

Комплексный экономико- социально-экологический анализ

УДК 504.03

РЫНОЧНЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

С.В. РАТНЕР,

*доктор экономических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
экономической динамики и управления инновациями*

E-mail: lanarat@mail.ru

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН,
Москва, Российская Федерация*

Н.А. АЛМАСТЯН,

аспирантка кафедры аналитической химии

E-mail: a.nairuhi@mail.ru

*Кубанский государственный университет,
Краснодар, Российская Федерация*

Усиление экологических приоритетов в мировой и российской политике, формирование либерализованного рынка электроэнергии, привлечение инвестиционных ресурсов в энергетическую отрасль предопределили увеличение роли экологической составляющей в энергетическом секторе экономики. Поэтому повышение экологической эффективности деятельности предприятий электроэнергетики является одним из наиболее важных условий обеспечения устойчивого развития отрасли и страны в целом. В настоящее время электроэнергетические объекты, работающие на углеводородном топливе, являются одними из основных эмитентов парниковых газов и других загрязняющих веществ, крупными потребителями свежей воды, загрязнителями почв. Одной из важнейших проблем экологической опти-

мизации развития электроэнергетики является всемерное сокращение негативных воздействий на окружающую среду с использованием различных природоохранных мероприятий, в том числе введением более жестких экологических стандартов в сфере производства и потребления энергии при сохранении существующих темпов экономического роста. Проведен анализ динамики и объемов негативного воздействия объектов электроэнергетики России на окружающую среду. Изучены методы регулирования и минимизации данного негативного воздействия, используемые в других странах мира, рассмотрен опыт практического применения природоохранных экономических механизмов. Проанализирована действующая в России нормативно-правовая база, регулирующая порядок и объемы экологических пла-

тежей, на примере Краснодарского края выявлены недостатки использования существующего экономического механизма охраны окружающей среды. Предложены основные направления совершенствования существующей системы стандартизации. Сделан вывод об актуальности разработки отраслевых механизмов регулирования негативного воздействия объектов электроэнергетики на окружающую среду, которые позволят достичь эффективных результатов посредством учета особенностей природно-климатических, экономических и социальных аспектов каждого отдельного региона.

Ключевые слова: электроэнергетика, электростанция, экологический менеджмент, охрана окружающей среды, негативное воздействие, выбросы загрязняющих веществ, система экологических платежей и штрафов, стандарты

В течение последних десяти лет во многих развитых странах мира гармонизации развития электроэнергетики и сохранения окружающей среды уделяется все большее внимание. Меры государственного регулирования направлены на создание условий для совершенствования технологий электрогенерации, на изменение структуры потребляемых топлив, снижение нагрузки на экосистему, в том числе сокращение выбросов парниковых газов.

Производство электрической и тепловой энергии сопровождается постоянным негативным воздействием на окружающую среду. К основным видам антропогенного воздействия энергетических объектов на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла относятся следующие:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- забор природных вод;
- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- образование и размещение отходов производства и потребления.

Хорошо известны примеры негативного воздействия электростанций на экологию и здоровье человека. Помимо выбросов диоксида углерода, как главного парникового газа, электростанции, работающие на углеводородном топливе, осуществляют эмиссию в окружающую среду диоксида серы, который отрицательно влияет на дыхательную и сердечно-сосудистую системы человека, а также может способствовать образованию кислотных дождей. Выбросы ртути приводят к расстройствам нервной системы [9]. Потребление большого количества свежей воды (используемой для работы

паровых турбин, котлов и охлаждения техники) создает дефицит этого ценнейшего природного ресурса, а тепловое загрязнение водоемов сбросами горячей воды губит аквакультуру.

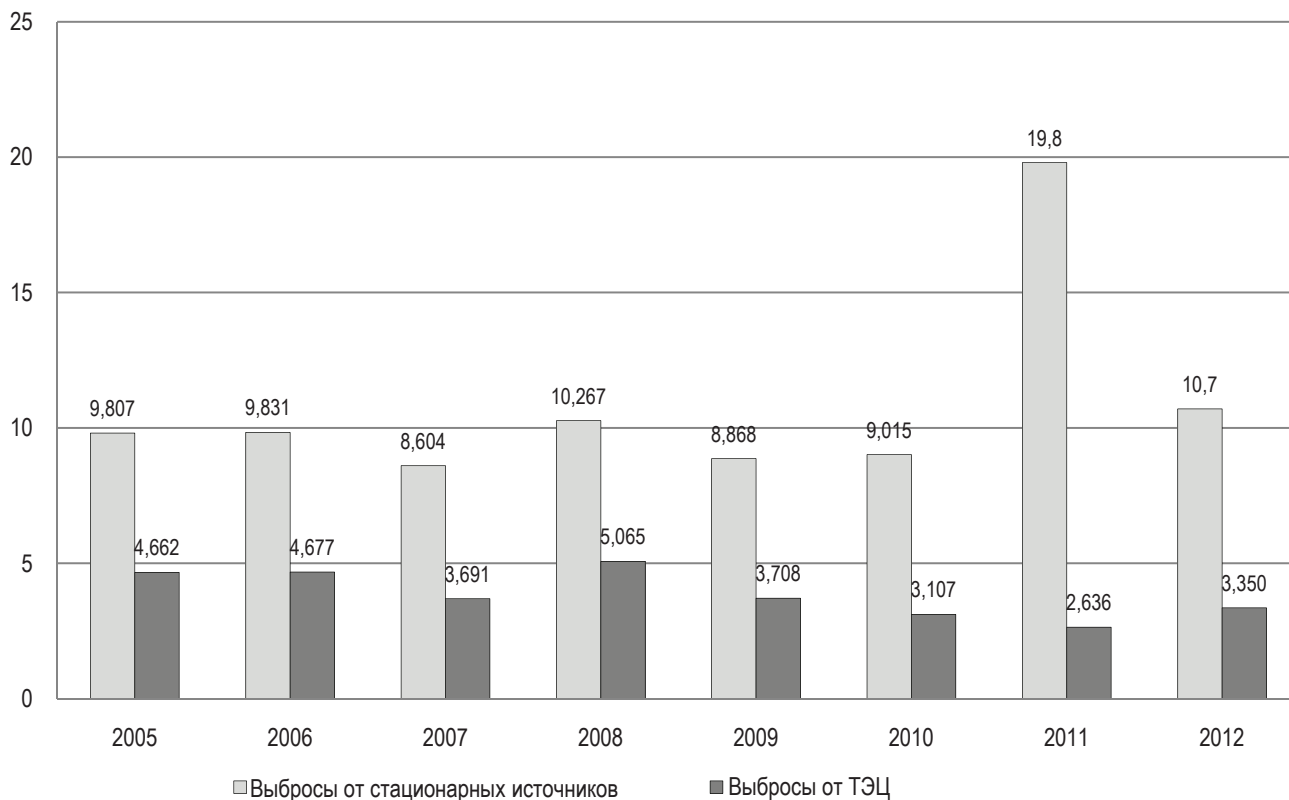
Электростанции, использующие для генерации энергии другие виды топлива, также оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Так, атомные электростанции создают угрозу радиоактивного загрязнения в случае техногенных катастроф и нарушения режимов хранения радиоактивных отходов. Ветровая энергетика, свободная от перечисленных недостатков, также производит негативные эффекты, среди которых специалисты выделяют шумовое загрязнение, вибрацию, создание бликов света, а также серьезные помехи для миграции птиц [21].

Выбросы загрязняющих веществ электростанциями составляют 16% от общероссийского объема выбросов от стационарных источников. Забор природных вод электростанциями достигает 35% общего использования водных ресурсов в России. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты составляют 3% от общего объемов сброса загрязненных сточных вод в стране. Объем образования отходов объектами электроэнергетики достигает примерно 2% от общероссийского показателя. Выбросы парниковых газов электростанциями отрасли достигают 21% от общероссийских объемов [1].

