

*Ахмедова А.Р.,
магистрант,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения
Россия, г. Санкт-Петербург*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА ЗАМЕНЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В НИИ РАДИОСВЯЗИ

***Аннотация:** В статье рассматриваются методические подходы к оценке эффективности проекта замены измерительного оборудования в научно-исследовательской организации, выполняющей исследования и разработки в области радиосвязи. Обосновано, что оценка такого проекта не может ограничиваться только расчетом экономии электроэнергии и срока окупаемости. Предложен комплексный подход, включающий финансовые, энергетические, трудовые, технические и эксплуатационные критерии. Отдельное внимание уделено расчету косвенных эффектов, связанных с сокращением трудоемкости измерений, снижением количества повторных операций и повышением надежности лабораторной инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** ресурсосбережение, НИИ радиосвязи, измерительное оборудование, оценка эффективности, энергосбережение, трудовые ресурсы, интегральный показатель.*

*Akhmedova A.R.,
Graduate Student
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
Russia, Saint Petersburg*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF A MEASURING EQUIPMENT REPLACEMENT PROJECT IN A RADIO COMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE

Annotation: *The article considers methodological approaches to assessing the efficiency of a project for replacing measuring equipment in a research organization carrying out research and development in the field of radio communications. It is substantiated that the assessment of such a project cannot be limited only to calculating electricity savings and the payback period. A comprehensive approach is proposed, including financial, energy, labor, technical and operational criteria. Special attention is paid to the calculation of indirect effects associated with reducing the labor intensity of measurements, decreasing the number of repeated operations and improving the reliability of laboratory infrastructure.*

Key words: *resource saving, radio communication research institute, measuring equipment, efficiency assessment, energy saving, labor resources, integral indicator.*

В условиях роста эксплуатационных затрат и необходимости обновления материально-технической базы научно-исследовательских организаций особое значение приобретает оценка эффективности ресурсосберегающих проектов. Для организаций, выполняющих исследования и разработки в области радиосвязи, данная задача имеет прикладной характер, поскольку их деятельность связана с использованием сложного измерительного оборудования: анализаторов спектра, генераторов сигналов, осциллографов, измерителей мощности и иных приборов. Состояние такой приборной базы влияет не только на уровень затрат, но и на точность измерений, сроки выполнения работ и достоверность научно-технических результатов.

Ресурсосбережение в научно-исследовательской организации следует рассматривать шире, чем простое снижение потребления электроэнергии. В соответствии с терминологическим подходом ресурсосбережение связано с рациональным использованием ресурсов и повышением эффективности их применения [1]. Федеральный закон № 261-ФЗ закрепляет общую направленность государственной политики на энергосбережение и повышение энергетической эффективности [2]. Однако в деятельности НИИ радиосвязи ресурсосберегающий эффект формируется не только за счет энергетической экономии. Существенное значение имеют трудовые, временные, материальные и организационно-технические ресурсы.

Замена измерительного оборудования является типовым примером комплексного ресурсосберегающего проекта. Старые приборы могут иметь повышенное энергопотребление, длительное время прогрева, низкую скорость измерений, ограниченную цифровую совместимость и высокую потребность в ремонте. Современные модели, напротив, могут обеспечивать более высокую точность, автоматизацию операций, снижение трудоемкости и сокращение числа повторных измерений. Поэтому экономический эффект от замены оборудования должен оцениваться не только через прямую экономию электроэнергии, но и через совокупность дополнительных результатов.

Традиционной основой оценки инвестиционных проектов выступает сопоставление затрат и результатов с учетом фактора времени. В методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов используются показатели чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности, индекса доходности и срока окупаемости [4]. Эти показатели необходимы для обоснования финансовой целесообразности проекта, но для ресурсосберегающих проектов в научно-исследовательской сфере они являются недостаточными.

Ограниченность только финансового подхода проявляется в том, что он не всегда отражает техническую пригодность оборудования. Например, более дешевый прибор может иметь меньшую стоимость приобретения и

приемлемый срок окупаемости, но уступать по диапазону частот, точности измерений, межповерочному интервалу или совместимости с существующими методиками. Для НИИ радиосвязи такие параметры являются критичными, поскольку от них зависит возможность выполнения испытаний и качество получаемых результатов. Следовательно, методика оценки должна сочетать инвестиционный анализ с многокритериальным сравнением вариантов.

