

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

С.В. Гужов

**Методы определения и способы подтверждения
энергосберегающего эффекта
в системах тепло- и электроснабжения**
Монография

Москва
Издательство МЭИ
2015

УДК 65
Г 936

Утверждено учебным управлением МЭИ
Подготовлено в отделе энергоменеджмента НИУ «МЭИ»
Рецензенты: зав. кафедрой теплообменных процессов и установок,
докт. техн. наук А.Б. Гаряев,
Генеральный директор ООО «Энергия оптимум» С.Л. Дубов

Гужов С.В.

Г 936 Методы определения и способы подтверждения энерго-сберегающего эффекта в системах тепло- и электроснабжения: монография / С.В. Гужов. — М.: Издательство МЭИ, 2015. — 112 с.

ISBN 978-5-7046-1576-7

Представлены основные положения, структура, содержание и области применения энергосервисных договоров в Российской Федерации. Рассмотрены альтернативные виды государственно-частного партнерства, приведены результаты их сравнения, методика оценки социальной эффективности внедрения энергосберегающих технологий.

Предпринята попытка систематизации накопленного опыта в части технико-экономической оценки достигаемого энергосберегающего эффекта с учетом сопоставимых условий.

Для руководителей и главных инженеров бюджетных организаций, стремящихся внедрить и рассчитать достигнутый эффект от энергосберегающих мероприятий. А также может быть использована при изучении дисциплин: «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях», «Энергообеспечение предприятий», «Энергоаудит и энергосбережение», «Энергосбережение в электроэнергетике», «Электроснабжение промышленных предприятий». Будет полезна при подготовке бакалавров и инженеров теплоэнергетических специальностей, магистров техники и технологии, специалистов по энергоаудиту и энергосервису.

УДК 65

ISBN 978-5-7046-1576-7

© Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Энергосервисный договор и области его применения	5
1.1. Энергосервисный договор и его виды	5
1.2. Социальная эффективность внедрения энергосберегающих технологий	14
Глава 2. Оценка экономической эффективности энергосберегающих проектов на основе энергосервисного договора	21
Глава 3. Доступные и экономически целесообразные энергосберегающие мероприятия	44
3.1. Индикаторы эффективности энергосберегающих мероприятий	44
3.2. Энергосберегающие мероприятия в системе силового электрооборудования здания	45
3.3. Энергосберегающие мероприятия в системе электроосвещения здания	57
3.4. Энергосберегающие мероприятия в системе теплоснабжения здания	65
3.5. Энергосберегающие мероприятия в системе водоснабжения и канализации здания	74
3.6. Энергосберегающие мероприятия, связанные с изменениями в ограждающих конструкциях здания	75
Глава 4. Обоснование эффективности энергосберегающих проектов в сопоставимых условиях с учетом факторов риска и неопределенности	84
Список литературы	104

ВВЕДЕНИЕ

Управление деятельностью предприятия — комплексная многофакторная задача, требующая индивидуального подхода и тщательного обоснования каждого решения. Основные грани управленческой деятельности для любого предприятия следующие: управление персоналом, работа с потребителями, финансовая и операционная деятельности. При достижении правильно подобранного баланса каждого из факторов, организация обретает устойчивость развития, низкие издержки, высокую прибыль. Одним из факторов, влияющих на прибыль, является энергоемкость создаваемой продукции и оказываемых услуг. В случае избыточного потребления энергоресурсов в организации стоимость продукции и услуг будут менее конкурентоспособными в своем сегменте рынка. Поэтому руководитель любой организации стремится к целесообразному снижению энергоемкости либо самостоятельно, либо опираясь на рекомендации ISO 50001 — Международного регламентирующего стандарта «Системы энергосбережения», либо привлекая специалистов. Целесообразность внедрения одного или группы энергосберегающих мероприятий (ЭСМ) оценивается как в техническом, так и в экономическом аспектах.

Наиболее целесообразно внедрять энергосберегающие мероприятия в изношенных зданиях, а также в зданиях с высокими удельными расходами потребляемых энергоносителей. Перспективными для серийного внедрения энергосберегающих мероприятий представляются здания бюджетных организаций, строящихся по типовым проектам.

Развитый рынок технологий для систем электро-, тепло-, водоснабжения предлагает множество решений, заявляемых производителями в качестве энергосберегающих. Для руководителя бюджетной организации выбор наиболее целесообразной к внедрению технологии — сложная задача. Ее решение в числе прочего требует систематизации имеющейся информации по энергосберегающим технологиям, понимания индикаторов их энергоэффективности. Техническая и экономическая оценка ежемесячно достигаемого энергосберегающего эффекта также достаточно важная и сложная задача.