Однако в крупных городах доля выбросов от электростанций в общем объеме выбросов загрязняющих веществ может достигать гораздо более высоких значений. Отношение объема выбросов Краснодарской ТЭЦ (крупнейший электроэнергетический объект Краснодарского края, обеспечивающий энергией значительную часть территории региона) к общему объему выбросов от стационарных источников в городе представлено на рис. 1. Доля выбросов от ТЭЦ в разные годы колеблется от 30 до 50% от общего количества выбросов.

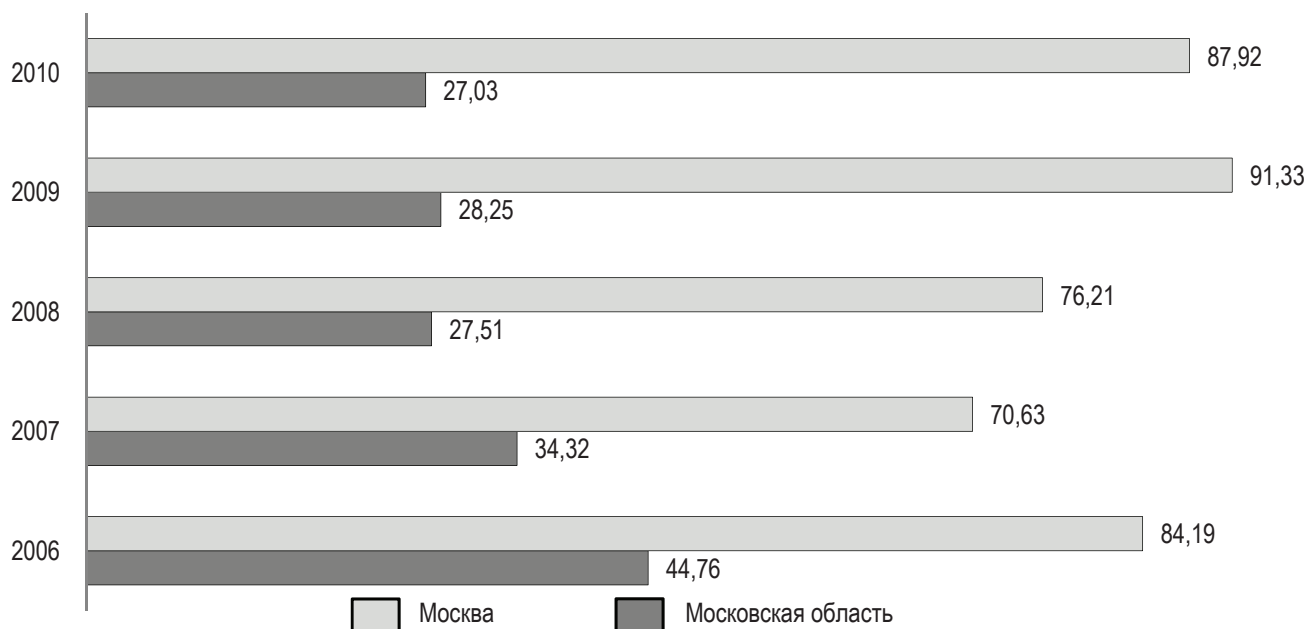
Аналогичная (и даже еще более сложная) ситуация складывается в Москве и Московской области (рис. 2). Доля выбросов электростанций ОАО «Мосэнерго» в общем объеме выбросов от стационарных источников в различные годы составляла от 27 до 45% по Московской области и от 70 до 91% – по Москве.

Наибольшему негативному воздействию подвергаются экосистемы территорий, на которых действуют угольные электростанции. Несмотря на то, что доля угольных электростанций в России относительно низка (менее 30% от общего количества потребляемого топлива), степень их воздействия на окружающие



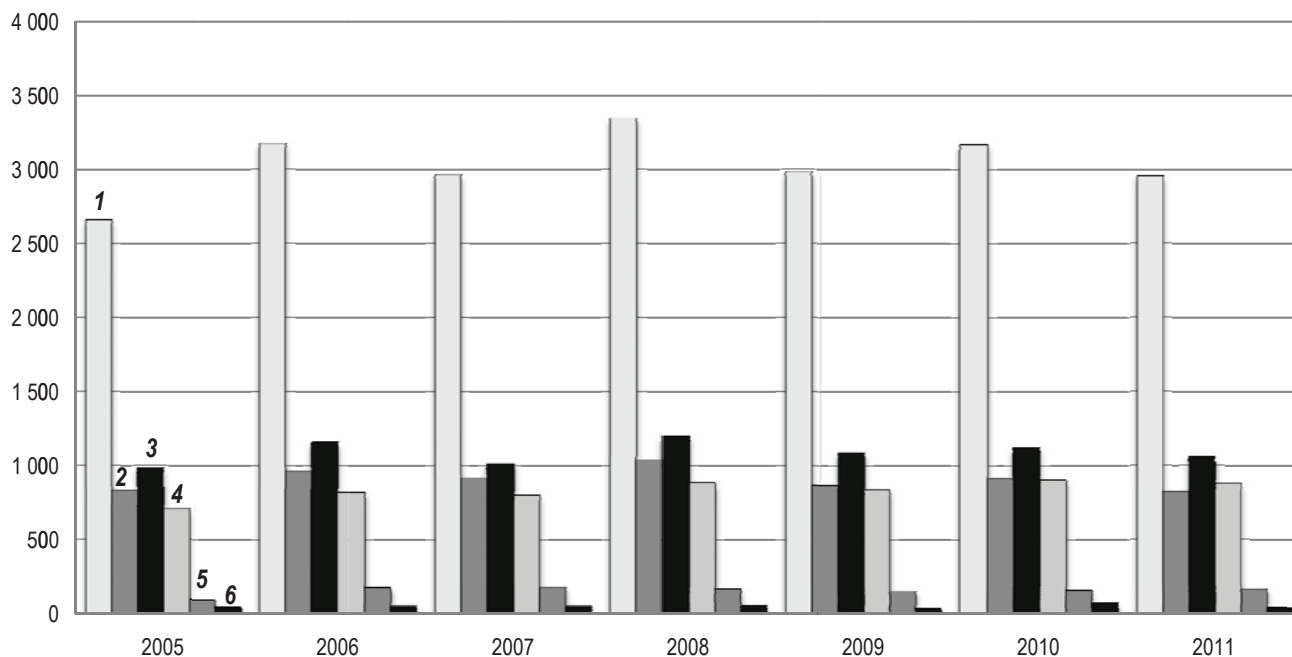
Источник: составлено авторами на основе данных докладов о состоянии природопользования и об охране окружающей среды министерства природных ресурсов Краснодарского края. URL: <http://www.dprgek.ru/content/section/470/>.

Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и ТЭЦ в Краснодаре в 2005–2012 гг., тыс. т



Источник: составлено авторами по данным информационно-аналитических докладов Минэнерго России «Функционирование и развитие электроэнергетики РФ».

Рис. 2. Доля выбросов электростанций в общем объеме выбросов от стационарных источников в Москве и Московской области в 2006–2010 гг., %



Источник: составлено авторами по данным информационно-аналитических докладов Минэнерго России «Функционирование и развитие электроэнергетики РФ».

Рис. 3. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ электростанциями РФ в 2005–2011 гг., тыс. т:
1 – всего; 2 – твердые вещества; 3 – диоксид серы; 4 – оксиды азота; 5 – оксид углерода; 6 – прочие

территории очень значительна. Большие объемы выхода золошлаковых отходов приводят к обострению ситуации в области их складирования и хранения и ухудшению экологической обстановки в районе действия угольных ТЭС. Золошлаковые отвалы занимают большие площади, являются источниками загрязнения окружающей среды и требуют значительных эксплуатационных затрат. Часть отвалов по мере урбанизации территорий оказалась в районах жилой застройки. Пыление и фильтрация являются источниками опасности для здоровья населения, растительного и животного мира близлежащих территорий. Опасность представляют и золошлаковые отвалы, расположенные вблизи водных бассейнов (рек и озер), из-за рисков возможного прорыва дамб. Утилизация (переработка и использование) отвалов за последние 20 лет, начиная с 1990 г., составляла 3–10% от их годового выхода.

