

Страхова Наталья Анатольевна

Natalya Strahova

Ростовский государственный строительный университет

Rostov State University of Civil Engineering

заведующая кафедрой «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

Head the department "Heating, ventilation and conditioning"

Доктор технических наук, профессор

E-Mail: tan35@yandex.ru

Лебединский Павел Алексеевич

Pavel Lebedinskiy

Ростовский государственный строительный университет

Rostov State University of Civil Engineering

аспирант кафедры «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

graduate student the department "Heating, ventilation and conditioning"

E-Mail: p.lebedinskiy@gmail.com

08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством

**Концепция и структура имитационной модели оценки
энергоэффективности при генерации тепла**

The concept and structure of the simulation model assessment of energy efficiency in
the generation of heat

Аннотация: В статье представлен 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 тепло- энергии, такие как объемы загрязнения окружающей среды, потери, объем потребляемых первичных ресурсов.

The Abstract: This paper reviews the current situation in the generation, transportation energy sources. A scheme of energy power generating source. model is developed based on the methods of simulation, in which we can trace the extent 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.

Ключевые слова: Энергоэффективность, энергосбережение, имитационное моделирование, модель энергогенерирующего источника, схема процесса производства энергоресурсов,

Keywords: Energy efficiency, energy conservation, simulation, model power generating source, the process of energy production scheme.

Проблема энергоэффективности в теплоэнергетике в настоящее время стоит крайне остро. 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 в виду изношенности и неэнергоэффективности теплотрасс, ведущих от генерирующего источника к потребителям. Оборудование и инфраструктура находится 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, остро стоит проблема технической реконструкции теплогенерирующих мощностей и сопутствующей им инфраструктуры, а также обеспечения экономической целесообразности этой реконструкции в условиях хронического недофинансирования.

Соответственно для лиц, принимающих подобного рода решения (ЛПР), необходимо четкое понимание того, какие мероприятия в рамках реконструкции целесообразно применить и в какой последовательности, какими ключевыми оценочными индикаторами при этом необходимо воспользоваться и какими будут 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.

Выработка оптимальной стратегии энергосбережения теплогенерирующего источника должна базироваться на анализе полного жизненного цикла его работы: генерации, распределения и потребления тепловой энергии. 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 ресурсы: вода, электроэнергия, топливо, человеческие ресурсы, а так же 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.

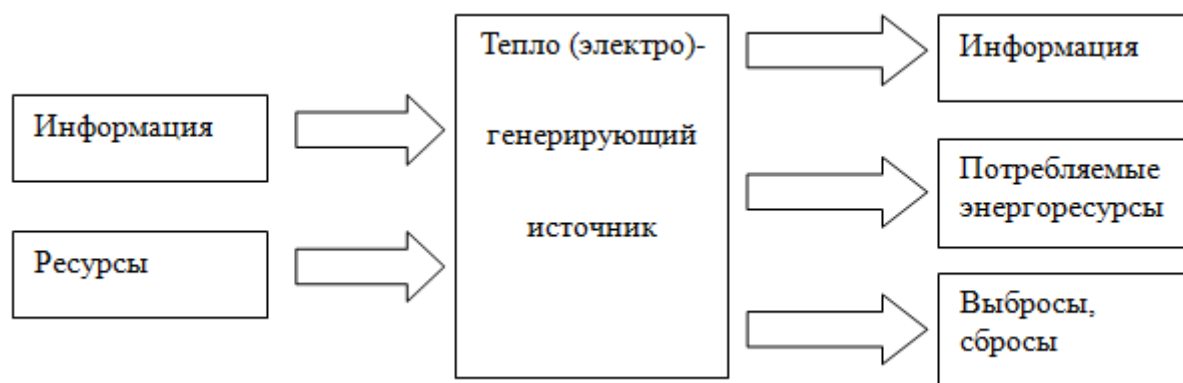


Рис. 1. Схема процесса производства энергоресурсов

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 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).

Ввиду того, что данная версия пакета iThink не русифицирована, то при моделировании использованы английские аббревиатуры названий соответствующих блоков и параметров.

