

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕРЕСОВ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Одним из приоритетных направлений развития современной российской экономики является повышение ее энергетической эффективности. Однако это развитие сдерживается рядом факторов, включая отсутствие четкого видения того, кто является получателем выгоды от этого процесса и в чем заключается эта выгода. В настоящей работе сформулированы предпосылки и разработаны общие подходы к составлению экономико-математической модели, в которой будут формализованы отношения между различными заинтересованными сторонами, понятия мотивации (внутренние и внешние побуждения), ограничения и барьеры, управляющие (регулирующие) воздействия на данный процесс со стороны государства. В работе также выделены заинтересованные стороны и определены их интересы.

Ключевые слова: энергоэффективность, системный анализ, потоки топливно-энергетических ресурсов, финансовые потоки.

Экономика современной России располагает огромными запасами природных энергетических ресурсов и в то же время остается одной из самых энергоемких в мире. По официальным данным [1], энергоемкость валового внутреннего продукта России в 2,5 раза выше среднемирового уровня и в 2,5–3,5 раза выше, чем в развитых странах, а уровни энергоемкости производства важнейших отечественных промышленных продуктов выше среднемировых в 1,2–2 раза.

Именно этим обусловлена постановка задачи повышения энергетической эффективности. Следует иметь в виду, что повышение энергетической эффективности экономики не означает общего снижения энергопотребления (хотя этот процесс также может иметь место). Основной контролируемый параметр – энергоемкость ВВП, т. е. количество энергии, расходуемой на единицу произведенных товаров, услуг, выраженных в стоимостных единицах. Целе-

вой показатель – снижение на 40 % к 2020 г. по отношению к уровню 2007 г. [2].

Поэтому на сегодняшний день приоритетным направлением развития российской экономики является снижение ее энергоемкости и повышение энергетической эффективности.

По различным оценкам технический потенциал снижения энергопотребления составляет до 40 % от общего энергопотребления. Хотя не весь этот потенциал является экономически обоснованным (принесет положительный *NPV* за время жизни проекта), обоснованным с инвестиционной точки зрения (будет иметь коммерчески привлекательные показатели, такие как *IRR* и срок окупаемости).

Обращение к опыту европейских стран позволяет увидеть, что важнейшей движущей силой в повышении энергоэффективности является вовлечение в него всех экономических субъектов и практически всего населения. Прежде всего необходимо создать систему мотиваций собственников хозяйственных объектов к повышению энергоэффективности последних и оказать содействие в развитии организационной, научно-технической и

¹ Кулигин Анатолий Петрович – кандидат физико-математических наук, заместитель директора ООО «Уральский центр энергосбережения и экологии»; e-mail: mail@ucee.ru.

инновационной деятельности в области энергосбережения [3].

Отсутствие четко сформулированных интересов в сфере повышения энергетической эффективности у различных вовлеченных в этот процесс сторон как один из основных барьеров повышения энергоэффективности отмечается и в других работах [4].

Все это свидетельствует о том, что необходимы системные исследования в данном вопросе.

Целью настоящей работы являлось формулировка предпосылок и разработка общих подходов к составлению экономико-математической модели, в которой будут формализованы:

- отношения между различными заинтересованными сторонами;
- понятия мотивации (внутренние и внешние побуждения);
- ограничения и барьеры;
- управляющие (регулирующие) воздействия на данный процесс со стороны государства.

При этом следует иметь в виду, что повышение энергетической эффективности не является самостоятельным видом деятельности в том плане, что он реализуется на фоне процессов производства, преобразования, распределения и потребления топливно-энергетических ресурсов (потоки ТЭР). Повышение энергетической эффективности неизбежно отражается на величине и структуре потоков ТЭР. Поэтому для исследования предлагается подход, при котором совместно рассматриваются энергетические (имеющие физическую основу) и сгенерированные ими финансовые (не материальные) потоки, а также отношения, возникающие в связи с этими потоками. Далее рассмотрим более подробно каждый пункт.

