кандидат экономических наук, доцент. Доцент кафедры прикладной информатики. ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

## Введение

В условиях современного технологического развития промышленное производство остается одним из основных источников антропогенного воздействия на окружающую среду, масштабы которого напрямую влияют на качество жизни населения. Согласно данным государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», в числе приоритетных загрязнителей, формирующих как валовые объёмы выбросов, так и потенциальные риски для здоровья населения, устойчиво присутствуют диоксид серы ( $SO_2$ ) и бенз(а)пирен. Выбросы диоксида серы от стационарных источников в России составляют сотни тысяч тонн ежегодно, что обуславливает необходимость поиска эффективных механизмов снижения негативного воздействия [1].

Одним из ключевых инструментов решения данной задачи выступает внедрение современных природоохранных технологий. Однако их практическая реализация сталкивается с проблемой экономического обоснования: экологическая мотивация в рыночной системе координат часто уступает место экономической целесообразности. Это порождает необходимость в разработке такой методологии эколого-экономической оценки, которая позволила бы обосновать выгоду природоохранных инвестиций, выходя за рамки учёта непосредственных затрат и включая анализ всех потенциальных выгод от сокращения экологического ущерба.

Вопросы экономической оценки эффективности природоохранных мероприятий находят отражение в работах как отечественных, так и зарубежных исследователей. Значительный вклад в разработку методологических подходов внесли О.Е. Медведева, предложившая методику эколого-экономической оценки проектов намечаемой деятельности, и Е.Л. Худяков, разработавший метод расчёта эффективности через категорию предотвращённого ущерба [2; 3]. Вопросы классической оценки инвестиционной привлекательности через дисконтированные денежные потоки подробно освещены в работах И.В. Кольцовой, Д.А. Рябых и других авторов [4]. Вместе с тем сравнительный анализ различных методологических подходов применительно к природоохранным проектам, особенно с учётом особенностей российского налогового и природоохранного законодательства, остаётся недостаточно изученным. В частности, дискуссионным остаётся вопрос о том, насколько официальные методики оценки ущерба отражают реальные экономические потери общества от загрязнения окружающей среды [5].

Целью настоящей работы является сравнительный анализ трёх методов оценки экономической эффективности природоохранного мероприятия на примере внедрения двухступенчатой системы очистки отходящих газов промышленного предприятия. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: обобщить теоретические подходы к определению экономической эффективности природоохранных мероприятий; апробировать модифицированный метод чистого денежного потока (NCF) на основе экономии платежей за негативное воздействие на окружающую среду; применить метод эколого-экономического NPV О.Е. Медведевой для оценки экономической эффективности проекта; рассчитать эффективность природоохранного мероприятия по методу предотвращённого ущерба Е.Л. Худякова; сравнить полученные результаты и сформулировать рекомендации по выбору метода оценки для различных целей.

Объектом исследования является система газоочистки участка термической обработки углеродсодержащих материалов промышленного предприятия (на примере смоделированной ситуации, характерной для предприятий топливно-энергетического и металлургического комплексов). Предметом исследования выступают методы экономической оценки эффективности природоохранных мероприятий и их сравнительная применимость.

Теоретической и методологической основой работы послужили труды отечественных и зарубежных экономистов в области инвестиционного анализа и экономики природопользования. В исследовании использовались методы экономико-математического моделирования, дисконтирования денежных потоков, сравнительного анализа, а также методы расчёта эколого-экономических показателей, предложенные О.Е. Медведевой и Е.Л. Худяковым. Информационной базой послужили данные государственных докладов о состоянии окружающей среды, нормативно-правовые акты, а также результаты расчётов, полученные в ходе моделирования ситуации для внедрения природоохранного мероприятия.

Теоретическая значимость работы заключается в систематизации и сравнительной оценке трёх методологических подходов к эколого-экономическому анализу, что позволяет выявить их сильные и слабые стороны. Практическая значимость состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы предприятиями при обосновании инвестиционных решений в области охраны окружающей среды, а также государственными органами при совершенствовании методик оценки экологического ущерба.

## 1. Проблема определения экономической эффективности от внедрения природоохранных мероприятий

### 1.1. Определение понятия «эффективность»

Для корректной оценки экономической состоятельности проектируемых решений важно разграничить понятия «эффект» и «эффективность». Эффективность можно определить как атрибутивное качество деятельности, означающее её способность генерировать определённый полезный итог, тогда как эффект квалифицировать как сам этот итог. Дополняя к ранее сказанному, эффективность – относительный показатель, сопоставляющий величину достигнутого эффекта с объёмом затраченных ресурсов. При этом эффект рассматривается как результат деятельности, измеримый в материальных, денежных или социальных единицах.

