

ЭНЕРГЕТИКА

МРНТИ 44.01.77

А. К. Исмайлов, С. С. Табултаев

Алматинский университет энергетики и связи

г. Алматы, Казахстан

КОНЦЕПЦИЯ И СТРУКТУРА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛА

Аннотация. Выполнен обзор современной ситуации в области генерации, транспортировки энергоносителей. Представлена схема производства энергии. Разработана модель энергогенерирующего источника на основе методов имитационного моделирования, в которой можно проследить степень влияния той или иной меры, комплекса мероприятий на основные экологические, технологические, экономические показатели производственного цикла электро- и теплоэнергии, такие, как объемы загрязнения окружающей среды, потери, объем потребляемых первичных ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, имитационное моделирование, энергогенерирующий источник.



Түйіндеме. Ма•алада генерация, •уат көзін тасымалдау саласындағы заманауи жағдайларға шолу жасалған. Энергия өндірісінің сызбанұс•асы ұсынылған. •оршаған ортаның ластануы, ысырап, тұтынылатын алғаш•ы ресурстардың келемі сия•ты электр және жылу энергиясының өндірістік циклінің негізгі экологиялы•, технологиялы•, экономикалы• көрсеткіштеріне осы және бас•а да шаралар кешенінің ы•пал ету деңгейін •адағалауға мүмкін болатын имитациялы• үлгілеу негізінде энергия өндіру көзінің үлгісі әзірленді.

Түйінді сөздер: энергетикалы• тиімділік, энергия үнемдеу, имитациялы• үлгілеу, энергия өндіру кезі.



Abstract. The review of a modern situation is presented in article in the field of generation, transportation of energy carriers. A scheme of energy power generating source is given. The model is developed, based on the methods imitation of simulation, in which we can trace the extent of influence to which a

given measure, a set of measures affect on environmental, technological and economic indicators of the production cycle of electric and thermal energy, such as the volume of pollution the loss, the amount consumed by primary resources.

Key words: energy efficiency, energy conservation, imitation of simulation, efficient power source.

Введение. Проблема энергоэффективности в теплоэнергетике в настоящее время весьма актуальна. Это и увеличенное количество выбросов в атмосферу, влияющее на чистоту окружающего воздуха, и, как следствие, на качество жизни населения. Это и повышенное потребление первичных ресурсов (угля, мазута, газа, воды), а также электроэнергии, необходимых для производства единицы тепла. Это потери при транспортировке вследствие изношенности и неэнергоэффективности теплотрасс, ведущих от генерирующего источника к потребителям. Оборудование и инфраструктура находятся в критическом состоянии, уровень износа составляет 56,0 % [1, 2]. Последнее обуславливает низкую экономическую эффективность и неконкурентоспособность предприятий малой теплоэнергетики. Перед муниципальными образованиями, на которых расположена основная часть подобных теплогенерирующих предприятий стоит актуальная проблема технической реконструкции теплогенерирующих мощностей и сопутствующей им инфраструктуры, а также обеспечения экономической целесообразности этой реконструкции в условиях хронического недофинансирования. Соответственно у лиц, принимающих подобного рода решения (ЛПР), должно быть четкое понимание того, какие мероприятия в рамках реконструкции целесообразно применить и в какой последовательности, какими ключевыми оценочными индикаторами. При этом необходимо определить последствия принятых решений. В силу этого ключевыми оценочными индикаторами наряду с основными техническими показателями должны выступать экологические и экономические показатели. Для хозяйствующего субъекта любой формы собственности экономия первичных энергоресурсов, снижение экологических издержек и объемов загрязнения окружающей среды, а также сроков окупаемости мероприятий в

рамках средне- и долгосрочного планирования всегда являются приоритетными направлениями деятельности. При выработке оптимальной стратегии энергосбережения теплогенерирующего источника необходимо базироваться на анализе полного жизненного цикла его работы: генерации, распределения и потребления тепловой энергии.

Методы исследований. Наилучшим средством описания подобного рода стратегии выступает имитационное моделирование, позволяющее обеспечить взаимосвязь материальных и финансовых потоков. По Р. Шеннону, имитационное моделирование является одним из основных инструментов в системах поддержки принятия решений, оно позволяет исследовать большое число альтернативных вариантов решений, проигрывать различные сценарии при любом сочетании входных данных [3]. Главное преимущество имитационного моделирования состоит в том, что исследователь для проверки новых стратегий и принятия решений, при изучении возможных ситуаций, всегда может получить ответ на вопрос «Что будет, если..?». Имитационная модель позволяет прогнозировать, когда речь идет о проектируемой системе или исследуются процессы развития.