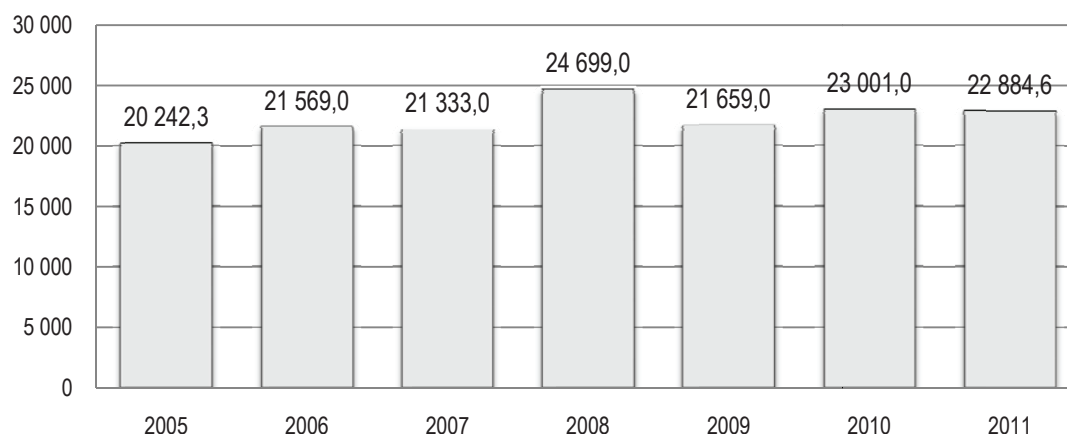
В настоящее время удельные объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от крупных угольных станций РФ и их европейских аналогов сильно различаются. На большинстве крупных электростанций России оборудование для очистки дымовых газов от NO_x и SO_2 не применяется, а оборудование для очистки от пыли имеет значительно более низкую эффективность, чем, например, в Евросоюзе (проектное значение эффективности – 99%, среднее эксплуатационное – 97% по сравнению со

значением 99,5% и выше, рекомендуемым BREF¹). В итоге удельные объемы выбросов загрязняющих веществ этих станций существенно больше, чем у аналогичных предприятий ЕС.

Существующая практика экологического менеджмента в отрасли (система экологических платежей и штрафов для предприятий электроэнергетики) недостаточно стимулирует деятельность предприятий, направленную на снижение объемов выбросов загрязняющих веществ. Внедрение новых технологий по охране окружающей среды на существующих объектах электроэнергетики часто стоит дороже, чем экологические платежи в бюджет.

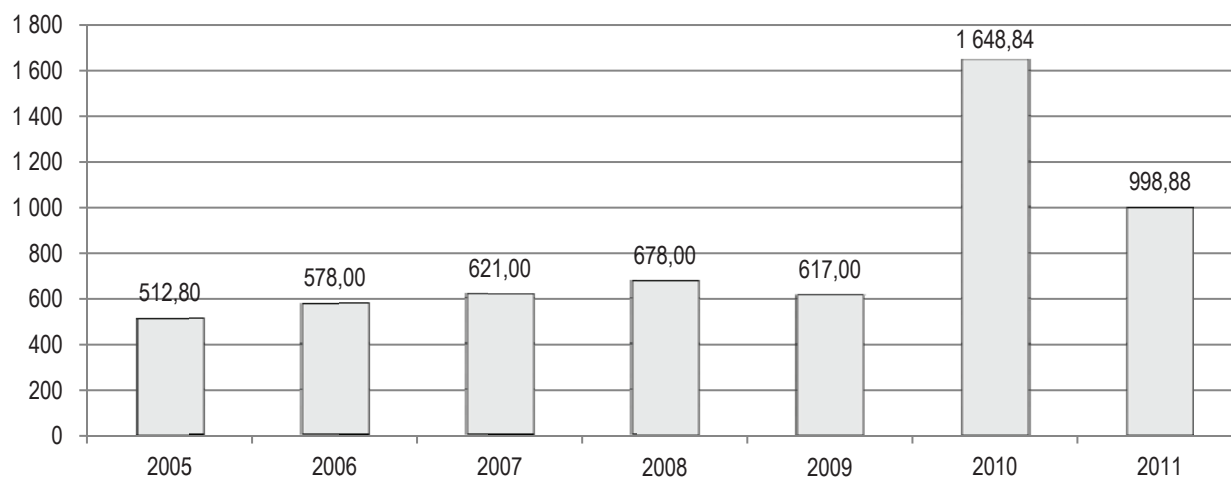
Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу электростанциями в целом по России остаются стабильно высокими на протяжении всех последних лет (рис. 3). Объем забора свежей воды имеет тенденцию к увеличению (рис. 4). Объемы сброса загрязненных или недостаточно очищенных вод за последние годы статистических наблюдений заметно увеличились (рис. 5). Позитивная тенденция наблюдается только в сфере использования почв: площадь подлежащих рекультивации земель на предприятиях отрасли существенно сократилась по сравнению с 2005–2006 гг. (рис. 6).

¹ Справочный документ по наилучшим доступным техническим методам (технологиям).



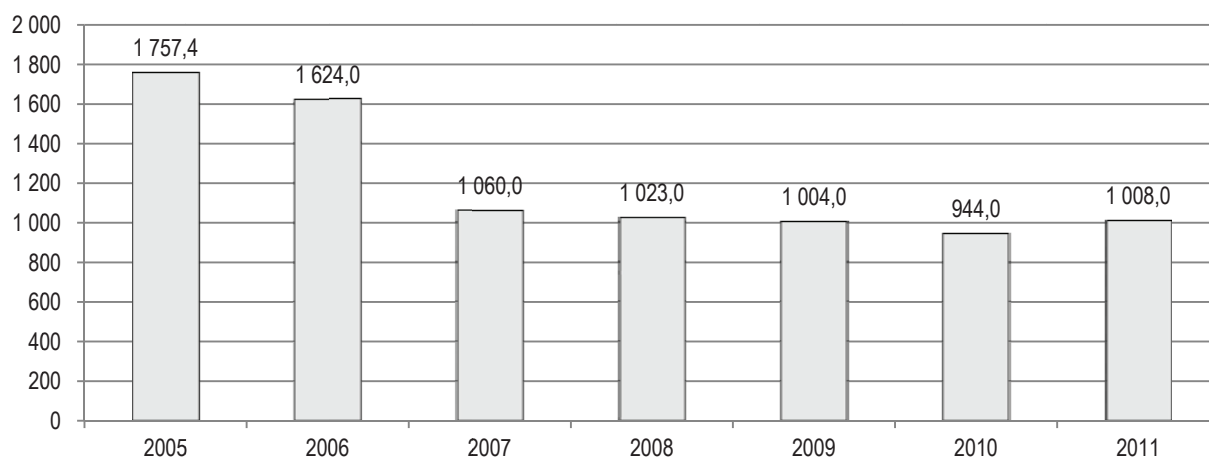
Источник: составлено авторами по данным информационно-аналитических докладов Минэнерго России «Функционирование и развитие электроэнергетики РФ».

Рис. 4. Объемы забора свежей воды энергокомпаниями РФ в 2005–2011 гг., млн м³



Источник: составлено авторами по данным информационно-аналитических докладов Минэнерго России «Функционирование и развитие электроэнергетики РФ».