Таким образом, логика формирования природоохранной стратегии предприятия подчиняется требованиям системной эффективности. Её достижение предполагает одновременное решение двух классов задач. Задачи первого класса (эколого-социальные) ориентированы на поддержание качества окружающей среды на уровне, регламентированном действующими нормативами, с прогнозным учётом изменений масштабов производства и демографических условий. Задачи второго класса (экономические) направлены на максимизацию макроэкономического эффекта, который выражается в сокращении экологического ущерба, повышении ресурсоотдачи и вовлечении ранее неиспользуемых природных благ, которые могут быть заключены в отходы производства, в хозяйственный оборот [6].

### 1.2. Существующие методики оценки эффективности природоохранных мероприятий

Классическим и наиболее распространённым методом оценки экономической эффективности инвестиционных проектов признаётся анализ дисконтированных чистых денежных потоков, который позволяет свести все количественные оценки к единому показателю – чистой текущей стоимости (Net Present Value, NPV). Этот метод считается стандартным в условиях рыночной экономики, поскольку учитывает изменение стоимости денег во времени через дисконтирование, что даёт возможность корректно сопоставлять разновременные затраты и результаты.

Классическая формула NPV имеет вид:

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - IC, \quad (1)$$

где  $NCF_t$  – чистый денежный поток в годы  $t = 1, 2, \dots, N$ , руб.;  $r$  – ставка дисконтирования, %;  $IC$  – капитальные затраты, руб. [4].

Такая методология позволяет определить абсолютную величину эффекта от инвестиций и является базой для принятия решений в коммерческой практике.

Классический подход определяет NCF как разность между притоками (выручка) и оттоками (затраты) денежных средств за определённый период времени. Специфика проектов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, заключается в том, что основным источником дохода выступает не выручка от продаж, а экономия на обязательных платежах за негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому можно использовать следующую модифицированную формулу расчёта чистого денежного потока:

$$NCF_t = (E_{\text{до лим } t} + P_t - C_{\text{экспл } t}) \cdot (1 - R_{\text{пр}}) + E_{\text{свыше лим } t}, \quad (2)$$

где  $E_{\text{до лим } t}$  – экономия на платежах за НВОС до лимита в году  $t$ , руб.;  $P_t$  – выручка, получаемая в случае реализации товарного продукта, изготавливаемого по результатам природоохранного мероприятия в году  $t$ , руб.;  $R_{\text{пр}}$  – ставка налога на прибыль, доли ед.;  $E_{\text{свыше лим } t}$  – экономия на платежах за НВОС свыше лимита в году  $t$ , руб.;  $C_{\text{экспл } t}$  – годовые эксплуатационные затраты в году  $t$ , руб.

Преимущество такого подхода заключается в том, что он позволяет напрямую включить в оценку специфические для охраны окружающей среды выгоды (в данном случае экономия на плате НВОС), делая расчёт адаптированным к целям природоохранного инвестирования.

Однако стандартный подход не учитывает экологические последствия проектов, что особенно критично для природоохранных мероприятий. В ответ на этот недостаток О.Е. Медведевой был разработан метод эколого-экономического NPV, который модифицирует классическую формулу путём включения в неё денежных оценок экологических выгод и затрат как равноправных статей денежного потока [2]. В общем виде такая формула имеет вид:

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{(Bk_t - Ck_t) + (Be_t - Ce_t)}{(1+r)^t}, \quad (3)$$

где  $Bk_t$  и  $Ck_t$  – коммерческие выгоды и издержки;  $Be_t$  и  $Ce_t$  – экологические и социальные выгоды и затраты соответственно.

Преимущество этого подхода в том, что он позволяет количественно оценить внешние эффекты (экстерналии) проекта и учесть их в инвестиционном решении наравне с финансовыми показателями.