Потоки ТЭР и финансовые потоки.

Принципиальная схема взаимоотношения потоков ТЭР и финансов приведена на рис. 1. Поток ТЭР проходит через ряд стадий, включая добычу, транспортировку

топлива, преобразование в энергию, распределение энергии. Энергия используется конечными потребителями для производства товаров, оказания услуг и обеспечения условий жизнедеятельности. На каждой стадии ведут деятельность частные компании, первичной целью которых является извлечение прибыли.

При этом каждой i -й стадии соответствует своя величина потока ТЭР $P_{ТЭРi}$ и финансов $P_{Фi}$. Поток ТЭР и финансовый поток связаны между собой ценовыми или тарифными показателями:

$$\Phi P_i = P_{ТЭРi} * T_r \quad (1)$$

Для наглядности схема крайне упрощена. Например, транспортировка и распределение топлива объединены, хотя в эти виды деятельности вовлечены разные компании. Часть потоков (такие как потери топлива и энергии, операционные затраты, отличные от затрат на ТЭР, капитальные затраты и пр.) не отражены. Для последующего анализа эту схему необходимо будет детализировать, но на настоящем этапе ее задача – дать представление об общих подходах.

Отношения между различными заинтересованными сторонами. Следующим этапом является идентификация сторон, чьи интересы затрагиваются процессом энергосбережения или которые вовлечены в этот процесс. В зависимости от отношения к потокам ТЭР и финансовым потокам можно выделить следующие основные заинтересованные стороны и их группы.

1. Производство и распределение ТЭР, в том числе:

- 1.1. Производители первичных энергетических ресурсов (природного газа, нефти, угля, э/э, полученной на АЭС, ГЭС, с использованием ВИЭ).
- 1.2. Организации, осуществляющие транспорт первичных энергоресурсов (газотранспортные, Транснефть, РЖД, газораспределительные сети и пр.).
- 1.3. Организации, осуществляющие преобразование ТЭР, производство