Рис. 5. Объемы сброса загрязненных и недостаточно очищенных вод электростанциями РФ в 2005–2011 гг., млн м³



Источник: составлено авторами по данным информационно-аналитических докладов Минэнерго России «Функционирование и развитие электроэнергетики РФ».

Рис. 6. Площадь отработанных (подлежащих рекультивации) земель на электростанциях РФ в 2005–2011 гг., га

Таким образом, проблема разработки, совершенствования и внедрения эффективных инструментов экологического менеджмента на предприятиях электроэнергетической отрасли является чрезвычайно актуальной.

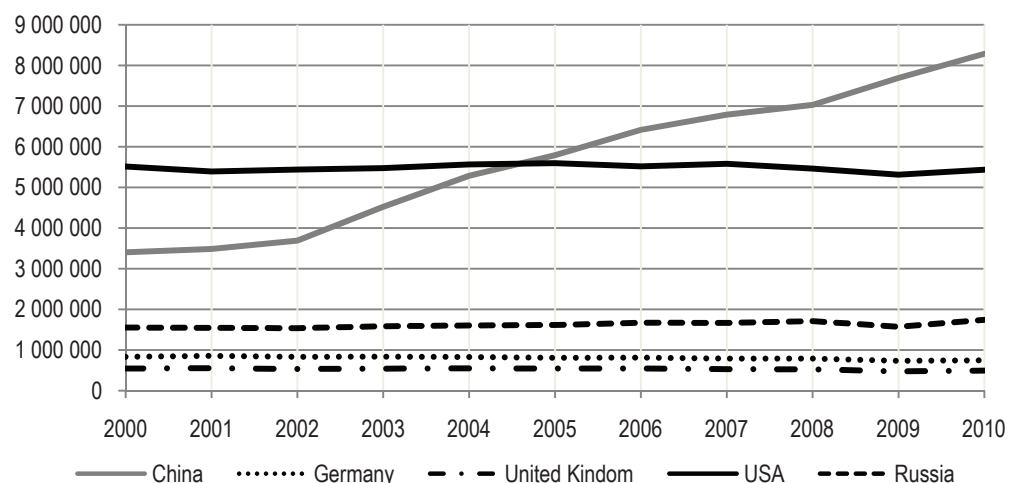
Мировой опыт управления негативным воздействием объектов электроэнергетики на окружающую среду. На протяжении последних десятилетий вклад США и Китая в мировой объем выбросов парниковых газов был наибольшим (рис. 7), причем, если бурное экономическое развитие Китая сопровождалось непропорциональным ростом выбросов парниковых газов, то США удалось обеспечить экономический рост при сохранении объемов выбросов на прежнем уровне.

Такие существенные различия в динамике выбросов обусловлены многими причинами, в том числе структурного характера, однако нельзя не принять во внимание и тот факт, что США, как и многие другие развитые страны, проводят последовательную политику по сокращению выбросов парниковых газов и других загрязняющих веществ в атмосферу. Значительную долю (до 40%) от общего объема выбросов CO₂ в США производят электростанции, работающие на углеводородном топливе [17], поэтому разработка и исследование практики внедрения эффективных методов управления негативным воздействием объектов электроэнергетики на окружающую среду являются приоритетными направлениями в американской научной литературе по экономике энергетики.

В США не существует общегосударственной программы контроля за выбросами парниковых газов и других загрязняющих веществ в атмосферу, помимо заявленного в 2009 г. в предвыборной программе президента Б. Обамы снижения выбросов CO₂ на 17% к 2020 г. по сравнению с уровнем 2005 г. [17]. Конкретные меры по реализации поставленной цели принимаются только на уровне отдельных штатов. Так, 20 из 50 штатов ввели стандарты по сокра-

щению потребления энергии (Energy Efficiency Resource Standards, EERS), которые устанавливают конкретные показатели по снижению потребления энергии относительно некоторого «базового» года [8]. Стандарты «энергетического портфолио» (Renewable Portfolio Standards, RPS) ввели 29 штатов. Суть этих стандартов заключается в определении минимальной доли энергии, произведенной из возобновляемых источников, в общем объеме производимой энергии [10]. Десять штатов используют рыночные инструменты регулирования выбросов CO₂, к которым относятся налогообложение выбросов и региональные системы торговли квотами на выбросы. В процессе разработки находятся стандарты чистой энергетики (Clean Energy Standards, CES), которые в основных чертах схожи с RPS, однако включают не только возобновляемые источники энергии, но и такие относительно чистые источники, как природный газ и атомная энергетика, поэтому предоставляют более широкие возможности для оптимизации выбросов CO₂ [18]. Кроме того, в последние годы (2013–2014 гг.) на национальном уровне предпринимаются попытки ввести стандарты, ограничивающие максимальные выбросы диоксида углерода для действующих и новых электростанций на основе части 111 Clean Air Act. Рассмотрим данные механизмы и опыт их практического применения более подробно.

Стандарты по сокращению потребления энергии (Energy Efficiency Resource Standards, EERS). Основной идеей стандартов EERS является установление обязательного уровня снижения



Источник: составлено авторами по данным Всемирного банка. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>.

Рис. 7. Выбросы CO₂ Китаем, Германией, Великобританией, США и Россией в 2000–2010 гг., кт/год

потребления энергии, которого необходимо достичь всем экономическим агентам. Вторая главная идея, которая присутствует в стандартах некоторых штатов (например, штата Мэриленд) – это обязательное снижение пиковых нагрузок.

Экономическая целесообразность этих целей достаточно очевидна. Повышение общей энергоэффективности позволяет избежать строительства новых мощностей по генерации и распределению электроэнергии. Снижение пиковых нагрузок также позволяет обеспечить спрос без привлечения дополнительных мощностей. Из-за невозможности хранения электроэнергии повышение спроса в определенные часы суток, месяцы и дни года должно обеспечиваться дополнительной генерацией, которая возможна только в случае наличия необходимых резервных мощностей. В остальные периоды, когда спрос на энергию находится на обычном уровне, эти резервные мощности вынуждены простаивать. Строительство и эксплуатация таких резервных мощностей, используемых в некоторых случаях всего на 1%, экономически не эффективны [8].

Из-за непредсказуемости пиковых нагрузок (сочетание погодных, социальных и экономических условий) обычные двухставочные или даже более дифференцируемые тарифы не являются достаточно эффективным инструментом для сглаживания перепадов спроса. Универсальных экономических инструментов для стимулирования сокращения потребления энергии в период пиковых нагрузок на сеть пока не разработано (в отличие от технических).

Однако с точки зрения общего сокращения потребления энергии и снижения выбросов сглаживание пиковых нагрузок едва заметно.

Электроэнергетические объекты работают на различных видах топлива в зависимости от территориальной топливной обеспеченности. Угольные и атомные электростанции обычно требуют высоких капитальных затрат при строительстве и вводе в эксплуатацию и незначительных операционных издержек на топливо. Поэтому экономически целесообразно использовать их на максимальную мощность. Газовые турбины, наоборот, могут использоваться в небольших масштабах, включаться и выключаться по мере необходимости.

Каждый вид топлива имеет свой «профиль выбросов». Уголь считается самым «грязным» видом топлива, однако современные технологии позволяют использовать «чистый» уголь с незначительным содержанием серы, не дающий выбросов диоксида серы,

и сводить к нулю выбросы оксидов азота и ртути. В стадии разработки находятся технологии улавливания и захоронения парниковых газов от угольных и газовых электростанций. Кроме того, добыча угля, особенно открытым способом, также негативно воздействует на окружающую среду. Природный газ считается более чистым топливом [14]. Современные электростанции комбинированного цикла производят больше электроэнергии при заданном уровне тепла и потому дают меньше выбросов на киловатт-час по сравнению с традиционными газовыми турбинами. Однако метан, составляющий основу природного газа, сам по себе относится к парниковым газам, поэтому при его производстве (особенно современными методами гидроразрыва пласта) и использовании на электростанциях возникают дополнительные негативные эффекты, связанные с утечками.

Поэтому, хотя EERS и направлены на сокращение выбросов вследствие сокращения потребления энергии, но являются чрезвычайно грубым инструментом. Очевидно, что при сокращении генерации энергии экономически наиболее целесообразно в первую очередь отказаться от использования дорогих источников энергии, а не «грязных». Поэтому весьма вероятно, что снижение генерации энергии приведет к отказу от ветровой и солнечной энергетики с нулевыми выбросами CO₂, но сохранятся прежние объемы производства энергии на основе угля или природного газа. Таким образом, экологическая эффективность данной меры сомнительна.

Стандарты «энергетического портфолио» (Renewable Portfolio Standards, RPS) и стандарты чистой энергетики (Clean Energy Standards, CES). Основная идея RES и CES состоит в том, что генерирующие компании получают сертификаты за каждую единицу произведенной возобновляемой/чистой энергии, которые потом могут быть проданы. В конце отчетного периода каждая генерирующая компания должна сдать столько сертификатов, сколько необходимо для выполнения требований стандарта. Возможность покупки и продажи сертификатов делает данную систему схожей с системой торговли квотами на выбросы CO₂, но ограниченной только рамками электроэнергетики.

С теоретической точки зрения экономическая эффективность RES и CES не всегда очевидна. Так как в фокусе данных стандартов находится не интернализация негативных экстерналий как таковая, а лишь отношение объемов произведенной чистой энергии к объемам «грязной», то ее можно рассмат-

ривать как некоторый гибрид субсидий чистой энергетики и налогов на «грязные» способы генерации. Эмпирическая оценка экономической и экологической эффективности CES пока что невозможна, так как данный стандарт находится в стадии разработки. Эмпирическая оценка экологической эффективности RES дана в работе [10], в которой на примере данных стандартов показана действенность административных мер (методы Command-and-Control, CAC). Следует также отметить, что помимо США, стандарты «энергетического портфолио» введены в Австрии, Бельгии, Италии, Швеции, Великобритании [15] и являются одним из основных инструментов снижения негативного воздействия электроэнергетических объектов на окружающую среду.

Однако к настоящему времени накоплен достаточно большой объем работ [10, 16, 18], посвященных моделированию различных эффектов RES и CES в сравнении с другими мерами, направленными на сокращение выбросов. Так, в работе [16] построена модель для анализа экономических эффектов внедрения стандартов энергоэффективности (для автомобилей, бытовой техники, приборов освещения, жилых зданий и др.) с учетом возможных проявлений эффекта рикошета и скрытой стоимости [23]. Выявлено, что налоговые стимулы, организация торговли квотами на выбросы парниковых газов и ценовая политика являются более эффективными мерами, нежели введение стандартов энергоэффективности по соотношению затраченных на данные меры средств и достигнутого снижения объемов выбросов CO₂, сокращения потребления автомобильного топлива и электроэнергии.

В работе [18] исследуется эффективность и воздействие на различные группы населения (учитываются распределение по доходу и пространственное распределение) нескольких видов регулирования выбросов парниковых газов. На основе использования «гибридного подхода» строится модель общего равновесия экономики США (подход top-down), в которую встраивается bottom-up модель расширения производственных мощностей в электроэнергетике. На основе полученных результатов моделирования сделан вывод о том, что стандарты энергоэффективности (как RPS, так и CES) существенно проигрывают в эффективности федеральной системе торговли квотами на выбросы парниковых газов.

К 2011 г. RPS действовали на общегосударственном уровне в Австралии, Чили, Китае, Италии, Японии, Филиппинах, Польше, Южной Корее,

Швеции и Великобритании (с названием Renewable Obligation, RO), а также на уровне отдельных провинций/штатов (кроме США) в Индии, Канаде и Бельгии [19]. Устанавливаемый RPS уровень обязательной генерации энергии из возобновляемых источников разнится от страны к стране и от штата к штату. Так, Шотландия поставила цель перейти полностью на возобновляемую энергетику к 2020 г., тогда как Евросоюз в целом обозначил цель 100% генерации из возобновляемой энергии к 2050 г.

Однако в силу перечисленных недостатков стандартов RPS многие страны продолжают поиски более эффективных механизмов минимизации негативного влияния энергообъектов на окружающую среду и стимулирование развития более «чистых» технологий генерации энергии. Так, в июле 2012 г. Япония отказалась от стандартов RPS в пользу других мер стимулирования развития возобновляемой энергетики (в частности, бонусных тарифов) [22].

Стандарты выбросов CO₂ электростанциями.

В январе 2014 г. американское агентство по защите окружающей среды [14] по поручению президента разработало и вынесло на обсуждение ограничения на выброс CO₂ для новых электростанций, работающих на углеводородном топливе в контексте реализации главного закона страны по защите окружающей среды Clean Energy Act [17]. Согласно данному стандарту все новые или существенно модифицированные угольные электростанции обязаны внедрить систему улавливания и хранения CO₂ (CCS-технология), которая позволяет сократить выбросы на 30–50%. При этом агентство руководствовалось принципом наилучшей доступной технологии. В настоящее время такие технологии позволяют добиться сокращения выбросов CO₂ угольными электростанциями до 1 100 фунтов на 1 МВт/ч (около 500 кг/МВт/ч). Газовые электростанции комбинированного цикла позволяют добиться объемов выбросов 1 000 фунтов CO₂ на МВт/ч (454 кг/МВт/ч). Данные показатели внесены в стандарт в качестве верхнего порога выбросов. В июне 2014 г. агентство выпустило стандарты для уже функционирующих электростанций, также основанные на широком внедрении технологий улавливания и хранения углекислого газа, которые являются более гибкими и передают ответственность за разработку конкретных показателей сокращения выбросов на уровень штатов.

Новые стандарты выбросов вызвали широкую общественную дискуссию, так как их введение создаст прецедент формирования энергетической

системы страны в соответствии с требованиями экологического законодательства. Стандарты выбросов явным образом относятся к административным мерам воздействия на экономику, которые, хотя и обладают экологической эффективностью [20], имеют также другие преимущества и недостатки. В качестве преимущества данного подхода можно отметить простоту контроля за его исполнением. Главным же недостатком является отсутствие гибкости. В краткосрочном периоде невозможно перераспределение экономического бремени между теми, для кого сокращение потребления энергии сопряжено с большими затратами, и теми, для кого это стоит дешево. В долгосрочном периоде этот подход может привести к блокировке инноваций, направленных на еще большее повышение энергоэффективности [8]. Поэтому большинство ученых отстаивают другие, более гибкие, подходы, позволяющие достичь желаемого сокращения потребления и энергии через коллективный поиск решения производителей и потребителей в атмосфере, стимулирующей инновационную активность. Наиболее распространены два таких подхода – налоги на потребление энергии/выбросы и продажа квот.

Рыночные инструменты снижения выбросов. Налогообложение выбросов позволяет учесть их при принятии решения о покупке или производстве. Увеличение стоимости «грязных» товаров или производств стимулирует отказ от них в пользу более «чистых». В настоящее время налоги на выбросы CO₂ существуют в трех штатах США – Колорадо, Калифорнии и Мэриленде. Налоги на выбросы углекислого газа от того или иного эмитента (моторное топливо, электростанции) существуют также в Китае, Индии, Японии, Южной Корее, Тайване, Австралии, Новой Зеландии, Канаде, Дании, Финляндии, Франции, Ирландии, Нидерландах, Швеции, Великобритании, Норвегии, Швейцарии, ЮАР, Коста-Рике [6, 7, 11, 12].

Системы торговли квотами ведут к тому, что выброс каждой дополнительной единицы загрязняющих веществ (в основном CO₂) приводит либо к необходимости покупки разрешения на выброс по рыночной цене, либо к отказу от возможности продать такое разрешение. В конечном итоге выброс так или иначе облагается платой, что приводит к удорожанию продуктов, при производстве которых происходят большие выбросы загрязняющих веществ. Таким образом, оба последних способа стимулируют генерацию инноваций, направленных на снижение стоимости продукции за счет сокращения выбросов. Помимо десяти штатов

США (Калифорния и девять северо-восточных штатов) в мире действуют еще несколько региональных систем торговли квотами на выбросы парниковых газов – европейская, австралийская, новозеландская и токийская [13]. В стадии разработки и пилотного функционирования – китайская, южнокорейская, индийская и канадская системы торговли квотами.

Российская практика управления негативным воздействием на окружающую среду. В настоящее время в России не существует какого-либо специального инструментария, регулирующего выбросы объектов электроэнергетики. Электростанции наряду с другими предприятиями и организациями, осуществляющими негативное воздействие на окружающую среду, получают разрешения на выбросы и сбросы загрязняющих веществ, а также утверждают лимиты на размещение отходов в региональных управлениях Ростехнадзора. Региональные управления устанавливают предельно допустимые уровни воздействия (ПДУ) на окружающую среду в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды»². Выдача разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросы загрязняющих веществ в водные объекты осуществляется согласно Административному регламенту Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по выдаче разрешений на выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду³. Лимиты на размещение отходов выдаются согласно Административному регламенту Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по установлению лимитов на размещение отходов⁴.

Согласно регламенту разрешениями на выбросы загрязняющих веществ или радиоактивных веществ (радионуклидов) в атмосферный воздух устанавливаются количества загрязняющих веществ или радионуклидов, допускаемых к выбросу по каж-

² Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ.

³ Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по выдаче разрешений на выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду: приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 31.10.2008 № 288.

⁴ Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по установлению лимитов на размещение отходов: приказ Ростехнадзора от 20.09.2007 № 643.

дой отдельной производственной территории (для территориально обособленного подразделения), индивидуального предпринимателя и юридического лица, подлежащего федеральному государственному экологическому контролю. Количества загрязняющих веществ устанавливаются либо в пределах ПДВ, либо в пределах установленных лимитов на выбросы (временно согласованных выбросов).

В разрешениях на сбросы загрязняющих веществ или радионуклидов в водные объекты для хозяйствующего субъекта также устанавливаются количества загрязняющих или радиоактивных веществ, допускаемых к сбросу в следующих видах:

- допустимая концентрация вещества в пределах нормативов допустимых сбросов;
- допустимая концентрация вещества в пределах лимита на сброс;
- показатели сброса загрязняющих или радиоактивных веществ/радионуклидов (т/год; Бк/год) в пределах ПДВ, либо в пределах временно согласованных выбросов;
- утвержденный расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{ч}$) отдельно по каждому выпуску сточных и/или дренажных вод в пределах ПДВ, либо в пределах временно согласованных выбросов.

Предельно допустимые уровни воздействия на окружающую среду устанавливаются исходя из предпосылок, что негативное воздействие на экосистемы должно ограничиваться объемами, которые экосистема может принять в себя (переработать), *критически* не меняя своего качества [2]. Однако необходимо понимать, что даже в пределах научно обоснованных нормативов воздействие хозяйствующих субъектов наносит вред экологическим системам в целом и их отдельным компонентам.

В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» негативное воздействие на экосистемы в России является платным. Нормативными правовыми актами установлены базовые нормативы для исчисления платы по 210 наиболее распространенным веществам, загрязняющим атмосферный воздух (руб./т), и 142 веществам, сбрасываемым в водные объекты. Установлены базовые нормативы двух видов: в границах предельно допустимых нормативов и временно согласованных нормативов (лимитов). Соотношение их установлено как 1:5 [4].

Как отмечается во многих источниках [2, 5], основной функцией платы за негативное воздействие на окружающую среду в России является не столько стимулирование предприятий к минимизации

негативного воздействия на окружающую среду, сколько аккумулирование средств, расходуемых целевым порядком на охрану и воспроизводство окружающей среды при ее нормальном уровне загрязнения (минимальном уровне загрязнения, какой только достижим при использовании применяемых в хозяйственной деятельности технологий).

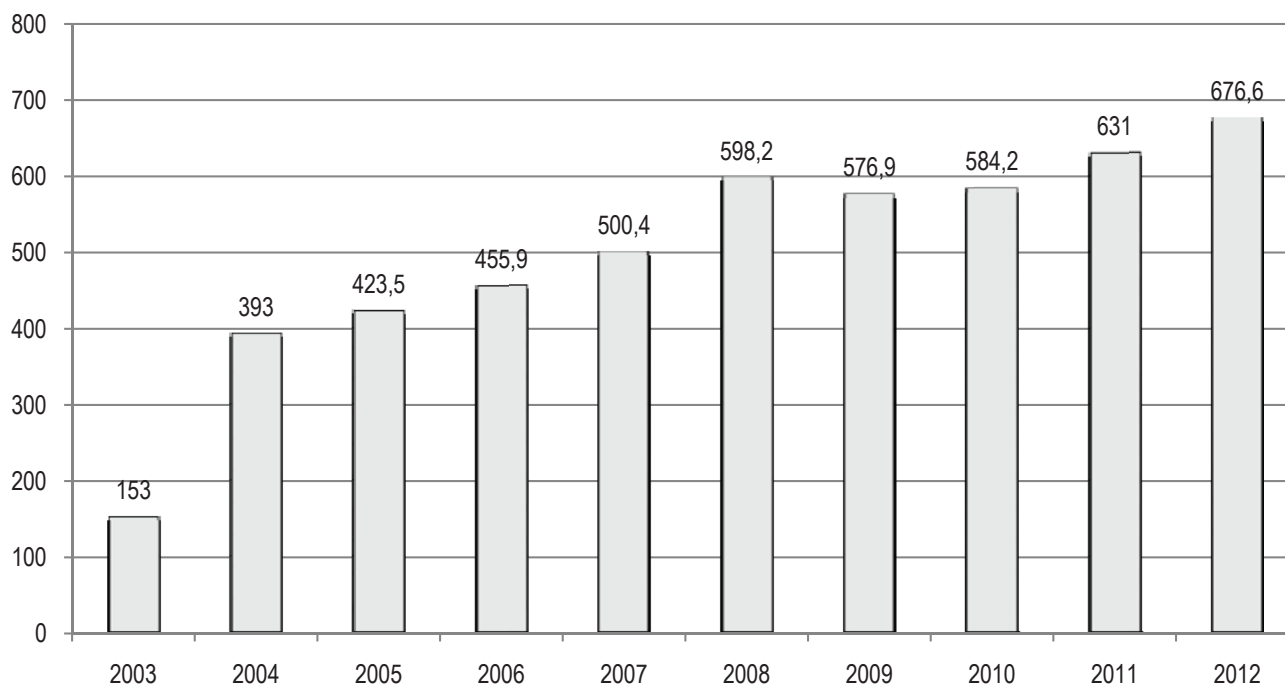
Плата за негативное воздействие на окружающую среду поступает в бюджеты субъектов Федерации. Так, администратором платы за негативное воздействие на окружающую среду на территории Краснодарского края является Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) в лице Управления Росприроднадзора по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. Как администратор доходов бюджетов по плате за негативное воздействие на окружающую среду управление осуществляет следующие бюджетные полномочия:

- начисление, учет и контроль за правильностью исчисления, полнотой и своевременностью осуществления платежей в бюджет, в том числе штрафов;
- взыскание задолженности по платежам в бюджет и штрафов, в том числе через судебные органы;
- принятие решений о возврате излишне уплаченных (взысканных) платежей.

Динамика поступления платы за негативное воздействие на окружающую среду в консолидированный бюджет Краснодарского края за 2003–2012 гг. представлена на рис. 8. Нетрудно заметить, что рост поступлений в бюджет не соответствует реальному росту экономики края.

Практика использования существующего экономического механизма охраны окружающей среды в России выявила следующие его основные недостатки [4]:

- недостаточное техническое (приборное) развитие системы государственного и негосударственного экологического контроля часто не позволяет определить реальный суммарный объем негативного воздействия на окружающую среду конкретного экономического агента;
- фактическое отсутствие базовых правовых нормативов платы за некоторые виды физического (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные воздействия) и биологического воздействия;
- относительно небольшой перечень химических веществ, для которых установлены базовые нормативы платы;



Источник: составлено авторами на основе данных докладов о состоянии природопользования и об охране окружающей среды министерства природных ресурсов Краснодарского края. URL: <http://www.dprgek.ru/content/section/470/>.

Рис. 8. Динамика поступления платы за негативное воздействие на окружающую среду в консолидированный бюджет Краснодарского края в 2003–2012 гг., млн руб.

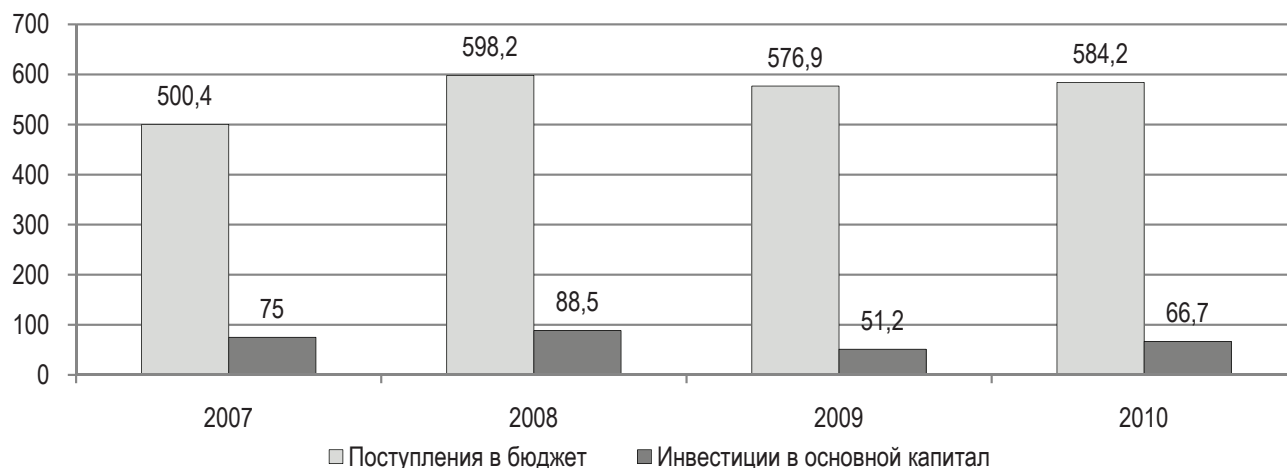
- существующие нормативы платы не учитывают интегрального воздействия загрязняющих веществ, в том числе выбрасываемых различными предприятиями;
- платежи относятся на издержки производства продукции и в конечном счете оплачиваются потребителем;
- малоэффективность в случаях аварийных выбросов.

Кроме того, расходование аккумулированных средств также не всегда может быть произведено эффективно. Соотношение объемов средств, поступивших в краевой бюджет в качестве платы за негативное воздействие на окружающую среду, и объемов средств, выделенных из регионального бюджета на инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в 2007–2010 гг., представлено на рис. 9.

Таким образом, существующие общие (действующие в масштабах всей социально-экономической системы) экономические механизмы минимизации негативного воздействия на окружающую среду можно признать неэффективными. Отраслевое регулирование негативного воздействия на окружающую среду, как показано в работе [3], является более

тонким, однако и одновременно и более противоречивым. Поэтому разработка отраслевых механизмов регулирования негативных экологических эффектов объектов электроэнергетики представляется актуальной научно-практической задачей.

По мнению авторов, разработка и введение стандартов «чистой» энергетики по аналогии со стандартами CES могло бы стать действенной стимулирующей мерой для решения острых экологических проблем на региональном уровне. Наделение региональных властей полномочиями устанавливать предельные значения интегрального уровня выбросов основных видов загрязняющих веществ энергетическими объектами в каждом конкретном регионе позволило бы учитывать особенности природно-климатических, экономических и социальных условий каждого отдельного региона, а также стратегические приоритеты развития (например, территории размещения туристических кластеров). Кроме учета негативных воздействий энергетических объектов на атмосферу в стандартах чистой энергетики, по мнению авторов, обязательно должны учитываться и другие параметры негативного воздействия на окружающую среду: использование почв, свежей воды, сбросы сточных вод в поверхностные водоемы, шумовое и электромагнитное загрязнение и



Источник: составлено авторами на основе данных докладов о состоянии природопользования и об охране окружающей среды министерства природных ресурсов Краснодарского края. URL: <http://www.dprgek.ru/content/section/470/>.

Рис. 9. Плата за негативное воздействие на окружающую среду и расходы бюджета Краснодарского края на инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды в 2007–2010 гг., млн руб.

т.д. Необходимость учета большого числа факторов (экономических, социальных, экологических и технико-технических) при поиске наилучших путей развития энергетической системы на уровне региона приводит к постановке многокритериальной задачи оптимизации. Для решения такого класса задач в теории управления разработан широкий спектр методов и инструментов, позволяющих не только найти оптимальное решение, но и выработать алгоритмы, позволяющие достичь оптимума в будущем.

Список литературы

1. Кушнир М.А., Федорченко Е.А. Анализ факторов воздействия угольных электростанций на окружающую среду // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. № 1. С. 340–343.
2. Мاستушкин М.Ю. Военная экология. М. – Смоленск: Камертон – Маджента, 2006. 724 с.
3. Ратнер С.В., Алмастьян Н.А. Экологический менеджмент в Российской Федерации: проблемы и перспективы развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 17. С. 37–45.
4. Улучшение экологии. Плата за негативное воздействие на окружающую среду. URL: <http://www.improveecology.ru/impecs-902-3.html>.
5. Фадеева А.В. Противоречия в эколого-экономической системе современного российского общества как фактор активизации инвестиций в человеческий капитал // Экономические науки. 2007. № 2. С. 203–204.
6. Bashmakov I. et al. “6.2.2.2.1 Collection Point and Tax Base”. In: B. Metz et al. Policies, Measures, and Instruments. Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report

of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Print version: Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, U.S.A., 2001.

7. Bashmakov I. et al. “6.2.2.2.2 Association with Trade, Employment, Revenue, and Research and Development Policies. In: Policies, Measures, and Instruments”. In: B. Metz et al. Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Print version: Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, U.S.A., 2001.

8. Brennan T., Palmer K. Energy efficiency resource standards: economic and policy // Utilities Policy. 2013. № 25. P. 58–68.

9. Brennan T., Palmer K., Martine S. Alternating Currents: Electricity Markets and Public Policy. Washington, DC: RFF Press, 2002. 122 p.

10. Coffman M.G., Griffin J.P., Bernstein P. An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards // Energy Policy. 2012. № 45. P. 122–132.

11. Energy Policies of IEA Countries – Denmark 2011 Review. URL: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Denmark2011_unsecured.pdf/.

12. Energy Policies of IEA Countries – Ireland 2007 Review. URL: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ireland2007.pdf>.

13. Kruger J., Oates W.E., Pizer W.A. Decentralization in the EU Emissions Trading Scheme and Lessons for Global Policy. Review of Environmental Economics and Policy. 2007. Vol. 1. № 1. P. 112–133.

14. Natural Gas. U.S. Environmental Protection Agency. URL: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html>.

15. Nitsch J., Krewitt W., Langniss O. Renewable Energy in Europe. In: Encyclopedia of Energy, Elsevier, 2004. P. 313–331.

16. Parry I., Evans D., Oates W. Are energy efficiency standards justified? // Journal of Environmental Economics and Management. 2014. № 67. P. 104–125.

17. Perlis M.L. The Climate and Energy Policy Basis for EPA's First-Ever CO2 Emission Standards for Power Plants // The Electricity Journal. 2014. Vol. 27. Iss. 3. P. 35–44.

18. Rausch S., Mowers M. Distributional and efficiency impact of clean and renewable energy standards for electricity // Resource and Energy Economics. 2014. № 36. P. 556–585.

19. REN21 Renewables 2011 Global Status Report. URL: <http://www.readbag.com/ren21-portals-97-documents-gsr-ren21-gsr2011>

20. Rivers N., Jaccard M. Choice of Environmental Policy in the presence of learning by doing // Energy Economics. 2006. № 28. P. 223–242.

21. Rosenberg R.H. Making renewable energy a reality: finding ways to site wind power facilities // William and Mary Environmental Law and Policy Review. 2008. № 32. P. 635–684.

22. Shirai N. et al. Analysis of residential photovoltaic generation, attention to characteristic of installed persons and factors of installation // Japan Society of Energy and Resources. 2012. № 33. P. 1–9. (In Japanese with English abstract).

23. Sorrell S. Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency // Energy Policy. 2009. № 37. P. 1456–1469.

Economic Analysis: Theory and Practice
ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Integrated Economic-Socio-Ecological Analysis

MARKET AND PUBLIC METHODS TO MANAGE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ELECTRICITY GENERATION FACILITIES

Svetlana V. RATNER,
Nairui A. ALMASTYAN

Abstract

The increasing focus on environmental priorities in the global and Russian policy, creation of the liberalized electricity market, and attraction of investments in energy industries predetermined the enhancement of the role of ecological component in the energy sector. Therefore, improving the ecological efficiency of the power industry is one of the most important conditions for sustainable development of both the industry and the country as a whole. Currently, the electricity generation facilities operating on hydrocarbon fuels are among the major emitters of greenhouse gases and other polluting substances, large consumers of fresh water, and land pollutants. One of the major problems of ecological optimization of electric power industry development is a comprehensive reduction of adverse impact on the environment through various nature protection measures, including the introduction of tougher environmental standards in the sphere of energy production and consumption without sacrificing the economic growth. In the study, the authors analyzed the dynamics and volumes of negative impact of the Russian power industry on the environment. The authors also reviewed the methods of control and minimization of negative impact used in other countries, and described the

practical application of environmentally friendly economic mechanisms. The article includes the analysis of the Russian legal and regulatory framework governing the procedure for and the scope of environmental charges, and reveals the disadvantages of the existing economic mechanism of environmental protection on the case of the Krasnodar region. The authors propose the main areas of improving the existing system of standardization. The paper concludes on the need for developing industry-specific mechanisms to regulate the negative impact of energy facilities on the environment, which will help achieve effective results by considering the features of natural-climatic, economic and social aspects of each individual region.

Keywords: electric power industry, power plant unit, environmental management, environment, protection, nature, adverse effect, impact, pollutants discharge, environmental charges, emissions penalty, standards

References

1. Kushnir M.A., Fedorchenko E.A. Analiz faktorov vozdeistviya ugol'nykh elektrostantsii na okruzhayushchuyu sredu [Analysis of influencing factors of coal-fired

power plants on the environment]. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten'* = *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2010, no. 1, pp. 340–343.

2. Mastushkin M.Yu. *Voennaya ekologiya* [Military ecology]. Moscow, Smolensk, Kamerton, Madzhenta Publ., 2006, 724 p.

3. Ratner S.V., Almastyan N.A. *Ekologicheskii menedzhment v Rossiiskoi Federatsii: problemy i perspektivy razvitiya* [Environmental management in the Russian Federation: problems and prospects]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* = *National Interests: Priorities and Security*, 2014, no. 17, pp. 37–45.

4. *Uluchshenie ekologii. Plata za negativnoe vozdeistvie na okruzhayushchuyu sredu* [Environmental improvement. The charge for negative impact on the environment]. Available at: <http://www.improveecology.ru/impecs-902-3.html>. (In Russ.)

5. Fadeeva A.V. *Protivorechiya v ekologo-ekonomicheskoi sisteme sovremennogo rossiiskogo obshchestva kak faktor aktivizatsii investitsii v chelovecheskii kapital* [Contradictions in the ecological and economic system of the contemporary Russian society as a factor of increasing investment in human capital]. *Ekonomicheskie nauki* = *Economic Sciences*, 2007, no. 2, pp. 203–204.

6. Bashmakov I. et al. “6.2.2.2.1 Collection Point and Tax Base”. In: B. Metz et al. *Policies, Measures, and Instruments. Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Print version, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, U.S.A., 2001.

7. Bashmakov I. et al. “6.2.2.2.2 Association with Trade, Employment, Revenue, and Research and Development Policies. In: *Policies, Measures, and Instruments*”. In: B. Metz et al. *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Print version, Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, U.S.A., 2001.

8. Brennan T., Palmer K. Energy efficiency resource standards: economic and policy. *Utilities Policy*, 2013, no. 25, pp. 58–68.

9. Brennan T., Palmer K., Martine S. *Alternating Currents: Electricity Markets and Public Policy*. Washington, DC, RFF Press, 2002, 122 p.

10. Coffman M.G., Griffin J.P., Bernstein P. An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards. *Energy Policy*, 2012, no. 45, pp. 122–132.

11. Energy Policies of IEA Countries – Denmark 2011 Review. Available at: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Denmark2011_unsecured.pdf/.

12. Energy Policies of IEA Countries – Ireland 2007 Review. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ireland2007.pdf>.

13. Kruger J., Oates W.E., Pizer W.A. Decentralization in the EU Emissions Trading Scheme and Lessons for Global Policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 112–133.

14. Natural Gas. U.S. Environmental Protection Agency. Available at: <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/natural-gas.html>.

15. Nitsch J., Krewitt W., Langniss O. Renewable Energy in Europe. In: *Encyclopedia of Energy*. Elsevier, 2004, pp. 313–331.

16. Parry I., Evans D., Oates W. Are energy efficiency standards justified? *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, no. 67, pp. 104–125.

17. Perlis M.L. The Climate and Energy Policy Basis for EPA's First-Ever CO2 Emission Standards for Power Plants. *The Electricity Journal*, 2014, vol. 27, iss. 3, pp. 35–44.

18. Rausch S., Mowers M. Distributional and efficiency impacts of clean and renewable energy standards for electricity. *Resource and Energy Economics*, 2014, no. 36, pp. 556–585.

19. REN21. *Renewables 2011. Global Status Report*. Available at: <http://www.readbag.com/ren21-portals-97-documents-gsr-ren21-gsr2011>.

20. Rivers N., Jaccard M. Choice of Environmental Policy in the presence of learning by doing. *Energy Economics*, 2006, no. 28, pp. 223–242.

21. Rosenberg R.H. Making renewable energy a reality: finding ways to site wind power facilities. *William and Mary Environmental Law and Policy Review*, 2008, vol. 32, no. 3, pp. 635–684.

22. Shirai N. et al. Analysis of residential photovoltaic generation, attention to characteristic of installed persons and factors of installation. *Journal of Japan Society of Energy and Resources*, 2012, vol. 33, no. 2, pp. 1–9. (In Japanese with English abstract).

23. Sorrell S. Jevons' paradox revisited: the evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy*, 2009, no. 37, pp. 1456–1469.

Svetlana V. RATNER

Trapeznikov Institute of Control Sciences,
Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russian Federation
lanarat@mail.ru

Nairui A. ALMASTYAN

Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation
a.nairuhi@mail.ru