Однако для проектов, которые не создают новой товарной продукции, а лишь снижают существующее негативное воздействие, применение коммерческой составляющей теряет смысл. В таких случаях используется метод расчёта через предотвращённый ущерб Е.Л. Худякова [3]. В этой логике экономическим результатом

признаётся не прибыль, а величина предотвращённых потерь для общества и экономики. Для природоохранных проектов формула трансформируется:

$$NPV_e = \sum_{t=1}^N \left( y_t^{\Pi} - \left( \frac{Z_t}{(1+r)^t} \right) \right), \quad (4)$$

где  $Z_t$  – затраты, осуществляемые в год  $t$ , руб.;  $y_t^{\Pi}$  – предотвращённый вследствие проведения природоохранных мероприятий ущерб, руб.

Данный подход даёт убедительный аргумент для обоснования «зелёных» инвестиций, поскольку он демонстрирует, что государство и общество получают экономию средств, которые в противном случае были бы потрачены на ликвидацию последствий загрязнения.

Представленные методики имеют различную методологическую природу и область применения: классический NPV оценивает коммерческую эффективность, метод эколого-экономического NPV интегрирует экстерналии в инвестиционный анализ, а метод предотвращённого ущерба обосновывает общественную выгоду проектов, не создающих товарной продукции. В настоящей работе указанные подходы будут апробированы на примере конкретного природоохранного мероприятия – внедрения двухступенчатой системы очистки отходящих газов для смоделированного предприятия. Сопоставление результатов расчётов по каждой из методик позволит выявить их сильные и слабые стороны применительно к экологическим инвестициям и предложить рекомендации по выбору наиболее релевантного инструмента оценки.

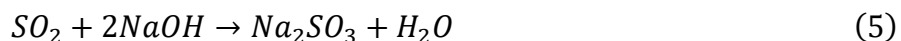
## 2. Апробация методов оценки экономической эффективности природоохранного мероприятия

### 2.1. Исходные данные для моделирования природоохранного мероприятия

В структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Российской Федерации значительная доля приходится на предприятия топливно-энергетического комплекса, металлургии и химической промышленности. Согласно данным государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», в числе приоритетных загрязнителей, формирующих как валовые объёмы выбросов, так и потенциальные риски для здоровья населения, устойчиво присутствуют диоксид серы ( $SO_2$ ) и бенз(а)пирен. Диоксид серы относится к числу кислотообразующих газов, ответственных за формирование кислотных дождей и трансграничное загрязнение, а его выбросы в России составляют сотни тысяч тонн ежегодно [1]. Бенз(а)пирен, в свою очередь, является веществом первого класса опасности и обладает доказанной канцерогенной активностью; он образуется при термической обработке органического сырья, в том числе при сжигании топлива [7] и в технологических печах промышленных предприятий.

Для целей настоящего исследования смоделирована ситуация, характерная для крупного промышленного предприятия, имеющего в своём составе участок термической обработки углеродсодержащих материалов. На таком участке технологический процесс сопровождается образованием отходящих газов с температурой 80–110°C, содержащих как твердые частицы, так и газообразные примеси. Исходные параметры выбросов приняты на основании данных, отражающих типичный уровень загрязнения для аналогичных производств: массовый выброс диоксида серы составляет 43,8 т/год при расходе газа 10,25 м<sup>3</sup>/с, а концентрация бенз(а)пирена в газах варьируется в диапазоне, соответствующем превышению нормативов качества атмосферного воздуха, установленных для населённых мест. При этом существующая система газоочистки на предприятии представлена электрофильтрами, которые эффективно улавливают твердые частицы, но не предназначены для удаления газообразных примесей, в частности диоксида серы, а также имеют ограниченную эффективность в отношении высокомолекулярных органических соединений из-за повышенной температуры газов на входе.

Для решения данной проблемы в качестве технического решения предлагается двухступенчатая система предварительной очистки отходящих газов перед существующими электрофильтрами. Первая ступень – зернистый насыпной фильтр с загрузкой из кокса, который выполняет функции сорбента и фильтра, улавливая пары смолистых веществ и высокомолекулярные соединения (включая бенз(а)пирен) за счёт адсорбции на развитой поверхности и задержания аэрозолей в пористой среде. Вторая ступень – скруббер Вентури, работающий в режиме хемосорбции с орошением щелочным раствором (гидроксид натрия), что обеспечивает высокую эффективность удаления диоксида серы за счёт необратимой химической реакции:



Выбор данного оборудования обусловлен его технологической совместимостью с газовым трактом (допустимым гидравлическим сопротивлением) и способностью работать при высоких температурах газов без предварительного охлаждения. Ожидаемая эффективность очистки по бенз(а)пирену и смолистым веществам составляет 90%, по диоксиду серы – 99%, что позволяет обеспечить соблюдение нормативов предельно допустимых выбросов.