Особую сложность представляет расчет энергосберегающего эффекта в сопоставимых условиях, т.е. с учетом факторов, влияющих на объемы потребляемых энергоресурсов и одновременно зависящих от неконтролируемых человеком условий. Без подобного расчета становится невозможным выявить какая экономия энергоресурсов была достигнута за счет внедрения энергосберегающего мероприятия, а какая — за счет сторонних, природных или, например, случайных факторов. Примером неконтролируемых факторов может служить температура наружного воздуха, от которой зависит теплопотребление здания, или эпидемия гриппа, снижающая электропотребление здания из-за отсутствия некоторых сотрудников.

Глава 1

ЭНЕРГОСЕРВИСНЫЙ ДОГОВОР И ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Энергосервисный договор и его виды

С начала XX в. качественно изменилось положение человечества в мире: хозяйственная деятельность общества по своей величине стала силой планетарного масштаба, сравнимой с глобальными вещественно-энергетическими процессами. К началу XXI в. человечество создало искусственную среду обитания, которая в десятки и сотни раз продуктивнее естественной среды.

По прогнозам сопредседателя «Института мировых идей» А.В. Чикунова, сделанным 31.10.2012 г. на Московском международном форуме инновационного развития «Открытые инновации», в будущем человечество ожидает три кризиса: пищевой, транспортный, энергетический [1]. В целях предотвращения энергетического кризиса правительства стран осуществляют ряд мероприятий технического, организационного, законодательного характеров. В Российской Федерации разработан и внедрен в Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [2], где даны основные направления энергосбережения в России, необходимые к реализации на ближайшую и среднесрочную перспективу. Начиная с 2009 г. также принято свыше 70 нормативно-правовых актов, которые регулируют отношения в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В ходе реализуемых мероприятий, принятых в рамках госпрограммы, в 2011 г. удалось добиться снижения энергоемкости ВВП на 2 %, в 2012 — 3,2 %, в 2013 — на 5 % (по сравнению с 2010 г.) [3].

Цели и задачи долгосрочного развития энергетического сектора страны на период до 2050 г., приоритеты и ориентиры, а также механизмы государственной энергетической политики на отдельных этапах ее реализации, обеспечивающие достижение намеченных целей, описаны в «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2030 года».

Взаимодействие человека и природы, общества и среды его обитания в результате бурного роста промышленного производства с многоотходными технологиями, достигает планетарных форм и размеров.

Все чаще звучит точка зрения о глобальной угрозе самому существованию человечества вследствие истощения природных ресурсов и опасного для жизни человека загрязнения окружающей среды его обитания. Именно этими противоречиями во взаимоотношениях общества и природы определяется существо эколого-, ресурсо-, энерго-сберегающих проблем.

Проблема адаптации моделей поведения человека к постоянному изменению биосферы и техносферы крупных городов требует не просто изучения различных аспектов воздействия человека на среду обитания — она требует создания системы знания, позволяющей учесть сложнейшее переплетение взаимовлияющих факторов, которое и определяет сложность возникающих задач. Труднейшие сами по себе — экономические, социальные, экологические, политические и другие проблемы — оказались связанными воедино с проблемой энерго-, ресурсо-, экологосберегающей модернизации инфраструктуры строений с достижением наибольшего физиологического и психологического комфорта всех целевых групп населения для данного здания. Стоит отметить незначительный объем работ, описывающих методологию оценки инновационных проектов по влиянию на качество жизни.

В аспекте внедрения энергосберегающих технологий наиболее сложными являются объекты, соединяющие в себе длительное пребывание разновозрастных групп населения — образовательные и медицинские организации. В зданиях таких организаций необходимо дополнительно учитывать социальный аспект вносимых изменений.

Каждая бюджетная организация нуждается в индивидуальной степени и глубине внедрения стандартов энергосбережения, отраженных в ISO 50001 «Системы энергоменеджмента». Процесс внедрения энергосберегающих технологий и модернизации инженерных сетей в целях повышения их энергетической эффективности является циклическим. Правильная его интерпретация — рассмотрение по «Реалистичной модели стратегического процесса» Джона-Скоулза (рис. 1.1), позволяющей описать внедрение как стандартный бизнес-процесс.

Актуален вопрос выбора механизма реализации договора на оказание энергосберегающих услуг. Законодательством РФ предоставлено несколько механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП): лизинг, концессионное соглашение, энергосервисный договор.