В работах О.Е. Кропотиной подчеркивается необходимость учета не только экономического, но и социально-экономического эффекта ресурсосберегающих инноваций [5, с. 82-89]. Такой подход применим к проектам модернизации измерительного оборудования, поскольку их результат проявляется в снижении затрат, улучшении условий труда, сокращении ручных операций и повышении надежности исследовательского процесса. Аналитические процедуры оценки ресурсосберегающих технологий также должны учитывать организационно-технический результат модернизации [6, с. 152-154].

Комплексная методика оценки проекта замены измерительного оборудования должна включать несколько этапов. На первом этапе определяется объект оценки и формируется перечень альтернативных вариантов оборудования. На втором этапе устанавливаются обязательные технические требования: диапазон частот, точность, погрешность, возможность поверки, совместимость с действующими методиками и соответствие задачам лаборатории. На третьем этапе проводится расчет энергетического, трудового и эксплуатационного эффекта. На четвертом этапе выполняется инвестиционная оценка проекта. На заключительном этапе рассчитывается интегральный показатель эффективности и выбирается наиболее предпочтительный вариант.

Таблица 1.

Критерии комплексной оценки проекта замены измерительного оборудования

Группа критериев	Критерий	Значение для оценки проекта
Финансовые	Стоимость приобретения, NPV, IRR, срок окупаемости	Показывают финансовую целесообразность проекта и возврат вложений
Энергетические	Потребляемая мощность, режимы работы, тариф	Определяют прямую экономию электроэнергии и денежных затрат
Трудовые	Время настройки, измерения и обработки результата	Позволяют рассчитать экономию рабочего времени инженерного персонала
Технические	Точность, диапазон частот, погрешность	Характеризуют пригодность прибора для задач радиосвязи
Эксплуатационные	Надежность, межповерочный интервал, ремонтпригодность	Отражают устойчивость работы оборудования и совокупную стоимость владения
Организационные	Совместимость, автоматизация, цифровые интерфейсы	Влияют на интеграцию прибора в лабораторную инфраструктуру

Представленная система критериев показывает, что проект замены оборудования должен оцениваться не по одному показателю, а по совокупности параметров. Для НИИ радиосвязи особенно важны технические и эксплуатационные критерии, поскольку снижение затрат не имеет практического смысла, если новое оборудование не обеспечивает требуемую точность или не может применяться в действующих измерительных процедурах.

Расчет прямого энергетического эффекта целесообразно начинать с определения разницы между потреблением старого и нового оборудования. В базовом виде годовая экономия затрат на электроэнергию может быть представлена формулой: $Ээл = (Рст - Рнов) \times Т \times Кз \times Сэл$, где $Рст$ и $Рнов$ — потребляемая мощность старого и нового оборудования, $Т$ — годовой фонд работы, $Кз$ — коэффициент загрузки, $Сэл$ — тариф на электроэнергию. Однако для измерительных приборов такой расчет следует уточнять с учетом режимов эксплуатации.

В лабораторной практике оборудование не всегда работает в одинаковом режиме. Можно выделить режим ожидания, прогрева, активного

измерения, обработки данных и простоя во включенном состоянии. Для каждого режима потребляемая мощность и продолжительность работы могут различаться. Поэтому более точной является режимная модель расчета, при которой годовая экономия определяется как сумма разностей энергопотребления по каждому режиму работы. Такой подход позволяет избежать завышения или занижения ожидаемого эффекта.

Дополнительное значение имеет тарифный фактор. В соответствии с правилами функционирования розничных рынков электрической энергии стоимость электроэнергии для юридических лиц зависит от условий энергоснабжения, категории потребителя и порядка расчетов [3]. Если организация использует дифференцированные тарифы по зонам суток, то расчет экономии следует проводить отдельно по дневной, ночной и иной тарифной зоне. Это особенно важно для лабораторий, где испытания могут проводиться неравномерно или в несколько смен.