На основе указанных исходных данных в настоящей главе выполняется расчёт экономической эффективности предлагаемого природоохранного мероприятия с применением трёх методологических подходов, указанных в предыдущей главе. Сопоставление результатов позволит определить, в какой степени каждый из методов отражает реальную выгоду от снижения негативного воздействия на атмосферный

воздух и какой подход наиболее релевантен для обоснования инвестиций в природоохранные проекты.

## 2.2. Расчёт экономической эффективности выбранными методами для смоделированной ситуации

Для оценки экономической эффективности предлагаемого природоохранного мероприятия проведены расчёты по трём методологическим подходам, описанным в первой главе: (1) модифицированный метод чистого денежного потока (NCF), в котором основным источником доступа выступает экономия на платежах за негативное воздействие на окружающую среду; (2) метод эколого-экономического NPV, интегрирующий в оценку внешние эффекты; (3) метод предотвращённого экологического ущерба, оценивающий общественную выгоду от снижения загрязнения. Исходные параметры для расчётов приняты на основании данных, описанных в разделе 2.1: массовый выброс диоксида серы – 43,8 т/год, бенз(а)пирена – 0,124 т/год, ожидаемая эффективность очистки – 90% по бенз(а)пирену и 99% по SO<sub>2</sub>. Капитальные затраты на внедрение двухступенчатой системы очистки составляют 16,43 млн руб., годовые эксплуатационные затраты – 10,26 млн руб.

Для расчёта модифицированного метода чистого денежного потока использована формула (2). Экономия на платежах в пределах лимита составила 1 048,36 тыс. руб./год, экономия сверх лимита – 36 745,67 тыс. руб./год. С учётом эксплуатационных затрат 10 257,20 тыс. руб./год и ставки налога на прибыль 25% годовой чистый денежный поток определён как:

$$NCF_t = (1\,048,36 + 0 - 10\,257,20) \cdot (1 - 0,25) + 36\,745,67 = 29\,837,54 \text{ тыс. руб./год}$$

Капитальные затраты в размере 16 433,75 тыс. руб. учтены на нулевом шаге расчёта. При дисконтировании по ставке 21% на горизонте 10 лет (срок полезного использования очистного оборудования) значение NPV по формуле (1) составило:

$$NPV = 120\,963,71 - 16\,433,75 = 104\,529,96 \text{ тыс. руб.}$$

Обоснование выбора ставки дисконтирования – один из ключевых и наиболее дискуссионных моментов при оценке эффективности инвестиционных проектов, особенно в сфере природопользования и охраны окружающей среды. От величины этого показателя существенно зависят итоговые значения чистого дисконтированного дохода и, соответственно, принимаемые инвестиционные решения.

В России при оценке долговременных природоохранных проектов предлагаемая норма дисконта составляет от 2 до 3%, по среднесрочным инвестициям – от 8 до 12% [6]. В настоящей работе использована ставка дисконтирования, равная 21%. Это значение было выбрано, поскольку сценарий анализа в большей степени ориентирован на оценку коммерческой эффективности для частного инвестора, а не на оценку общественных выгод. Принятый уровень ставки соответствует минимально

гарантированному уровню доходности для инвестора, учитывает типичные требования к доходности в промышленном секторе и даёт консервативную оценку проекта, что снижает вероятность переоценки его эффективности.

Для расчёта по методу эколого-экономического NPV, предложенному О.Е. Медведевой, денежный поток формируется из двух компонентов: коммерческого и экологического [2]. Коммерческий поток включает эксплуатационные затраты на очистку ( $Sk_t = 10\,257$  тыс. руб./год) и экономические выгоды в виде сохранения денежных средств вследствие снижения платы за НВОС ( $37\,961,1$  тыс. руб./год). Экологические затраты ( $Se_t$ ) определены как величина платы за НВОС после внедрения системы очистки –  $169,03$  тыс. руб./год, что отражает сохраняющийся ущерб от выбросов в пределах нормативов. Экологические выгоды ( $Be_t$ ) в расчёте не учитываются во избежание двойного счёта. Таким образом, годовой эффект по методу Медведевой (3) составил:

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{(37\,961,05 - 10\,257,20) + (0 - 169,03)}{(1 + 21)^t} - 16\,433,75 = 95\,194,57 \text{ тыс. руб.}$$

Дисконтирование этого потока по ставке 21% на горизонте 10 лет и вычет капитальных затрат ( $16\,433,75$  тыс. руб.) на нулевом шаге даёт значение  $NPV = 95\,194,57$  тыс. руб. Полученный результат ниже, чем по модифицированному методу NCF, что объясняется отсутствием налогового щита в методологии Медведевой, ориентированной на оценку общественной эффективности. Тем не менее, положительное значение NPV подтверждает эколого-экономическую целесообразность проекта с позиции общества.