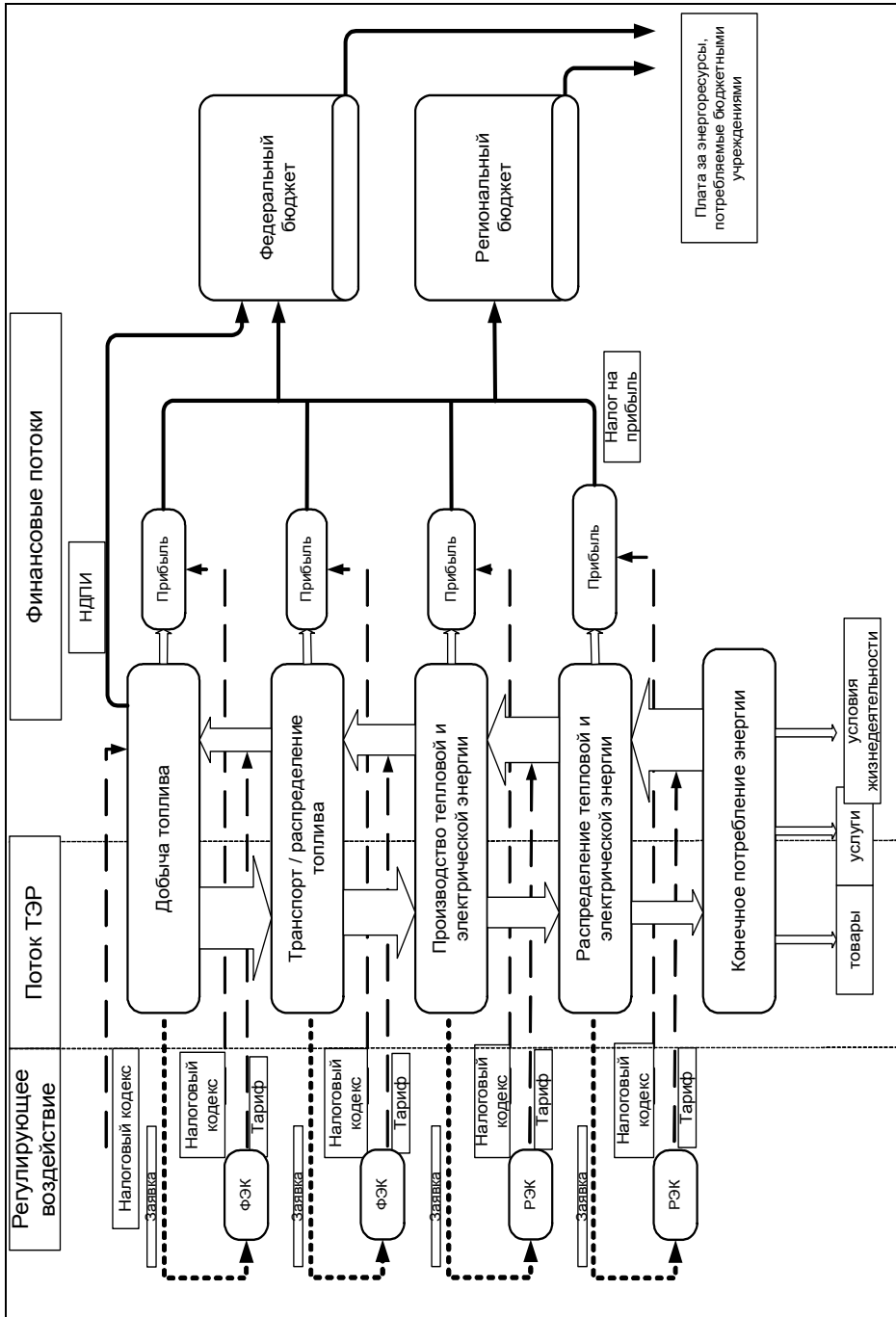


Рис. 1. Поток ТЭР, финансов и регулирование

тепловой энергии, электрической энергии (тепловые электростанции, ТЭЦ, котельные).

- 1.4. Организации, осуществляющие распределение вторичных энергетических ресурсов (тепловые сети, электросетевые компании)².

2. Конечные потребители ТЭР:

- 2.1. Коммерческие потребители.
- 2.2. Бюджетные потребители.
- 2.3. Население.

3. Управляющие компании.

4. Обеспечение энергосбережения:

- 4.1. Производители энергоэффективного оборудования, владельцы энергоэффективных технологий.
- 4.2. Энергосервисные компании.
- 4.3. Производственные компании, производящие строительно-монтажные работы, монтаж и наладку оборудования.

5. Кредитные учреждения:

- 5.1. Банки.
- 5.2. Инвестиционные фонды, финансовые корпорации.
- 5.3. Лизинговые компании.

6. Органы власти:

- 6.1. Правительства субъектов РФ.
- 6.2. Органы местного самоуправления.

В категории «Конечные потребители» отдельно выделены коммерческие организации, бюджетные учреждения и население, поскольку их деятельность имеет свою специфику в плане правового регулирования. В частности, Бюджетный кодекс не позволяет свободно распоряжаться средствами, сэкономленными в результате проведения мероприятий по повышению энергетической эффективности.

Управляющие компании в сфере ЖКХ не являются конечными потребителями энергоресурсов (в том смысле, что они не отвечают за потребление энергоресурсов

обслуживаемых объектов), однако в их функции входит учет потребления и организация сбора платежей за использованные энергоресурсы. Поэтому они включены в список самостоятельной категорией.

Качественно интересы указанных сторон в отношении потоков ТЭР финансовых потоков приведены в табл. 1.

Понятия мотивации (внутренние и внешние побуждения). Говоря о мотивации, мы в первую очередь будем иметь в виду коренные экономические интересы субъектов хозяйственной деятельности. Под стимулами будем понимать получение положительного финансово-экономического эффекта (NPV) от реализации мероприятий за определенный период времени.

