

TIMUR TROITSKIY-MARKOV

Chairman of the Board of Directors of the Technological Institute on Energy Examinations, Diagnostics and Non-destructive Control "WEMO".

DMITRY SENNOVSKIY

Deputy director of the Technological Institute on Energy Examinations, Diagnostics and Non-destructive Control "WEMO".

ТРОИЦКИЙ-МАРКОВ Тимур Евгеньевич

Председатель совета директоров Технологического института Энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»

СЕННОВСКИЙ Дмитрий Вадимович

Зам. генерального директора Технологического института энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»

Принципы построения системы мониторинга энергоэффективности

Principles of Energy Efficiency Monitoring System Modeling

Summary

The Article describes the main principles of energy efficiency monitoring system modeling. The measurable indicators and production process characteristics, which determine energy efficiency are given. The evaluation of controlled systems condition is given, and the necessity of production process energy efficiency monitoring is substantiated

Key words

Energy saving, energy efficiency, energy monitoring, monitoring automated system, energy efficiency indicator

Аннотация

В статье рассмотрены основополагающие принципы построения системы мониторинга энергоэффективности. Приведены измеряемые показатели, характеристики производственного процесса, которые определяют энергоэффективность. Дана оценка состояния контролируемых систем и обоснована необходимость мониторинга энергоэффективности производственных процессов

Ключевые слова

Энергосбережение, энергетическая энергоэффективность, энергомониторинг, автоматизированная система мониторинга, индикатор энергоэффективности

Ужасно смотреть на картины техногенных катастроф, явившихся следствием безразличия к требованиям обеспечения промышленной безопасности и технической надежности.

Не менее страшное зрелище представляют собою остатки предприятий, не выдержавших конкуренции, умерших вследствие расточительного неэффективного хозяйствования.

Устойчивое развитие любого производственного предприятия прямо связано с конкурентоспособностью его продукции. В условиях же, когда для поддержания устойчивости спроса необходимо неукоснительное соблюдение качества продукции, а следовательно, и технологических норм расхода сырья и материалов, энергоёмкость продукции становится решающим фактором, влияющим на уровень ее себестоимости.

Поэтому в странах Евросоюза уже в ранге государственной политики ставится задача к 2020 году снизить объем энергопотребления в среднем на единицу продукции на 20%! В России этот показатель отстает в 2–3 раза, а в некоторых случаях и в 4 раза от аналогичной европейской или североамериканской продукции.

Чтобы обеспечить стабильную прибыль, производство должно быть:

- ▶ экономичным, в т. ч. энергетически;
- ▶ устойчивым, в т. ч. с позиций надежности энергоснабжения;
- ▶ технологичным по качеству, в т. ч. по параметрам энергоносителей;
- ▶ способным к росту производительности, в т. ч. созданием необходимого уровня комфортности труда.

Поэтому вопросы энергосбережения на предприятии должны решаться в рамках требований экономической целесообразности и технической надежности, соблюдения технологических параметров и обеспечения необходимой комфортности.

Мерой энергосбережения является энергетическая эффективность, т. е. оценка способности энергохозяй-

ства, энергоустановки в целом и отдельных ее элементов выполнять свои функции при минимальных затратах энергетических и других видов ресурсов.

Рациональное управление всем хозяйственным комплексом предприятия требует постоянного проведения такой оценки, т. е. постановки на предприятии комплексной системы мониторинга характеристик, отражающих соотношение затрат энергетических ресурсов к полезному эффекту от их использования, применительно к отдельным установкам, продукции, технологическому процессу и к предприятию в целом.

Мониторинг состояния энергетической эффективности и энергосбережения — это непрерывное (периодическое) наблюдение за показателями использования энергоресурсов и реализацией организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг), повышение энергетической безопасности, надежности и качества энергоснабжения, включая задачи оценки и прогноза состояния контролируемых объектов и процессов.

Энергоэффективность — это один из самых чутких индикаторов состояния дел с точки зрения и технического уровня производства, и уровня менеджмента, и финансового состояния предприятия.

Энергомониторинг должен строиться на основе потребностей предприятия в энергии и способствовать проведению анализа энергопотребления в конкретных системах и процессах, изучению отклонений энергопотребления в динамике, выполнения целей реализуемых энергосберегающих мероприятий.