Для расчёта по методу по Е.Л. Худякова используется значение предотвращённого ущерба для сверхнормативных выбросов, в данном случае определяемое по Методике исчисления размера вреда, причинённого атмосферному воздуху как компоненту природной среды [8], равное  $2\,298,1$  тыс. руб./год. Годовой эффект по формуле (4) составил:

$$NPV_e = \sum_{t=1}^N \left( 2\,298,1 - \left( \frac{10\,257,20}{(1 + 21)^t} \right) \right) - 16\,433,75 = -35\,036,22 \text{ тыс. руб.}$$

Расчёт по методу предотвращённого ущерба Е.Л. Худякова дал отрицательное значение чистой приведённой стоимости: при горизонте расчёта 10 лет NPV составила  $-35\,036,22$  тыс. руб., даже при увеличении горизонта до допустимых 15 лет значение остаётся отрицательным ( $-28\,006,87$  тыс. руб.). Это означает, что с позиции данной методики затраты на природоохранное мероприятие не окупаются величиной предотвращённого ущерба, рассчитанного по официальной методике.

Полученный результат вскрывает системную проблему, характерную для российской практики эколого-экономической оценки. Величина предотвращённого ущерба, исчисленная по Методике №59 Минприроды России (2 298,1 тыс. руб./год), оказалась существенно ниже годовой экономии на платежах за НВОС (37 866,5 тыс. руб./год). Это расхождение объясняется тем, что плата за негативное воздействие, будучи фискальным инструментом, выполняет прежде всего стимулирующую функцию и не равна реальной экономической оценке вреда, наносимого окружающей среде и здоровью населения. Сверхлимитные коэффициенты (кратностью 100) делают плату за НВОС мощным экономическим рычагом, но при этом она остаётся лишь косвенным индикатором ущерба.

В то же время Методика №59 ориентирована на исчисление минимального размера вреда, подлежащего компенсации, и не охватывает многие виды экологического ущерба: потерю биоразнообразия, деградацию экосистемных услуг, эстетический ущерб, а также долгосрочные последствия для здоровья населения, которые трудно монетизировать. Как следствие, официальная оценка ущерба систематически занижает реальные потери общества от загрязнения.

Таким образом, отрицательное значение NPV по методу Худякова не свидетельствует о неэффективности природоохранного мероприятия, а указывает на несовершенство существующих методик денежной оценки экологического ущерба в России. Как отмечается в научной литературе, существующие методики исчисления вреда зачастую не являются научно и экономически обоснованными, не гарантируют полного возмещения вреда и могут быть неприменимы в рамках судебно-экологической экспертизы [5].

Обращает на себя внимание, что ограниченность официальных методик оценки ущерба отмечается и на международном уровне. В частности, стандарт ООН «Системы эколого-экономического учёта – Экосистемный учёт» (СЭЭУ ЭУ), принятый Статистической комиссией ООН в 2021 году, предлагает комплексную основу для учёта экосистемных активов и потоков услуг, предоставляемых ими. В рамках СЭЭУ ЭУ признаётся, что для полной экономической оценки многих экосистемных услуг, особенно не имеющих прямых рыночных цен, требуется применение специальных методов, включая оценку готовности платить (WTP) и методы выявленных предпочтений [9]. Таким образом, ограниченность официальных российских методик, не учитывающих полный спектр таких услуг, не является уникальной проблемой, а скорее отражает общий вызов, на решение которого направлены усилия международного статистического сообщества, в том числе путем внедрения экосистемного учета.

Для комплексной оценки инвестиционной привлекательности проекта помимо NPV рассчитаны индекс доходности (PI), внутренняя норма доходности (IRR) и

дисконтированный срок окупаемости (DPP). Сравнительный анализ указанных показателей по трём методикам обобщён в таблице 1.

Таблица 4.