Модель включает пять взаимосвязанных блоков, четыре из которых отражают показатели-индикаторы генерирующего источника, ресурсные показатели в блоке Generator Resources indicators; производственно-технические индикаторы в блоке Generator Technical indicators; экономические индикаторы в блоке Generator Economical indicators и основной блок Generator Technical Cycle, в котором находится концептуальная часть модели. Все перечисленные блоки взаимосвязаны друг с другом, что свидетельствует о том, что изменение одних групп показателей влечет изменение других.

В частности, отдельным блоком модели Arrangments предусмотрены меры по повышению энергоэффективности и энергосбережению, которые оказывают влияние на главный блок, изменение в котором в свою очередь влияют на изменения в остальных трех блоках.

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.

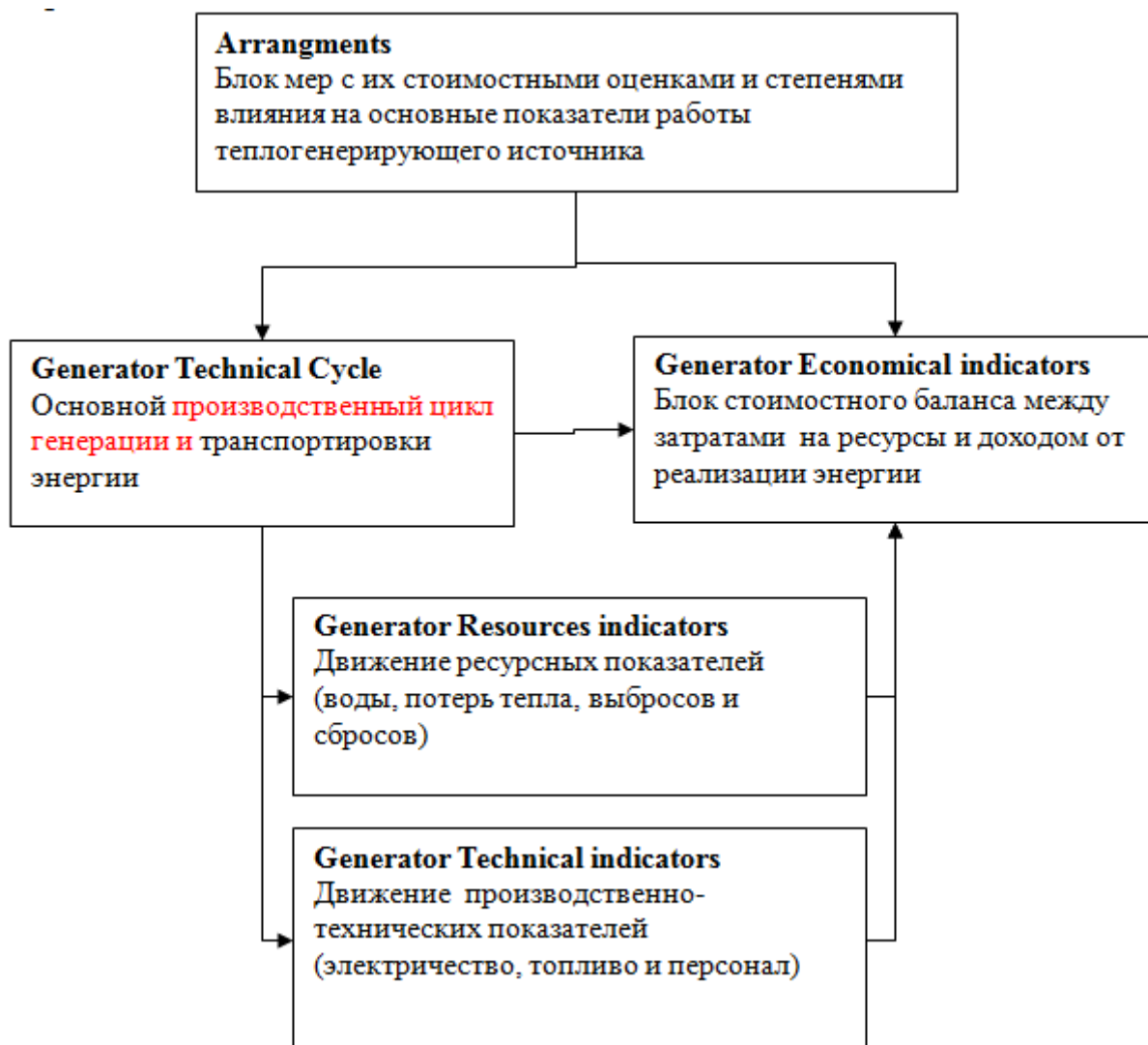


Рис. 2. Схема имитационной модели

Основным блоком в модели является «Generator Technical 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, учитывающиеся в «Emissions». Расчет всех показателей ведется через удельные величины на произведенную единицу. Эти показатели содержатся для воды в «Water per 1 Product»; для топлива — «Fuel Per 1 Product»; электричества — «Electricity Per 1 Product»; персонала — «Level of Automation»; для выбросов и сбросов — «Percent Emissions».