Эффект может быть как прямым (снижение затрат на энергоресурсы), так и косвенным (например, за счет снижения платежей за загрязнение окружающей среды).

Для расчета эффекта необходимо знание базовой линии, т. е. той прибыли, которая была бы без реализации проекта. Эффект может быть отложенным и распределенным во времени.

При этом не отвергается роль стимулов нефинансового (например, имиджевого) характера. Более того, они могут играть существенную роль там, где экономические стимулы отсутствуют или недостаточно эффективны.

В связи с этим при составлении формальных моделей необходимо будет привести к единым показателям стимулы финансового и не финансового характера.

Мероприятия по повышению энергетической эффективности будут обоснованными, если все ключевые участники процесса будут иметь стимулы.

При рассмотрении мотивации, по-видимому, целесообразно учесть также вопросы индивидуального стимулирования.

Ограничения и барьеры. Под ограничениями мы понимаем те обстоятельства (например, законодательного или другого характера), которые не могут быть преодо-

² Электросетевые компании отнесены к этой подгруппе условно, поскольку они занимаются передачей как первичной, так и вторичной электрической энергии.

Таблица 1

Матрица интересов различных сторон – участников процесса энергосбережения

Группа	Сторона – участник процесса	В чем заключается интерес стороны		
		Поток ТЭР	Финансовый поток	
Производство и распределение ТЭР	1	2	3	4
	Производители первичных энергетических ресурсов (природного газа, нефти, угля, э/э, полученной на АЭС, ГЭС, с использованием ВИЭ)	Производители первичных энергетических ресурсов (природного газа, нефти, угля, э/э, полученной на АЭС, ГЭС, с использованием ВИЭ)	Удовлетворение потребности общества в первичных ТЭР	Поддержание или рост прибыли (сохранение или рост ФП)
		Организации, транспортирующие первичные энергоресурсы (Трансгаз, Транснефть, РЖД и пр.)	Передача ТЭР к месту использования/ преобразования	Поддержание или рост прибыли (сохранение или рост потока)
		Производство ТЭР, производство тепловой энергии, электрической энергии	Производство электрической и тепловой энергии	Поддержание или рост прибыли (сохранение или рост ФП)
		Распределение вторичных ТЭР (сетевые компании)	Доставка энергоресурсов потребителям	Поддержание или рост прибыли (сохранение или рост ФП)
		Коммерческие потребители	Оптимизация энергопотребления	Снижение платежей за потребляемые энергоресурсы
		Население	Оптимизация энергопотребления	Снижение платежей за потребляемые энергоресурсы
Бюджетные организации	Снижение энергопотребления на 3 % в год	Отсутствие заинтересованности		
Конечные потребители				

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Обеспечение энергетической безопасности	Производители энергонеэффективного оборудования и владельцы энергонеэффективных технологий	Отсутствие интересов	Получение прибыли за счет реализации продукции, услуг в сфере энергоэффективности
	Энергосервисные компании	Снижение энергопотребления	Получение прибыли за счет энергосервисных услуг в рамках энергосервисного контракта
	Производственные компании	Отсутствие интересов	Получение прибыли за счет реализации продукции, услуг в сфере энергоэффективности
	Инвестиционные компании и кредитные учреждения	Отсутствие интересов	Получение прибыли за счет предоставления кредитов на проведение проектов, направленных на повышение энергоэффективности
Органы власти	Правительство субъектов РФ	Снижение энергопотребления учреждениями бюджетной сферы на 15 % за 5 лет. Повышение эффективности деятельности энергетических компаний, увеличение их доходов	Снижение платежей за потребление энергоресурсов бюджетными учреждениями. Повышение поступлений в региональный бюджет за счет роста прибыли как производителей, так и коммерческих потребителей ТЭР, а также за счет рынка энергосервисных услуг
	Органы местного самоуправления	Снижение энергопотребления учреждениями бюджетной сферы на 15 % за 5 лет	Снижение платежей за потребление энергоресурсов бюджетными учреждениями

лены в процессе деятельности и которые задают рамки и формат взаимодействия объектов. Под барьерами мы понимаем те обстоятельства, которые сдерживают проведение мероприятий по повышению энергетической эффективности, но которые в принципе не являются непреодолимыми. К ним относится, например инвестиционный барьер (необходимость привлечения заемных средств и возврата кредита с процентами), технологический барьер, наличие квалифицированных кадров и пр.