Второй блок методики связан с расчетом экономии трудовых ресурсов. Новое оборудование может сокращать время подготовки, настройки, измерения, обработки результатов и оформления протоколов. Экономия трудовых затрат может быть рассчитана по формуле: $Э_{тр} = (t_{ст} - t_{нов}) \times N \times Сч$, где $t_{ст}$ и $t_{нов}$ — трудоемкость одной операции на старом и новом оборудовании, N — количество операций за год, $Сч$ — стоимость одного человеко-часа специалиста. Для получения достоверных данных целесообразно проводить хронометраж сопоставимых операций.

Трудовой эффект особенно важен для НИИ радиосвязи, поскольку работа с измерительным оборудованием требует квалифицированного инженерного труда. Если современный прибор позволяет автоматически сохранять результаты, быстрее выполнять настройку и сокращать число ручных операций, высвобождается рабочее время специалистов. Это время может быть направлено на выполнение других исследовательских задач, что повышает общую производительность лаборатории.

Третий блок оценки включает косвенные эффекты. К ним относятся снижение затрат на ремонт, сокращение простоев, уменьшение количества повторных измерений и снижение риска брака. Экономия на ремонте определяется как разница между годовыми затратами на обслуживание старого и нового оборудования. Экономия от сокращения простоев рассчитывается через разницу времени простоев и стоимость одного часа простоя. Экономия от снижения брака может определяться через уменьшение количества повторных испытаний и стоимости одного случая ошибки или повторной операции.

Включение косвенных эффектов является принципиально важным для комплексной оценки. В ряде случаев прямое снижение энергопотребления может быть умеренным, но проект все равно остается эффективным за счет повышения точности измерений, ускорения испытаний и уменьшения эксплуатационных рисков. Если эти результаты не включать в расчет, проект модернизации может быть ошибочно признан недостаточно выгодным.

После определения прямых и косвенных эффектов проводится финансовая оценка проекта. Первоначальные инвестиционные затраты должны включать не только цену оборудования, но и доставку, монтаж, пусконаладку, первичную поверку, обучение персонала, программное обеспечение и адаптацию к существующей инфраструктуре. Такой подход соответствует логике совокупной стоимости владения и позволяет избежать искажения результата при сравнении альтернативных вариантов.

Чистый дисконтированный доход проекта определяется как разница между приведенной стоимостью будущих денежных потоков и первоначальными инвестициями. Для ресурсосберегающего проекта денежный поток формируется преимущественно за счет экономии затрат: электроэнергии, труда, ремонта, обслуживания, простоев и повторных операций. Если NPV больше нуля, проект может рассматриваться как финансово эффективный. Однако окончательное решение должно учитывать не только NPV, но и ресурсные и технические параметры.

Для объединения разных параметров целесообразно использовать интегральный показатель эффективности. В общем виде он может быть представлен как $I_{\text{эф}} = \alpha \times I_{\text{фин}} + \beta \times I_{\text{рес}}$, где $I_{\text{фин}}$ — интегральный финансовый показатель, $I_{\text{рес}}$ — интегральный показатель ресурсоэффективности, α и β — весовые коэффициенты. При этом $I_{\text{фин}}$ отражает финансовый результат проекта, а $I_{\text{рес}}$ — способность выбранного варианта оборудования обеспечивать снижение ресурсных затрат и повышение качества исследовательского процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности формируется на основе нормированных критериев: точности измерений, диапазона частот, погрешности, мощности в разных режимах работы, производительности, надежности, межповерочного интервала, совместимости и уровня автоматизации. Весовые коэффициенты критериев могут определяться экспертным путем. Для этого применим метод анализа иерархий Т. Саати, который позволяет формализовать сравнение критериев и рассчитать их относительную значимость [9].

Экспертная оценка должна проводиться с участием специалистов, непосредственно связанных с эксплуатацией измерительного оборудования: инженеров-испытателей, метрологов, руководителей лабораторий, экономистов и сотрудников службы эксплуатации. Такой состав экспертной группы позволяет учесть не только экономические, но и технические ограничения. Например, для НИИ радиосвязи точность, диапазон частот и метрологическая совместимость могут иметь больший вес, чем минимальная цена оборудования.