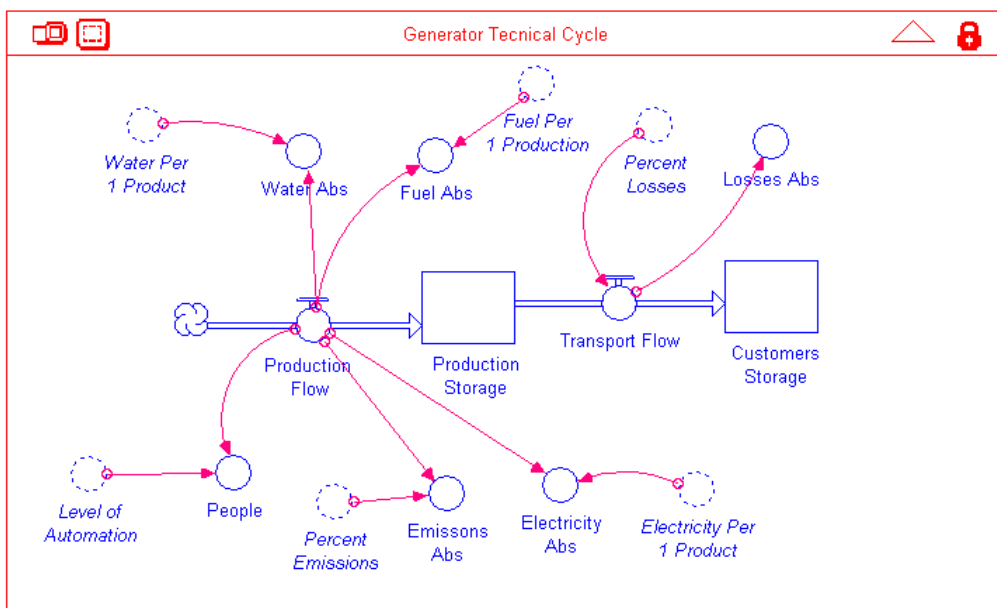


Рис. 3. Блок генерации и транспортировки теплоэнергии

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

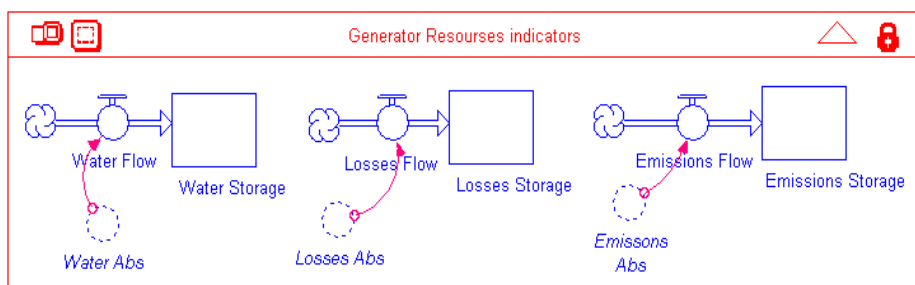


Рис. 4. Блок показателей потребления воды, потерь и выбросов

Производным блоком 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 1 период. Благодаря блоку мы можем оценить динамику изменения и их значения на конец расчетного периода. Аналогичным образом накапливаются и остальные показатели, характеризующие технологический цикл производства энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горлова Н.Ю., Новгородский Е.Е., Чешев А.С., Страхова Н.А. Совершенствование методов повышения эколого-экономической эффективности энергосберегающей деятельности в промышленности: монография.- Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2011.- 188с.
2. «Вопросы экономики», №2, 2009 И. Башмаков, Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука, М.: Мир, 1978.

Рецензент: Литвинова О.В., доцент, к.э.н., Ростовский институт (филиал) Российский государственный торгово-экономический университет.