Лизинг — форма отношений, при которых энергосберегающее оборудование поставляется в долгосрочную, как правило операционную аренду с правом последующего выкупа. Особенности модели ГЧП на основе лизинга такие:



Рис. 1.1. Циклическая модель менеджмента энергосберегающих мероприятий



Рис. 1.2. Организационная модель ГЧП на основе лизинга

- 1) модель подразумевает большое количество участников (рис. 1.2), что означает увеличение накладных расходов и рисков срывов проекта;

- 2) усложнение договорной части. Необходимо дополнительное экспертное сопровождение независимой специализированной организации;
- 3) законодательная необходимость в страховой компании, дополнительные затраты на содержание которой приводят к увеличению срока окупаемости проекта;
- 4) лизингодателю необходимы предоставление государственных гарантий на выполнения проекта и условий возврата средств, получение которых представляет существенную сложность;
- 5) бюджетная организация обременена договором сублизинга для эксплуатации энергосберегающего оборудования, увеличивающего общий срок окупаемости проекта.

Модель лизинга хоть и может быть использована в ГЧП, но на практике к ней прибегают относительно редко.

Концессионное соглашение в ГЧП рекомендовано Федеральным Законом от 21.06.2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях». Концессия — форма договора о передаче, осуществляемой на возмездной основе, на определенный срок в пользование комплекса исключительных прав, принадлежащих правообладателю. Объектом договора может быть передача прав, в том числе на эксплуатацию зданий бюджетных организаций либо оборудования инженерных коммуникаций. По сравнению с моделью лизинга, концессия может не использовать структуры лизингодателя, страховой компании, что снижает финансовое бремя всего проекта. Отрицательные особенности следующие:

- 1) концессионное соглашения заключается между органом государственного управления и исполнителем, что ослабляет роль руководителя бюджетной организации;
- 2) концессионное соглашение по энергосбережению в бюджетных организациях — это соглашение, по которому объекты бюджетной организации передаются концессионеру для строительства нового и/или модернизации существующего имущества на срок до 50 лет. Долгий срок реализации проекта существенно снижает его инвестиционную привлекательность.

Энергосервисный договор (ЭСД) предложен в законе 261-ФЗ [2]. ЭСД — форма инвестиционного договора, при котором внедрение энергосберегающих мероприятий осуществляется за счет инвестора без привлечения средств заказчика, а инвестиции возвращаются за

счет средств, полученных от достигнутой экономии энергетических ресурсов. Преимуществами энергосервисного договора на оказание услуг являются:

- 1) минимальная договорная нагрузка на бюджетную организацию;
- 2) все риски ложатся на исполнителя энергосервисного договора;
- 3) отсутствие необходимости предоставления государственной гарантии из дополнительного финансирования органа государственного управления;
- 4) эффективность может оцениваться независимой профессиональной организацией (рис. 1.3), что существенно снижает риски возникновения спорных ситуаций.

В рамках выполнения задачи по повышению энергетической эффективности бюджетных организаций с использованием ГЧП, наиболее привлекательным представляется использование механизма энергосервисного договора.

В договоре на оказание энергосберегающих услуг выделяют как минимум шесть сторон. Методики расчета технико-экономической эффективности энергосберегающих проектов для каждой из сторон различны.