Сравнительные показатели эффективности природоохранного мероприятия по трём методам оценки

Метод оценки экономической эффективности	Параметры оценки экономической эффективности			
	NPV, тыс. руб.	PI	IRR, %	DPP, лет
Модифицированный NCF	104 529,96	7,36	133	0,7
Эколого-экономический NPV (Медведева)	95 194,57	6,79	121	0,7
Предотвращённый ущерб (Худяков)	-35 036,22	-	-	-

Результаты расчётов по трём методам демонстрируют принципиальные различия в методологических подходах к оценке эффективности (рис. 1). Наибольшее значение NPV получено по модифицированному методу, что обусловлено учётом экономии на платежах за НВОС как прямого денежного потока предприятия. Метод Медведевой, учитывающий остаточный экологический ущерб, даёт несколько более консервативную оценку, но остаётся положительным. Метод Худякова, основанный на официальной оценке предотвращённого ущерба, приводит к отрицательному NPV, что свидетельствует о занижении реальной ценности экологических благ в действующих методиках.

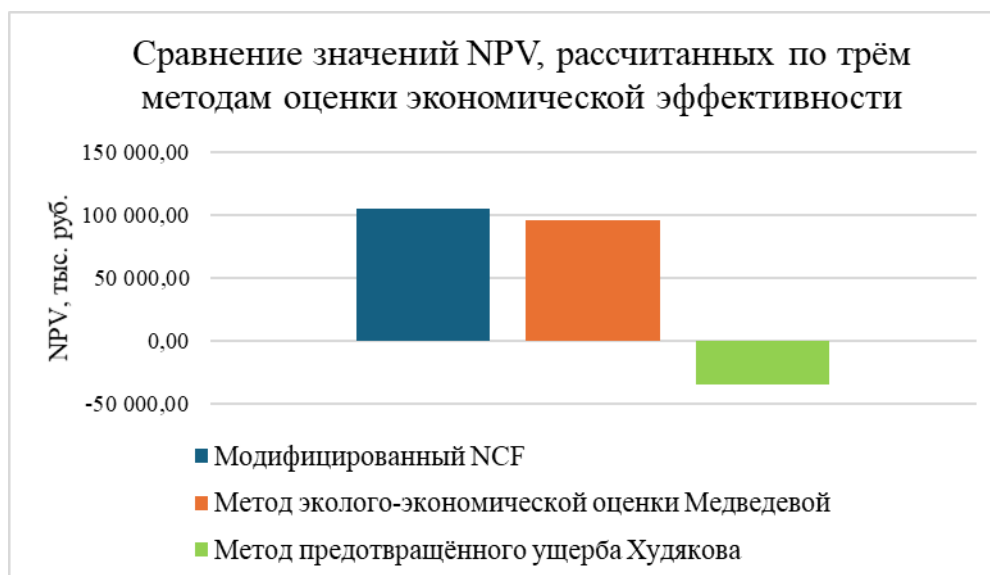


Рисунок 3. Графическое изображение сравнения значений NPV, полученных по трём методам оценки

## Заключение

В настоящей работе проведён сравнительный анализ трёх методов оценки экономической эффективности природоохранного мероприятия на примере внедрения двухступенчатой системы очистки отходящих газов промышленного предприятия. Исходные данные моделированы на основе типичных для российской промышленности выбросов диоксида серы (43,8 т/год) и бенз(а)пирена (0,124 т/год), а также проектных параметров зернистого фильтра и скруббера Вентури.

Установлено, что выбор метода оценки принципиально влияет на итоговое значение чистой приведённой стоимости и, следовательно, на инвестиционное решение. Модифицированный метод чистого денежного потока (NCF), в котором в качестве основного источника дохода выступает экономия на платежах за негативное воздействие на окружающую среду, показал высокую коммерческую эффективность: NPV = 104 529,96 тыс. руб., PI = 7,36, IRR = 133%, DPP = 0,7 года. Это означает, что для предприятия внедрение очистного оборудования является высокодоходным и быстроокупаемым вложением, что объясняется значительной сверхлимитной платой (36 745,67 тыс. руб./год), которая после реализации мероприятия полностью исключается.

Метод эколого-экономического NPV О.Е. Медведевой, учитывающий остаточный экологический ущерб (плата за НВОС в пределах нормативов – 169,03 тыс. руб./год), дал положительный, но несколько более консервативный результат: NPV = 95 194,57 тыс. руб. Это подтверждает, что даже при включении в расчёт сохраняющегося ущерба от выбросов в допустимых пределах проект остаётся эффективным с позиции общественных интересов [2].