Периодичность наблюдения должна быть регламентирована и обоснована. Она зависит от сферы деятельно-

сти и размеров предприятия. Некоторые предприятия проводят измерения раз в неделю, на других предприятиях свертка показаний происходит постоянно, раз в смену, ежедневно, раз в месяц или реже. Оценка наиболее энергоёмких процессов должна осуществляться так часто, как позволяют показатели энергопотребления.

Основополагающим принципом организации надежной системы мониторинга является обеспечение достоверности собираемых данных, которая достигается минимизацией влияния человеческого фактора, применением автоматизированных информационно-измерительных систем. Однако надо не забывать, что все оборудование, которое используется для мониторинга и измерений, нуждается в периодической проверке работоспособности, а средства измерения — в калибровке.

Один из вариантов построения системы сбора данных об энергопотреблении (на примере системы Dialog 3G) на основе мобильной автоматизированной системы мониторинга представлен на рисунке 1 (система считывания показаний на ходу или из автомобиля).

Система считывания на ходу — один из способов получения показаний счетчиков, при котором пользователь, передвигающийся пешком по заданному маршруту, получает данные от первичных приборов учета системы на портативный компьютер, подключенный к переносному радиоприемо-передающему устройству. Данное решение не требует проникновения в помещения с установленными приборами учета, считывание производится в течение нескольких секунд с расстояния 50–200 метров от мест установки счетчиков.

В рамках автоматизированных информационно-измерительных систем обычно предусматривается взаимодействие автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов, диспетчерско-технологического управления, системы контроля и управления