К барьерам также можно отнести покупательную способность и кредитоспособность населения, т. е. ту величину затрат, которую оно может себе позволить расходовать на энергоэффективность исходя из своего бюджета.

Управляющие (регулирующие) воздействия со стороны государства. Производство и распределение энергии относится к регулируемым видам деятельности. Это реализуется через утверждение региональной или федеральной энергетической комиссией тарифов на топливо, энергию и на их передачу. Также регулируется взимание налогов.

В настоящее время обсуждаются другие меры регулирования, такие как введение платежей за выбросы парниковых газов (регулирование выбросов парниковых газов). Поскольку выбросы парниковых газов обусловлены главным образом сжиганием органического топлива, то эти меры стимулируют повышение энергетической эффективности.

В модели следует рассмотреть и такой вопрос, как возможность передачи регулирующего воздействия на другие звенья цепи (например, через включение платежей за выбросы парниковых газов в цену ТЭР). Причем принципиально эта передача может быть полной, частичной или отсутствовать.

Рабочая гипотеза. Мероприятия по энергоэффективности могут быть реализованы на любой стадии. Начнем рассмотрение с нижнего уровня – уровня конечных

потребителей. Как показывают данные, приведенные в таблице 2, этот уровень обладает наибольшим потенциалом энергосбережения. Реализация энергоэффективных мероприятий (неважно – самостоятельно или через ЭСКО) приводит к снижению спроса на энергию и, соответственно, снижению производства тепловой и электрической энергии и далее по цепочке – к снижению спроса на топлива и объемам производства топлива. Это приводит к следующим краткосрочным последствиям для финансовых потоков:

- Первоначальные капитальные вложения – отрицательный эффект.
- Падение прибыли генерирующих компаний и поставщиков энергии – отрицательный эффект для производителей и поставщиков энергии.
- Снижение прибыли производителей и транспортировщиков топлива – отрицательный эффект для производителей и поставщиков энергии.
- Снижение поступлений в региональный и федеральный бюджеты – отрицательный эффект для всех субъектов РФ, где находятся вовлеченные в цепочку компании ТЭК.
- Снижение платежей из бюджета за ТЭР, потребляемые бюджетными учреждениями – положительный эффект.

Более отдаленные запланированные последствия после окончания срока окупаемости инвестиций:

- Увеличение прибыли для конечных потребителей, поскольку они меньше платят. Эффект положительный.
- Увеличение поступлений в бюджет за счет роста прибыли конечных потребителей. Эффект положительный.

Общий эффект для бюджета будет скорее отрицательным, поскольку компании ТЭК обеспечивают порядка 50 % налоговых поступлений. Снижение их доходности будет играть решающую роль в тех

регионах, где доля ТЭК в ВВП высока. В этом же направлении действует фактор населения, которое составляет значительную часть конечных потребителей, но которое не платит налогов за прибыль, полученную от снижения энергопотребления. Но в каждом конкретном случае следует проводить более точные оценки.

Последующий сценарий, скорее всего, будет развиваться следующим образом:

- Для компенсации выпадающих доходов производители и поставщики ТЭР обращаются в региональную и федеральную энергетические комиссии для повышения тарифов, предоставляя обосновывающие экономические расчеты.
- При достаточном обосновании РЭК повышают тарифы.
- Повышенные тарифы увеличивают срок окупаемости инвестиций в энергоэффективность вплоть до коммерческой несостоятельности проектов.

Таким образом, круг замкнулся, и финансовый поток вернулся (или практически вернулся) к исходному состоянию, несмотря на сокращение потока ТЭР. В этом отношении финансовый поток по сравнению с потоком ТЭР может рассматриваться как относительно устойчивый.