Завершающим элементом методики является анализ чувствительности. Он позволяет определить, как изменится эффективность проекта при изменении ключевых параметров: стоимости оборудования, тарифа на электроэнергию, коэффициента загрузки, количества измерений, ставки дисконтирования, стоимости человеко-часа и затрат на обслуживание. Для НИИ радиосвязи также важно учитывать отраслевые риски: неравномерность

загрузки лабораторий, удлинение согласований при закупке, ограничения по доступности оборудования и риск несовместимости новых приборов с действующими методиками.

На практике целесообразно рассматривать как минимум три сценария: базовый, оптимистический и пессимистический. Базовый сценарий строится на наиболее вероятных значениях исходных данных. Оптимистический сценарий предполагает более высокую загрузку оборудования, рост тарифов и полное проявление трудового эффекта. Пессимистический сценарий учитывает рост первоначальных затрат, снижение загрузки и дополнительные расходы на адаптацию. Если проект остается эффективным даже в пессимистическом сценарии, его реализация является более устойчивой с управленческой точки зрения.

Таким образом, комплексная оценка эффективности проекта замены измерительного оборудования в НИИ радиосвязи должна основываться на сочетании инвестиционного анализа и многокритериального подхода. Финансовые показатели показывают экономическую целесообразность проекта, но не отражают всего ресурсосберегающего результата. Поэтому их необходимо дополнять энергетическими, трудовыми, техническими, эксплуатационными и организационными критериями.

Предлагаемый подход позволяет рассматривать модернизацию измерительного оборудования не как разовую покупку нового прибора, а как комплексный ресурсосберегающий проект. Его результат выражается в снижении энергопотребления, сокращении трудоемкости измерений, уменьшении простоев, повышении точности и улучшении надежности лабораторной инфраструктуры. Для организаций, выполняющих исследования и разработки в области радиосвязи, именно такой подход обеспечивает более обоснованное принятие управленческих решений.

Заключение

Проект замены измерительного оборудования в НИИ радиосвязи имеет комплексный характер и не может быть оценен только по цене приобретения

или сроку окупаемости. Его эффективность формируется за счет совокупности прямых и косвенных результатов: экономии электроэнергии, сокращения трудозатрат, снижения расходов на ремонт, уменьшения простоев, повышения точности измерений и улучшения организации лабораторных процессов.

Наиболее обоснованным является применение комплексной методики, объединяющей финансовый, энергетический, трудовой, технический и эксплуатационный блоки оценки. Такая методика позволяет сравнивать альтернативные варианты оборудования не только по стоимости, но и по их способности обеспечивать ресурсосберегающий и организационно-технический эффект.

Для научно-исследовательских организаций, выполняющих разработки в области радиосвязи, особое значение имеет учет специфических критериев: точности измерений, диапазона частот, метрологической совместимости, надежности, межповерочного интервала и возможности автоматизации. Поэтому итоговое решение о замене оборудования должно приниматься на основе интегрального показателя эффективности и анализа чувствительности, а не только на основе прямой экономии ресурсов.

Использованные источники:

1. ГОСТ Р 52104-2003. Ресурсосбережение. Термины и определения. — М.: Госстандарт России, 2004.

2. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ: с изм. и доп.

3. Российская Федерация. Постановления Правительства. О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии: Постановление Правительства Российской Федерации от 04.05.2012 № 442: с изм. и доп.

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: вторая редакция, исправленная и дополненная: утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ от 21.06.1999 № ВК 477.

5. Кропотина О.Е. Особенности оценки социально-экономической эффективности ресурсосберегающих инноваций // Вестник УГТУ-УПИ. — 2006. — № 9(80). — С. 82–89.

6. Белоусов А.И., Марченко Н.Е. Аналитические процедуры в оценке эффективности ресурсосберегающих инновационных технологий // Terra Economicus. — 2012. — Т. 10. — № 1–3. — С. 152–154.

7. Мезенцева О.В., Мезенцева А.В. Экономический анализ в коммерческой деятельности: учебное пособие для СПО. — 3-е изд. — Саратов; Екатеринбург: Профобразование; Уральский федеральный университет, 2024. — 230 с.

8. Цибульников В.Ю. Инвестиционный анализ: учебное пособие. — Томск: ФДО, ТУСУР, 2015. — 142 с.

9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

10. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования // Научная электронная библиотека monographies.ru. — URL: <https://monographies.ru/en/book/section?id=12752> (дата обращения: 06.05.2026).