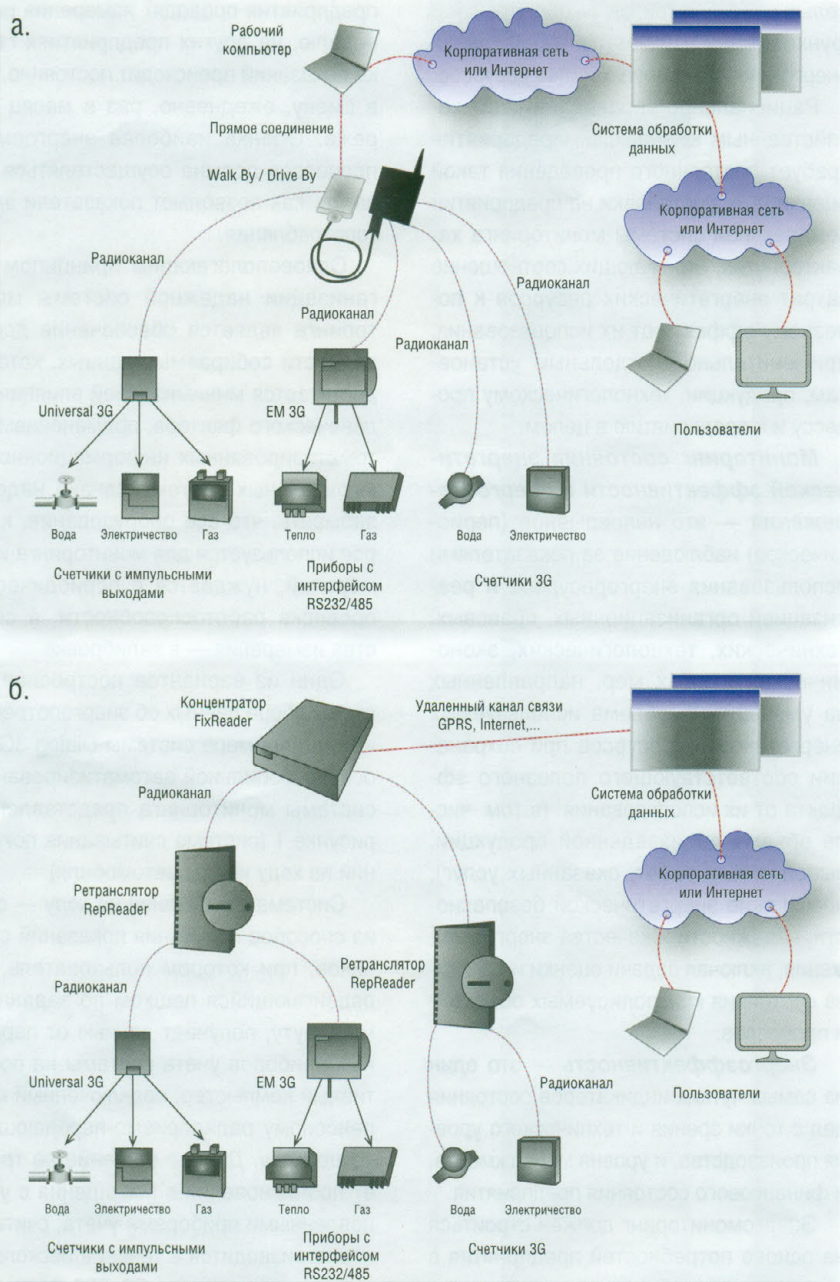


Рис. 1.
 а. Система мониторинга в мобильном варианте
 б. Система мониторинга в стационарном варианте

электротехническим оборудованием подстанций, индивидуальных тепловых пунктов, узлов ввода ХВС и ГВС, га-

рантированной сети электроснабжения (ДЭС, ИБП), вводной и распределительной сети. Это позволяет реализовать

оперативно-диспетчерское управление энергохозяйством и контроль технического состояния и заданных режимов работы энергоустановок, лимита энергопотребления, соответствия нормируемых и фактических показателей функционирования энергохозяйства, проводимых организационно-технических мероприятий. В том числе:

- ▶ контроль выполнения требований по качеству электрической и тепловой энергии;

- ▶ контроль состояния инженерных сетей и положения регулирующих устройств и аппаратуры пусков и остановов;

- ▶ контроль состояния и управление подстанциями, индивидуальными тепловыми пунктами, узлами ввода ХВС и ГВС, гарантированной сети электроснабжения (ДЭС, ИБП), систем освещения, систем вентиляции и кондиционирования, дымоудаления;

- ▶ дистанционное или автоматическое управление системами электроснабжения, освещения, вентиляции и кондиционирования, в том числе по принципу ведения требуемого зонального режима с учетом присутствия людей;

- ▶ возможность дистанционного отключения энергопотребителей для ограничения энергоресурсов, связанных с выявленным перерасходом выделенных лимитов, с ограничением, вводимым энергопоставщиком (технологическое, аварийное) и др.;

- ▶ контроль состояния клапанов системы дымоудаления и управление ими;

- ▶ отключение кабельных линий, проходящих транзитом через помещения, в которых возникает пожар, а также отключение энергооборудования, токопроводов и систем вентиляции и включения систем дымоудаления, системы пожаротушения по зонам и помещениям в зависимости от возникновения пожара;

- ▶ контроль состояния комплексной системы безопасности, в том чис-

ле контроль дверей по зонам доступа и контроль присутствия работников в зонах возникновения предполагаемого пожара;

▶ контроль предотвращения, локализации и ликвидации аварий и восстановления режимов работы;

▶ контроль экономичности работы энергооборудования и рационального использования энергоресурсов при соблюдении режимов потребления.

Вместе с тем, принимая во внимание, что внедрение достаточно обширной измерительной системы затратно и имеет продолжительный срок окупаемости, наличие таких систем не является критическим фактором для системы мониторинга. Хотя при наличии возможностей следует иметь обоснованный план по улучшению системы измерений.

Помимо измерений для оценки ожидаемого энергопотребления необходимо использование расчетного метода, позволяющего нивелировать воздействия таких факторов, как погодные условия, структура выпускаемой продукции, уровень занятости и другие факторы. Это делает данные мониторинга сопоставимыми.

Сравнение фактического энергопотребления с ожидаемым позволяет выявить незапланированные отклонения и обнаружить нерациональные потери.

Контролю подлежат все ключевые характеристики производственного процесса, которые определяют энергоэффективность, в число которых включаются, как минимум:

- а) энергетический баланс;
- б) значительные расходы энергоресурсов;
- в) эффективность проводимых энергосберегающих мероприятий.

Результаты мониторинга и измерений сохраняются.