Применительно к задаче оценки энергоэффективности при генерации тепла в основу принципиальной схемы имитационной модели положена типовая последовательность производства и транспортировки тепловой энергии. На ее входе находятся: вода, электроэнергия, топливо, человеческие ресурсы, а также информация по потерям, тарифам, удельным нормам потребления, виду топлива, выбросам, сбросам и т. п. (рис. 1). Далее все попадает в «черный ящик», роль которого выполняет теплогенерирующий источник. На выходе модели мы имеем тепловую энергию, выбросы, сбросы, твердые отходы, а также информацию по экономическому балансу.

Математическое описание имитационной модели произведено на основе пакета структурного моделирования iThink Analyst v 9.1.3 фирмы «High Performance Systems, Inc.». Данный пакет ориентирован на моделирование динамических процессов и потому идеально подходит для решения поставленной



Рис. 1. Схема процесса производства энергоресурсов

задачи. Использование компьютерных технологий позволило нам создать многоуровневую модель функционирования энергогенерирующего источника (роль которого выполняет котельная) и сопутствующей ей инфраструктуры (системы теплотрасс), описываемой совокупностью ключевых оценочных параметров-индикаторов. В частности, источник генерации тепла характеризуется удельным потреблением ресурсов (на производство 1 Гкал), выбросами, сбросами, а также потерями тепла при его транспортировке [1]. В модели все параметры объединены в группы – взаимосвязанные блоки, среди которых блок параметров, содержащий определяющие работу теплогенерирующего источника, блок мер по энергосбережению и повышению энергоэффективности (рис. 2). Поскольку данная версия пакета iThink не русифицирована, при моделировании использованы английские аббревиатуры названий соответствующих блоков и параметров. Модель включает 5 взаимосвязанных блоков, 4 из которых отражают:

- показатели-индикаторы генерирующего источника;
- ресурсные показатели в блоке «Generator Resources indicators»;
- производственно-технические индикаторы в блоке «Generator Technical indicators»;

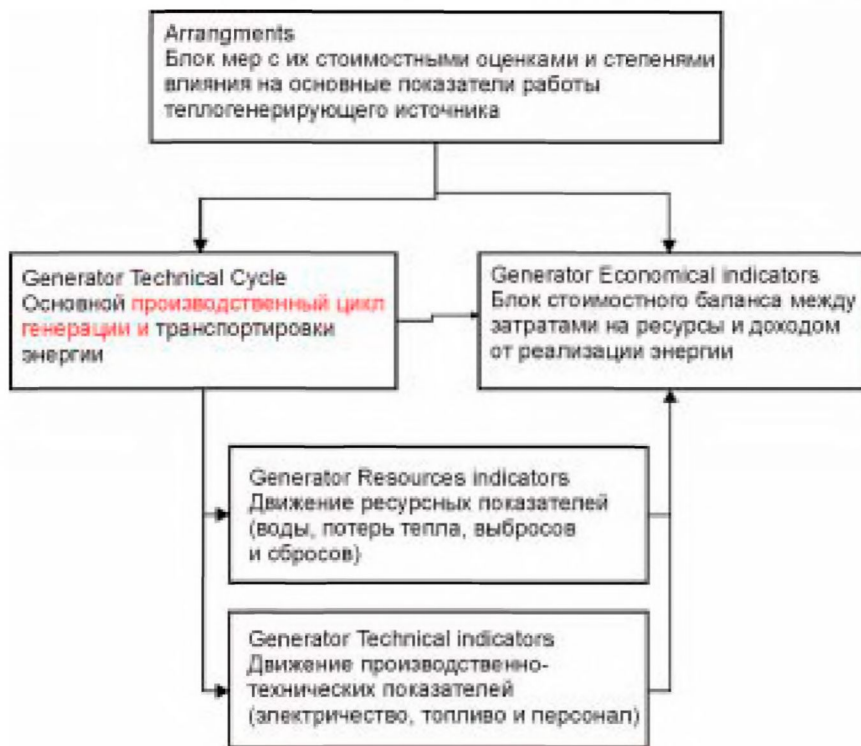


Рис. 2. Схема имитационной модели

— экономические индикаторы в блоке «Generator Economical indicator»;

— основной блок «Generator Technical Cycle», в котором находится концептуальная часть модели.

Все перечисленные блоки взаимосвязаны друг с другом, что свидетельствует об изменении одних групп показателей и, как следствие, об изменении других. В частности, отдельным блоком модели «Arrangments» предусмотрены меры по повышению энергоэффективности и энергосбережению, воздействующие на

главный блок, изменение в котором, в свою очередь, влияет на изменения в остальных трех блоках [4]. Основным блоком в модели является «Generator Tecnical Cycle». Именно он описывает производство тепловой энергии и транспорт тепла до потребителей (рис. 3). Тепловая энергия производится в потоке «Production Flow», аккумулируется в накопителе «Production Storage». На производство тепловой энергии требуется вода (Water Abs), топливо (Fuel Abs), электричество (Electricity Abs), люди (People), а также количество выбросов и сбросов, учитываемые в «Emissions». Расчет всех показателей ведется через удельные величины на произведенную единицу. Эти показатели содержатся для воды в «Water per 1 Product»; для топлива – в «Fuel Per 1 Product»; для электричества – в «Electricity Per 1 Product»; для персонала – в «Level of Automation»; для выбросов и сбросов – в «Percent Emissions».