Метод предотвращённого ущерба Е.Л. Худякова, привёл к отрицательному значению NPV = –35 036,22 тыс. руб. (при сроке дисконтирования 10 лет), которое сохраняется отрицательным и при увеличении горизонта до 15 лет. Это расхождение объясняется системным занижением официальной оценки экологического ущерба: по Методике №59 предотвращённый ущерб составил лишь 2 298,1 тыс. руб./год, тогда как экономия на платежах за НВОС достигла 37 866,5 тыс. руб./год. Таким образом, плата за НВОС, будучи фискальным инструментом, выполняет стимулирующую функцию, но не равна реальной экономической оценке вреда, наносимого окружающей среде и здоровью населения.

Полученные результаты согласуются с критическими замечаниями, высказываемыми в научной литературе: существующие методики исчисления вреда зачастую не являются научно и экономически обоснованными, не гарантируют полного возмещения вреда и не учитывают потери экосистемных услуг и биоразнообразия [5]. На международном уровне аналогичная проблема решается путём внедрения стандарта ООН «Системы эколого-экономического учёта — Экосистемный учёт» (СЭЭУ ЭУ),

который рекомендует применение методов оценки готовности платить (WTP) и выявленных предпочтений для учёта нерыночных экосистемных услуг [9].

Практическая значимость проведённого исследования заключается в том, что для обоснования инвестиционных решений на уровне предприятия наиболее релевантным является модифицированный метод NCF, поскольку он отражает прямую финансовую выгоду для бизнеса. Для оценки общественной эффективности и государственного регулирования целесообразно применение метода Медведевой, а также дальнейшее совершенствование методик оценки предотвращённого ущерба с учётом экосистемных услуг и стоимости здоровья населения. Отрицательный результат по методу Худякова не свидетельствует о неэффективности природоохранного мероприятия, а указывает на необходимость пересмотра подходов к денежной оценке экологического вреда в российской нормативной практике.

#### Библиографический список

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2024 году : государственный доклад. – Москва, 2025. – 500 с. – URL: <http://www.mnr.gov.ru> (дата обращения: 23.06.2026).
2. Медведева О.Е. Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической оценки эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности / О.Е. Медведева. – М., 1999.
3. Гужова А.А., Бородкина В.В. Внедрение методики оценки эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия // Молодёжь и наука : сборник материалов X Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2014. – Т. 1, ч. 2. – С. 58–62.
4. Кольцова, И. В. Практика финансовой диагностики и оценки проектов : пособие по оценке финансового состояния организаций и анализу эффективности инвестиционных проектов / И. В. Кольцова, Д. А. Рябых ; И. В. Кольцова, Д. А. Рябых. – Москва [и др.] : Вильямс, 2007. – 411 с. – (Практика реального бизнеса). – ISBN 978-5-8459-1137-7. – EDN QRTVPV.
5. Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Проблемы оценки размера вреда, причиненного почвам в результате загрязнения // Теория и практика судебной экспертизы. — 2022. — № 4. — С. 70–79. — DOI: 10.30764/1819-2785-2022-4-70-79.
6. Массеров Д.А., Ломакин А.В. Подходы к оценке эффективности затрат на природоохранную деятельность промышленных предприятий // Современные проблемы территориального развития. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhody-k->

otsenke-effektivnosti-zatrat-na-prirodoohrannuyu-deyatelnost-promyshlennyh-predpriyatiy (дата обращения: 22.06.2026).

7. Чиглинцев, И. А. Содержание бензапирена в почве и атмосфере вблизи котельной / И. А. Чиглинцев, Е. Н. Чиглинцева // Отходы и ресурсы. — 2024. — Т. 11. — № 3. — URL: <https://resources.today/PDF/06NZOR324.pdf> DOI: 10.15862/06NZOR324.

8. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды : Приказ Минприроды России от 28.01.2021 № 59. – Официальный интернет-портал правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>, 05.02.2021.

9. Организация Объединенных Наций и др. Система эколого-экономического учета – Экосистемный учет (СЭЭУ ЭУ) : предварительное издание : пер. с англ. / Организация Объединенных Наций, Европейская комиссия, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Организация экономического сотрудничества и развития, Всемирный банк. – Нью-Йорк, 2021. – URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting> (дата обращения: 23.06.2026).