Полный цикл целевого отслеживания, измерения и анализа состояния энергоэффективности на предприятии представлен на рисунке 2.

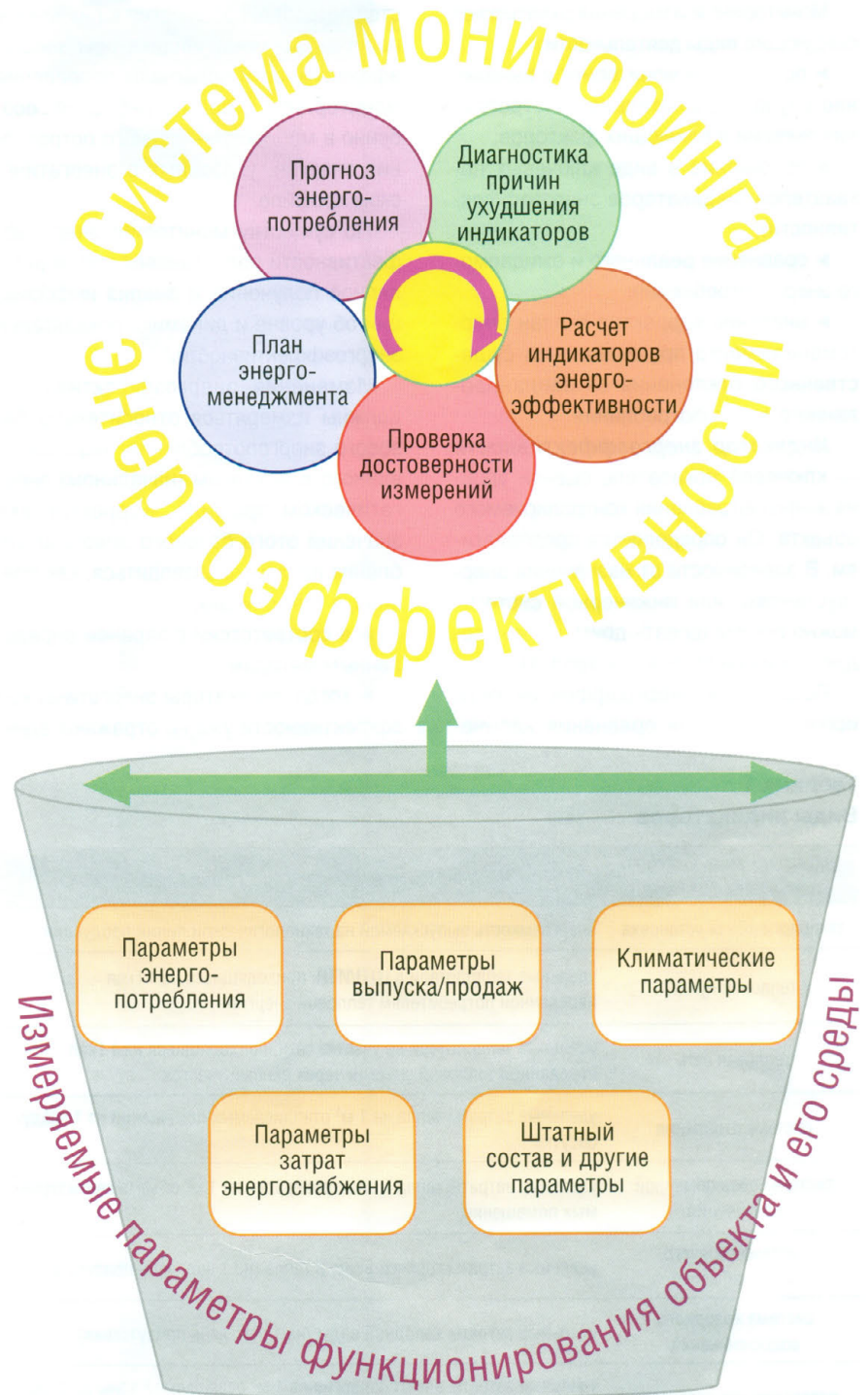


Рис. 2.
Цикл мониторинга энергоэффективности

Мониторинг и измерения охватывают следующие виды деятельности:

- ▶ постоянный мониторинг и выявление случаев значительного потребления энергии и влияющих факторов;
- ▶ обобщение в виде ключевых показателей (индикаторов энергоэффективности);
- ▶ сравнение реального и ожидаемого энергопотребления;
- ▶ внесение корректив в план энергоменеджмента при выявлении существенного отклонения от запланированного энергопотребления.