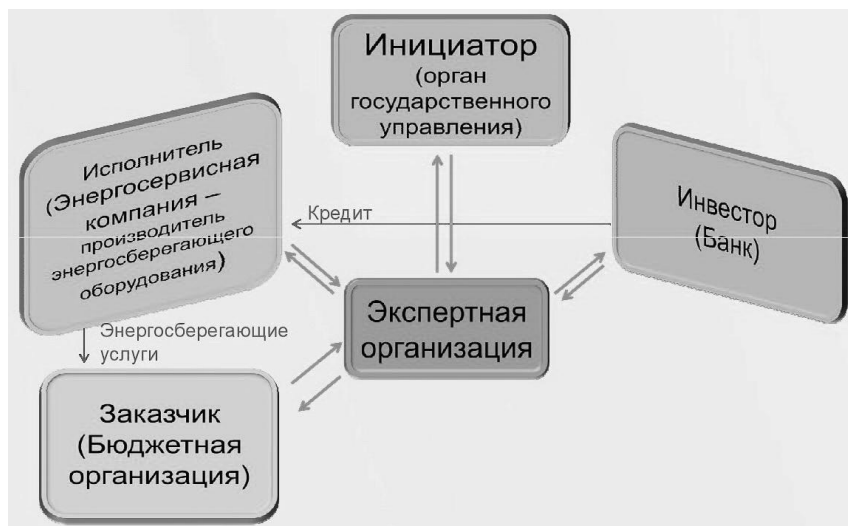


Рис. 1.3. Организационная модель ГЧП на основе энергосервиса

1. Инициатор — главный распорядитель бюджетных средств (ГРБС), т.е. орган государственной власти (государственный орган), орган управления государственным внебюджетным фондом, орган местного самоуправления, орган местной администрации, а также наиболее значимое учреждение науки, образования, культуры и здравоохранения, указанное в ведомственной структуре расходов бюджета, имеющие право распределять бюджетные ассигнования и лимиты бюджетных обязательств между подведомственными распорядителями и (или) получателями бюджетных средств [4, ст. 6].

Методика данных расчетов имеет устоявшийся общепринятый математический аппарат, исследование которого не ставится целью настоящей работы.

2. Заказчик — орган исполнительной власти, территориальные органы исполнительной власти и др.

В качестве индикаторов результативности проекта выступают экономические показатели, отображающие снижение затрат на потребляемые энергоресурсы, увеличение сроков эксплуатации модернизируемых инженерных систем, снижение ежегодных эксплуатационных расходов, снижение себестоимости основных и сопутствующих услуг.

3. Исполнитель — энергосервисная компания (ЭСКо), осуществляющая энергосберегающую деятельность в рамках договора на оказание энергосервисных услуг.

Индикаторами успешной реализации энергосервисного договора служат показатели, отображающие минимальные капитальные затраты на реализацию энергосберегающего мероприятия, минимальные ежегодные текущие затраты на сопровождение энергосберегающего мероприятия, минимальные сроки окупаемости, получение максимальной прибыли за срок действия энергосервисного договора.

4. Инвестор — как правило банк, оказывающий Исполнителю услуги по обеспечению исполнителя дополнительным объемом денежных средств, необходимых для качественной реализации исполнителем условий энергосервисного договора.

На начальном этапе оценки проекта анализируются индикаторы, отображающие надежность проекта и возможные риски, надежность энергосервисной организации, минимальный срок погашения инвестиций исполнителем, иногда — экологический аспект

проекта. Вопросы расчета актуальных для потребителя индикаторов обладают комплексностью, ярко выраженной социальной направленностью, малой корреляцией с экономическими показателями проекта. На последующих этапах показатели коммерческой эффективности проекта учитывают финансовые затраты на реализацию проекта и затраты на его сопровождения [5, п. 2, подп. 2.1].

5. Потребитель — группы людей, пользующиеся достигнутыми улучшениями в процессе выполнения своих непосредственных обязанностей. В рамках образовательных организаций пользователями могут быть, например, обучающиеся и их родители, для медицинских организаций — больные и посетители, для музеев — посетители и персонал.

Для потребителя результатов энергосервисного договора характерно полное отсутствие интереса к экономическим результатам проекта. Наибольшее внимание уделяется вопросам комфорта, сохранения здоровья, комплексного развития обучающегося в преобразованной среде образовательной организации и другим социально значимым вопросам.

6. Эксперт — организация, осуществляющая экспертную и (или) сопроводительную деятельность, необходимую иным сторонам на различных этапах реализации энергосберегающих проектов. Эксперты, как правило, пользуются собственными уникальными методиками, либо используют программные продукты дружественных производителей энергосберегающей продукции.

Перечисленные стороны, представители разных групп заинтересованных сторон, по разному могут оценивать свои потребности, эффекты от внедрения энергосберегающих технологий, риски.

Вопросы функционально-организационного развития экономики организаций, а также укрепления экономической безопасности рынка собственности с привлечением механизма государственно-частного партнерства рассматриваются в работах: Жилиной О.А. [6], Фомина Г.Б. [7], Якубова Т.В. [8], Чумачкова Д.В. [9], Терехина В.А. [10], Емельянова Ю.С. [11], Новикова В.С. [12] и др.

Вопросы технико-экономического анализа и оценки экономической эффективности проектов ГЧП рассматриваются в работах: Трачука С.С. [13], Рябуценко О.А. [14], Каданя А.Я. (экономические основы ГЧП) [15], Бердниковой Н.А. [16], Пыльновой Е.В. [17] и др. Вопросы концепции и механизмов развития управления заинтересованными сторонами в процессе модернизации инженерных служб

образовательных комплексов и мезосистем: Хамбичев Б.Б. [18], Селезнев П.Л. [19], Шевчук Е.В. [20], Зданевич У.А. [21], Кондратьев Э.В. [22], Шаймиева Э.Ш. [23], Куц В.И. [24], Круглов В.Н. [25], Жигайло В.В. [26], Леонова Ж.К. [27], Шулешко А.Н. [28].