В целом мы наблюдаем конфликт между интересами конечных потребителей с одной стороны и интересами производителей и поставщиков ТЭР (а также, возможно, региональным и федеральным бюджетом) – с другой.

Конечно, поставщики и производители ТЭР будут предпринимать действия по восстановлению своего финансового потока, когда потери станут ощутимыми. Это означает, что мероприятия по энергосбережению должны быть массовыми. Таким образом, замыкание круга требует определенного времени и конечные потребители могут использовать этот временной лаг для возврата инвестиций в энергоэффектив-

ность. Но эта ситуация создает риски для инвесторов.

Такую же последовательность рассуждений можно привести и для случая, когда производители энергии повышают эффективность ее выработки. В этом случае будет конфликт интересов между производителями энергии с одной стороны и производителями и поставщиками топлива с другой стороны. Поскольку производители топлива (как правило, и особенно для Свердловской области) находятся в другом субъекте РФ, то региональный бюджет меньше будет вовлечен в конфликт только за счет снижения прибыли региональных поставщиков топлива.

Кроме того, можно предположить наличие конфликта интересов внутри правительства субъекта РФ, который заключается в следующем. С одной стороны, региональные правительства должны обеспечить повышение энергетической эффективности региональной экономики (в т. ч. снижение энергопотребления бюджетными учреждениями на 15 %). С другой стороны, снижение производства энергии снизит оборот и прибыль энергетических компаний и, соответственно, налоговые поступления в бюджеты различных уровней. Насколько проблема может быть существенной, показывают данные за 2013 г., приведенные в [5, 6].

Таблица 2

Доля ТЭК в формировании основных показателей российской экономики

Доля ТЭК, в процентах	
– в ВВП РФ	30
– в налоговых поступлениях в бюджет РФ	50

Однако параллельно с этими процессами идет также развитие рынка энергосберегающих услуг, проектов, оборудования, кредитования, что положительным образом сказывается на росте налоговых поступлений в региональный и местный бюджеты.

Но чтобы бюджет не почувствовал негативного влияния от сокращения объемов выработки энергии, объем услуг и товаров в сфере энергоэффективности и энергосбережения (по доходности) должен быть сопоставим с сокращением доходности рынка энергии. Либо параллельно со снижением объемов выработки энергии при той же величине тарифов необходимо повышать доходность энергетических компаний в той же мере, что представляется маловероятным.

Еще одним важным фактором является развитие именно регионального рынка конкурентоспособного энергоэффективного оборудования. В этом случае бюджет может получить даже положительный эффект.

Высвобождение мощностей.

Негативные эффекты для предприятий ТЭК при проведении энергоэффективных мероприятий не ограничиваются снижением реализации. Другим эффектом является высвобождение мощностей и снижение эффективности выработки энергии на недозгруженных мощностях. Это приводит к повышению цен на энергоносители, либо к снижению прибыли поставщиков ТЭР. В последнем случае негативные эффекты также будут и для региональных бюджетов.

Регулирование парниковых газов как дополнительный механизм повышения энергетической эффективности. В настоящее время для стимулирования мероприятий по повышению энергетической эффективности и снижению выбросов парниковых газов в России обсуждается введение обременения на выбросы парниковых газов. Основными субъектами обременения будут крупные производители топлива и энергии, поскольку физически выбросы парниковых газов в цепочке ТЭР происходят именно здесь.

Введение дополнительного обременения добавит в общую схему еще один механизм регулирования. В этом случае у производителей топлива и энергии появится стимул к снижению потребления ТЭР

по всей цепочке. Величина этого стимула зависит от соотношения потенциальных потерь для производителей ТЭР от введения нового обременения и потенциальных потерь при реализации политики энергосбережения. При этом должно выполняться соотношение:

$$\Delta \text{Налог}_{\text{CO}_2} > (\Delta \Pi_{\text{ТЭР}} + \Delta \Pi_{\text{КИУМ}}), \quad (2)$$

где $\text{Налог}_{\text{CO}_2}$ – величина обременения на выбросы CO_2 , равно произведению ставки налога на объем выбросов парниковых газов;

$\Delta \text{Налог}_{\text{CO}_2}$ – уменьшение обременения при снижении выбросов парниковых газов, обусловленных проведением энергосберегающих мероприятий;

$\Delta \Pi_{\text{ТЭР}}$ – снижение прибыли от экономии ТЭР, (в первом приближении равно произведению экономии ТЭР на его цену);

$\Delta \Pi_{\text{КИУМ}}$ – потери, обусловленные снижением коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) оборудования.

Другими словами прибыль от снижения выбросов парниковых газов компанией должна быть больше, чем потери, возникающие от снижения объемов реализации ТЭР. Чем больше потери от обременения выбросов парниковых газов, тем выше стимул для реализации мероприятий по энергосбережению.

Однако этот стимул будет проявляться только в том случае, если это обременение нельзя будет перенести на потребителей ТЭР, т. е. включить это обременение в структуру цены продукции (топлива, энергии). В противном случае стимул исчезает, поскольку перенося новые затраты на потребителей ТЭР их производители ничего не теряют с введением нового механизма.

Поскольку основная часть налога на прибыль (90 %) поступает в местный бюджет, то и налог на выбросы парниковых газов тоже желательно перечислять преимущественно в местные бюджеты, либо предусматривать дополнительные механизмы взаимоотношений между федеральным и местным

бюджетом. В противном случае потери местного бюджета никак не компенсируются. Более того, дополнительное обременение предприятий ТЭК еще больше снизит их прибыль и поступления в местный бюджет.

Выводы. Настоящая работа может рассматриваться как постановочная, в которой определены подходы и методы для математического моделирования процессов и отношений в сфере энергетической эффективности.

В качестве фактора мотивации предлагается использовать наличие положительного экономического эффекта для всех основных заинтересованных сторон процесса энергоэффективности и компенсация потерь отдельных участников процесса за счет государства. Форма и размер компенсации могут быть определены при анализе математической модели.

Построение полноценной модели, которая учитывает все предусмотренные и планируемые к введению российским законодательством механизмы повышения энергетической эффективности, позволит:

- оценить, насколько повышение энергетической эффективности отвечает коренным интересам различных сторон;
- оценить эффективность, достаточность и непротиворечивость различных механизмов;
- определить условия, при которых процесс повышения энергетической эффективности будет идти наиболее высокими темпами;
- выявить необходимость в дополнительных механизмах стимулирования энергетической эффективности.

Список использованных источников

1. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.12.2010 № 2446-р.
2. Указ Президента РФ от 4.06.2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
3. Глисин Ф.Ф., Ильин А.С., Прохоров В.В. Точки роста энергоэффективности и энергосбережения в России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.esco-ecosys.narod.ru/esco/2013_7/art45.pdf.
4. Башмаков И.А. Повышение энергоэффективности в ЖКХ: барьеры и решения // Презентация. Генеральное консульство Великобритании в Екатеринбурге. 27 февраля 2014 г. Екатеринбург, 2014.
5. Новак А.В. Итоги работы ТЭК России в 2013 году. Задачи на среднесрочную перспективу. Презентация. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/6d3/6d31617de7e7f951f664aee1b578d233.pdf>.
6. Мастепанов А.М. Топливо-энергетический комплекс России на рубеже веков: состояние, проблемы и перспективы развития : справ.-аналит. сб. В 2-х т. Т. 1. Россия в энергетических показателях мира. Экономика страны и ее топливо-энергетический комплекс. М.: Энергия, 2009. 530 с.
7. Anufriev V.P., Kuligin A.P. A strategy for the innovative low-carbon growth of the Sverdlovsk region, Russia // Energy Production and Management in the 21 Century. The Quest for Sustainable Energy. WIT Transactions on Ecology and the Environment. Vol. 19. WIT Press, 2013. P. 161–168.