Индикатор энергоэффективности — ключевой показатель оценки уровня энергопотребления контролируемого объекта. Он определяется предприятием. В зависимости от назначения энергоустановки или инженерной системы можно рекомендовать применение следующих индикаторов (см. табл. 1).

Показатели энергоэффективности используются для сравнения количе-

ства потребленной энергии в различные периоды времени. Индикаторы энергоэффективности облегчают проведение мониторинга энергопотребления, особенно в местах повышенного потребления энергии, указанных в энергетическом профиле.

По существу мониторинг энергоэффективности представляет собой регулярное получение и анализ информации об уровне и динамике показателей энергоэффективности.

Изменения энергоэффективности должны измеряться относительно базового энергопотребления, зафиксированного в исходном (начальном) энергетическом профиле. Корректировка значений этого базового энергопотребления должна производиться, как правило, в трех случаях:

- ▶ в соответствии с заранее определенным методом;
- ▶ когда индикаторы энергетической эффективности уже не отражают адек-

ватно использование энергоресурсов на предприятии;

▶ на предприятии произошли значительные организационные изменения.

К значительным организационным изменениям, которые оказывают влияние на достоверность показателей энергоэффективности, относятся:

- ▶ структура выпускаемой продукции;
- ▶ этапы производства;
- ▶ график работы;
- ▶ инфраструктура;
- ▶ оборудование и системы;
- ▶ новые источники энергии;
- ▶ правовые требования.

Ключевым моментом при определении показателей должна быть простота понимания, что способствует обмену информацией и повышению мотивации.

Предприятие составляет план проведения мониторинга и измерений всех выявленных случаев значительного энергопотребления, а также других факторов (например: температура окружающей среды, уровень загрузки).

В план включаются следующие моменты:

- а) способ измерения уровня потребленной энергии, сбора и хранения данных;
- б) масштаб проводимых измерений, включая периодичность, калибровку измерительных приборов и техническое обслуживание оборудования системы мониторинга;
- в) обязанности и ответственность персонала, обеспечивающего работу системы мониторинга;
- г) методика расчета ожидаемого потребления энергии с учетом влияющих факторов.

С целью повышения энергоэффективности необходимо выявить все случаи необоснованного энергопотребления и предпринять меры по его сокращению.

При выявлении существенного уровня необоснованного энергопотребления мониторинг и измерения учащаются.

Регулярный мониторинг позволяет:

- ▶ Повысить достоверность получаемой информации.

Таблица 1
Виды индикаторов

Наименование контролируемого объекта	Наименование индикатора энергоэффективности
технологическая установка	энергоёмкость выпускаемой на технологической линии продукции
тепловой пункт	удельные теплотери в ЦТП/ИТП, приходящиеся на 1 Гкал переданной потребителям тепловой энергии
тепловая сеть	удельные теплотери на участке сети, приходящиеся на 1 Гкал переданной тепловой энергии через данный участок
система отопления	удельные затраты тепла на 1 м ³ отапливаемых помещений на 1 градусосутки
системы общеобменной вентиляции	удельные затраты тепла и электроэнергии на 1 м ³ объема вентилируемых помещений
система горячего водоснабжения	удельные затраты горячей воды и тепла (на 1 чел. день присутствия)
система холодного водоснабжения	удельные затраты холодной воды (на 1 чел. день присутствия)
осветительная установка	удельные затраты электроэнергии на 1 м ² освещаемой зоны за 1 час режимной работы (наработки)
система электроснабжения	удельные потери электроэнергии на 1 кВт/ч переданной мощности
электрическая сеть	удельные потери электроэнергии на участке сети, приходящиеся на 1 кВт/ч переданной мощности через данный участок

▶ В краткие сроки выявить случаи необоснованного потребления энергии, вызванного производственным процессом.

▶ Выявить увеличение случаев необоснованного потребления энергии, вызванного плохим состоянием производственных мощностей и оборудования, возникшего в процессе эксплуатации.