Финансовая сторона ЭСД может быть условно разделена на две части. В первой части — ЭСКо закупает полный комплект энергосберегающего оборудования, а также осуществляет полный комплекс строительно-монтажных и пуско-наладочных мероприятий со всеми неотделимыми улучшениями. Заказчик на этом этапе вправе не осуществлять никаких инвестиционных и монтажных действий. На втором этапе — эксплуатации установленного оборудования, бюджетная организация обязана перечислять денежные средства энергосервисной компании в размере, пропорциональном достигнутому энергосберегающему эффекту в сопоставимых условиях. В случае недостижения энергосберегающего эффекта, никаких перечислений в пользу исполнителя не осуществляется. Данные риски ЭСКо несет полностью на себе. Дополнительные риски ЭСКо такие:

- 1) неверное определение базового уровня;
- 2) неверная оценка технического эффекта энергосберегающего мероприятия;
- 3) недостаточное качество технического обслуживания энергосберегающего оборудования на всем сроке энергосервисного договора;
- 4) неверная оценка бухгалтерией экономического эффекта энергосберегающего мероприятия;
- 5) несоблюдение образовательной организацией режимов и условий эксплуатации энергосберегающего оборудования;
- 6) финансово-экономические риски энергосервисной компании:
 - а) непреднамеренное занижение стоимости проекта, скрытые затраты;
 - б) нестабильность ставки кредита банка;
 - в) несоблюдение заказчиком платежного графика;
 - г) штрафы за несоблюдение условий перед образовательной организацией;
 - д) малая прогнозируемость тарифов на виды энергоресурсов, подлежащих к экономии на объекте заказчика;
 - е) риски дополнительных затрат при неплановом ремонте энергосберегающего оборудования на протяжении всего срока энергосервисного договора, выход иных сопоставимых условий за прогнозные пределы.

Для снижения части рисков необходимо точно определить предполагаемый энергосберегающий эффект от модернизации оборудования заказчика. Анализ объемов потребления энергоресурсов невозможен без статистических данных. Поэтому предварительным требованием началу работ является наличие работоспособных приборов учета. Введение регулярного аудита позволяет ТОП-менеджерам получать актуальные отчеты состоянию инженерных коммуникаций, а также рекомендации по повышению их энергетической эффективности.

Исходя из сказанного становится ясно, что энергосервисные компании перед внедрением современных технологий должны быть абсолютно уверены в достижимости требуемого энергосберегающего эффекта, его измеримости и стабильности. В противном случае проект неминуемо будет убыточным. Проведенный анализ [29], [30], [31] показал, что основные стимулы к внедрению энергосберегающих мероприятий следующие: сокращение эксплуатационных затрат и повышение удовлетворенности потребителей результатами улучшений. К ЭСМ, способным создать такие проекты, могут быть отнесены либо технологии с низкой капиталоемкостью с установкой дополнительного оборудования, либо технологии средней капиталоемкости с заменой старого оборудования на более новое, либо проекты с высокой капиталоемкостью, связанные со строительством и монтажом объектов инженерной инфраструктуры.

Для достижения максимальной экономической эффективности важно в начале проекта выполнить не только корректный технико-экономический анализ нескольких вариантов решений, но и анализ социальной эффективности [32]. Тогда комплексная эффективность будет характеризоваться системой индикаторов и показателей, отражающих задачи и результаты всех заинтересованных сторон участников ЭСД. Методика расчета должна учитывать существенную разнотипность показателей каждого из участника проекта, представляющих собой и качественные, и количественные оценки успешности проекта [32, подп. 1.3].

Несмотря на показанные сложности для заказчика и исполнителя, энергосервисные договоры используются на всей территории РФ. По результатам за 2011—2013 гг. республика Якутия стала лидером по количеству и стоимости энергосервисных договоров, заключенных с государственными и муниципальными заказчиками. По информации РБК.Research «Российский рынок энергосервиса — 2014» на начало

2014 г. десятью ЭСКо в Якутии заключено 133 энергосервисных договора, охватывающих 196 учреждений дошкольных и общеобразовательных учреждений и др., а также 189 объектов жилищного фонда в 16 муниципальных образованиях. В 2011 г. стоимость заключенных ЭСД в Якутии составила 53 % от общей стоимости договоров, заключенных в соответствии с требованиями Закона ФЗ-94 «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд», в 2012 г. — 38,5 %, в 2013 г. — 46,6 % [33].

Исходя из этого можно сделать вывод о применимости механизма энергосервисного договора для реализации энергосберегающих проектов в бюджетных организациях. Наряду с прочими сложностями выделяется задача точного и достоверного расчета получаемых эффектов для потребителя, заказчика и исполнителя энергосервисного договора.

1.2. Социальная эффективность внедрения энергосберегающих технологий

На предварительной стадии анализа энергосберегающих проектов учитывается полезность энергосберегающих проектов для государства [34, приложение 6, п. 6.3.3]. На данном этапе в инвестиционных программах еще не конкретизируются результаты ни в производственной, ни в научно-технической сфере, а содержится только предварительная информация. Анализ может осуществляться, например, в две стадии.

- I. Структуризация приоритетных направлений, выполняемая как системный анализ проблемы их реализации, выявление ее составляющих и оценка возможности решения возникающих задач в рамках имеющихся и доступных средств. Методы реализации этой стадии являются экспертно-аналитическими и включают построение дерева целей, дерева проблем, анализ достижимости задач за счет реализации и др.
- II. Формирование предварительных программ реализации проекта в целом или его укрупненных составляющих с опорой на программно-целевые методы.

Одновременно должна оцениваться верхняя граница возможных затрат, которая впоследствии будет служить основанием для следующих этапов работ.

Систематизации методов анализа эффективности проектов посвящено значительное количество работ, составляющих основу теорий экономического развития мировых и отечественных организаций. В России распространена методика оценки общественной и экономической эффективности инвестиционного проекта [35], [36], [5] (рис. 1.4), в которой вопросы оценки экономической эффективности проекта обосновываются в ТЭО второго этапа с учетом всех индивидуальных особенностей каждого проекта. При этом инструменты оценки социальной и экономической эффективности проекта на первом этапе разработаны слабо.

Оценку удовлетворения потребностей заказчика от энергосберегающих мероприятий удобно осуществлять методами общей теории организации производства. Например, принцип сопряженности [37] состоит в прогнозировании и обеспечении непрерывной работы за счет использования комплексной системы индикаторов деятельности организации.

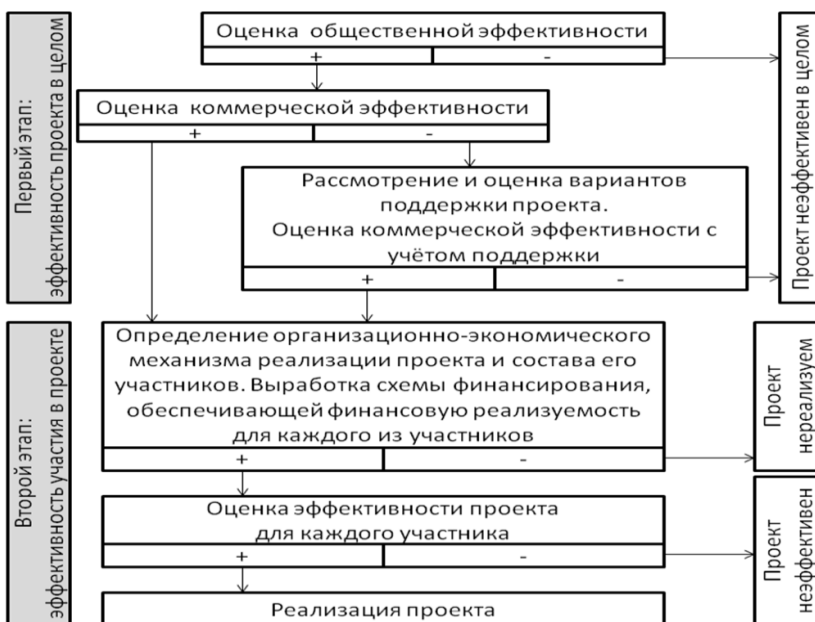


Рис. 1.4. Структурная схема оценки эффективности инвестиционного проекта

Следующие 100 страниц новизны Вы можете получить в магазине НИЦ «МЭИ», либо у автора.

Буду благодарен за отзывы.

GuzhovSV@yandex.ru

С уважением, Гужов Сергей Вадимович

к.т.н., доцент НИУ «МЭИ», Master of Business Administration (MBA)