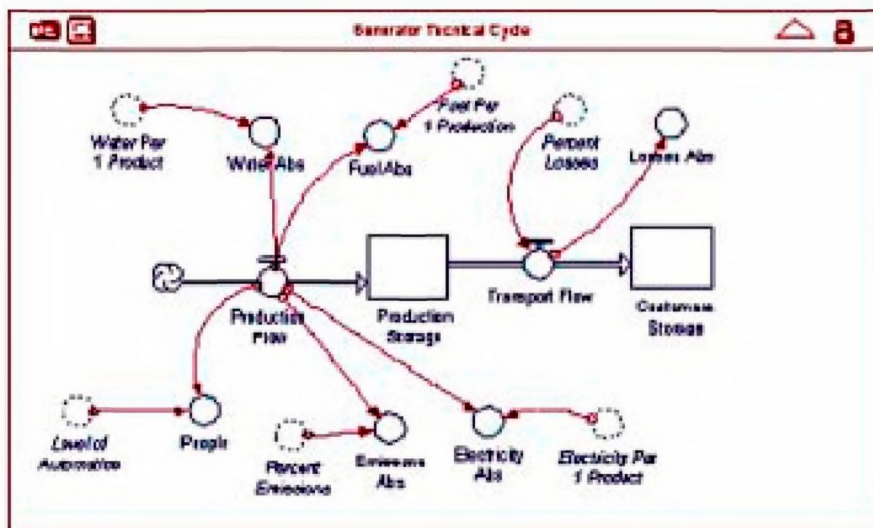


Рис. 3. Блок генерации и транспортировки теплотенергии

Этап транспортировки характеризуется показателем потерь «Losses Abs», рассчитываемым как произведение объема поставляемого тепла «Transport Flow» на средний процент потерь по инфраструктуре «Percent Losses».

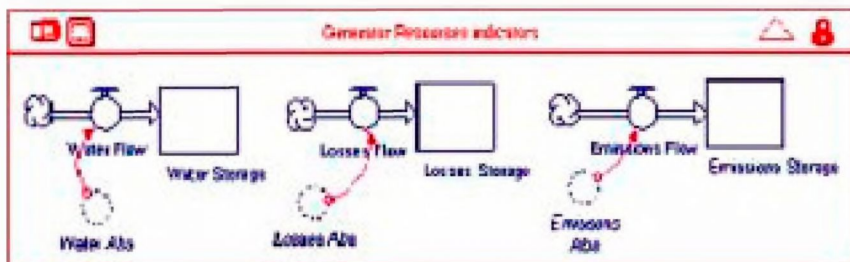


Рис. 4. Блок показателей потребления воды, потерь и выбросов

Производным из блока «Generator Technical Cycle» в модели выступает блок «Generations Resources indicators» (рис.4), отвечающий за накопление основных показателей воды, потерь тепла, выбросов в атмосферу. У «Water Abs», «Losses Abs», «Emissions Abs» показатели потребления воды, потерь, выбросов за один период. Благодаря блоку можно оценить динамику изменения и их значения на конец расчетного периода. Аналогичным образом накапливаются и остальные показатели, характеризующие технологический цикл производства энергии [5].

Выводы. Использование данной модели на практике позволяет решать следующие задачи:

- определить эффективность работы теплогенерирующего источника в сравнении с нормативными данными и показателями, используемыми в данной методике, на основании накопленного опыта испытаний;
- оценить потенциал энергоэффективности работы исследуемого объекта;

- оценить потребности теплогенерирующего источника в топливе, электрической энергии, воде;
- сделать прогноз потребности в первичных ресурсах на краткосрочный период;
- создать модель энергогенерирующего источника на основе методов имитационного моделирования.

Таким образом, метод имитационного моделирования позволяет проследить степень влияния различного комплекса мероприятий на показатели производственного цикла, а именно потери электро- и теплоэнергии, объем загрязнения окружающей среды, объем и потери потребляемых первичных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горлова Н. Ю., Новгородский Е. Е., Чешев А. С., Страхова Н. А. Совершенствование методов повышения эколого-экономической эффективности энергосберегающей деятельности в промышленности. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2011. – 188 с.
- 2 Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. – 2009. – № 2.
- 3 Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978.
- 4 Автономов А. Б., Денисов В. И., Морозов О. В. Особенности технико-экономического обоснования инвестиционных проектов тепловых электростанций // Электрические станции. – 2008. – № 3. – С. 4-9.
- 5 Емельянов А. А. Системы имитационного моделирования дискретных и дискретно-непрерывных. – Тверь: «Мобильность», 1992. – 202 с.