Результаты мониторинга энергопотребления сохраняются в базе данных подразделения и доступны для всех пользователей организации.

Примерный состав данных информационной базы энергоэффективности для отслеживания состояния технологической установки может быть следующим:

▶ Производственное назначение установки. Режимы работы.

▶ Виды и параметры потребляемых ТЭР.

▶ Спецификации основного энергопотребляющего оборудования с номинальными характеристиками приводов и агрегатов (производительность, способ охлаждения, номинальный расход энергоносителя по каждому виду ТЭР) и сроками эксплуатации.

▶ Обеспеченность нормативно-технической документацией, техническими средствами регулирования, учета и обслуживания, квалифицированным эксплуатирующим персоналом.

▶ Размещение оборудования по помещениям.

▶ Нарботка в базовом и текущем годах помесячно или посезонно (лето-зима) или по режимам работы (видам продукции, работ и услуг).

▶ Нормативные и фактические параметры для каждого режима работы установки (производительность, температура, давление и т.п.).

▶ Виды, параметры и удельная выработка вторичных энергоресурсов (ВЭР). Утилизационное оборудование, использующее ВЭР. Направления и коэффициент использования ВЭР.

▶ Ограничения, препятствующие ресурсо- и энергосбережению.

▶ Тип автоматики. Точки контроля состояния оборудования и параметров его работы.

▶ Работоспособность систем контроля и учета.

▶ Статистика отказов (причины и количество).

▶ Фактическая электрическая нагрузка и коэффициент мощности установки в узле присоединения на момент наблюдения. Коэффициент спроса (использования суммарной мощности).

▶ При необходимости моделирования работы установки — коэффициенты годовой и дневной неравномерности, карты энергопотоков и материальных потоков для основных элементов внутренней структуры установки.

▶ Оценка персоналом технического состояния установки.

▶ Оценка соответствия фактических параметров работы установки технологическим требованиям, % дней работы установки.

▶ Оценка соответствия состава (характеристик) оборудования установки фактической нагрузке и параметрам работы.

▶ Расчетно-нормативное и фактическое (при наличии учета) энергопотребление по видам ТЭР.

▶ Показатели энергоэффективности работы установки и их расчетно-нормативные значения для целей мониторинга.

▶ Оценка перерасхода энергоресурсов в сопоставлении с нормативными показателями и причины перерасхода.

▶ Модель установки и ее допустимых изменений (при необходимости моделирования работы установки).

▶ Оценка эффективности допустимых изменений, повышающих надежность, экономичность и качество функционирования установки.

▶ Оценка потенциала энергосбережения.

Доступность информации способствует большей приверженности процессу энергосбережения благодаря возрастающей конкуренции между подразделениями. Мотивация персонала — одна из основных задач действенности системы мониторинга. Сотрудники предприятия должны представлять себе, какие выгоды они получают лично, участвуя в общей политике энергосбережения. Необходимо также разъяснить все негативные моменты, связанные с излишним или неэффективным расходом энергоресурсов. Должны быть назначены ответственные за осуществление мониторинга результатов осуществления мероприятий по энергосбережению.

При любых обстоятельствах система показателей безопасности, надежности, эффективности и качества энергоснабжения как целое должна быть положена в основу всех решений по формированию, функционированию и развитию энергокомплекса предприятия.

Обычно при реализации энергосервисных проектов предусматривается также установка системы мониторинга энергоэффективности. Однако такая система в данном случае, как правило, охватывает контроль энергопотребления только по объектам, на которых выполняются энергосервисные мероприятия (для отслеживания их эффекта).

Комплексная полномасштабная разработка и постановка системы мониторинга требует специального привлечения высококвалифицированных профессионалов в этой области, которых, вероятнее всего, может не оказаться в штате предприятия.

Поэтому в состав рабочей группы энергоменеджмента предприятия рекомендуется включать внешнего энергетического консультанта, т. е. надежную энергоаудиторскую или энергосервисную компанию, имеющую подтвержденный опыт и необходимые знания в области технологий энергосбережения и энергоменеджмента, в лице ее компетентного представителя. [1]

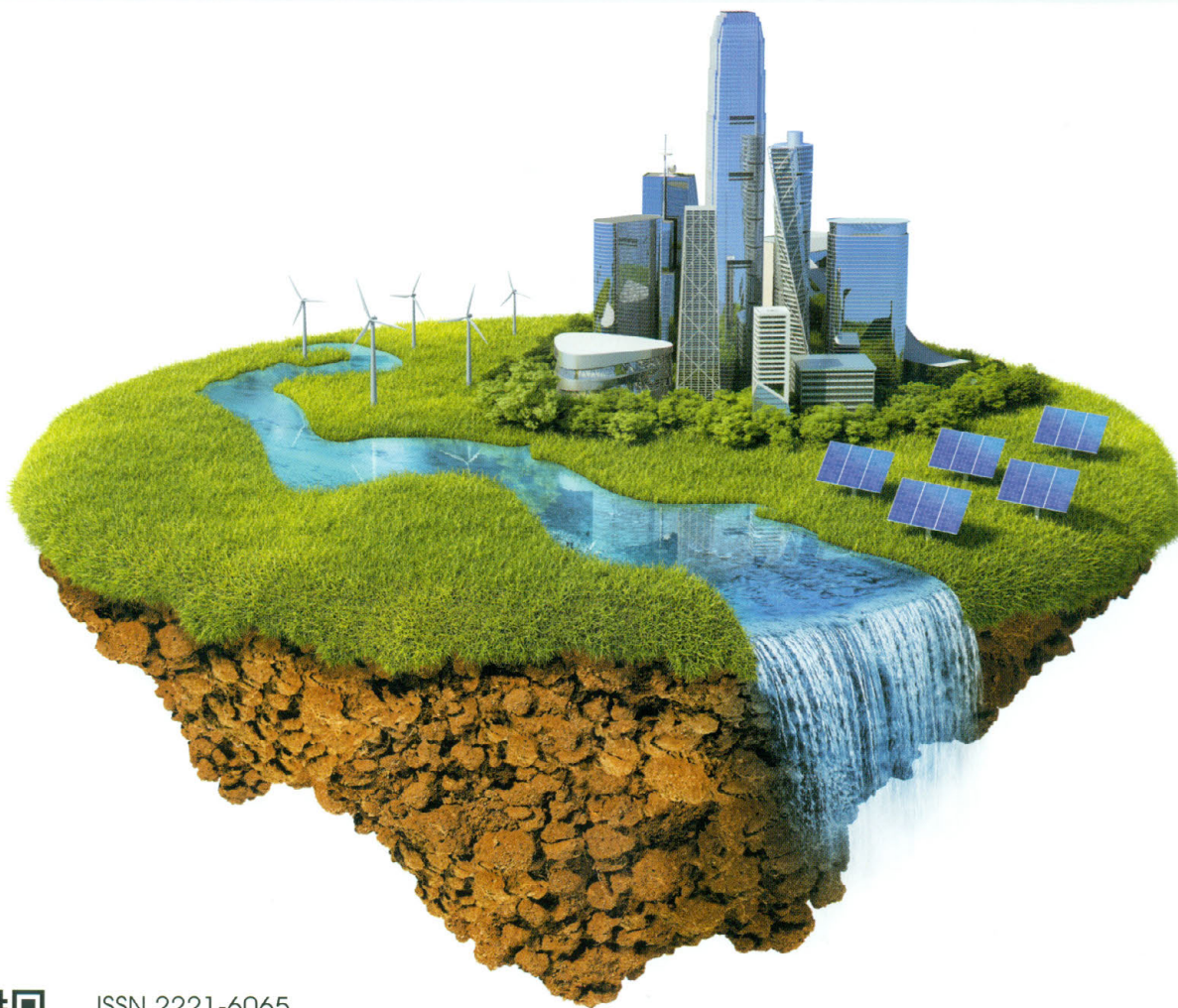
технологии
исследования энергоэффективность
нормативы энергоресурсы безопасность
энергоаудит **энергосбережение** экономия
обследование автоматизация
энергосистемы
ресурсосбережение стратегия



№ 4,
2011 год

МОНИТОРИНГ

Н А У К А И Б Е З О П А С Н О С Т Ь



ISSN 2221-6065



9 772221 606774 >

ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО