

### Список использованных источников

1. Advanced in biogas technology. – [электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/51799925> – Дата доступа: 03.07.2017.

2. Биогазовые установки. Практическое пособие. – [электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://zorgbiogas.ru/biblioteka/biogas\\_book](http://zorgbiogas.ru/biblioteka/biogas_book). – Дата доступа: 03.04.2017.

УДК 338.27

## ПЛАНИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ENERGYPLAN

*Д.Б. Муслина, Т.А. Петровская*

*Белорусский Национальный Технический Университет*

**Введение.** Моделирование долгосрочных сценариев развития национальных энергетических систем и энергетики в целом актуально для всех стран без исключения. Однако, от того насколько обдуманно будут разработаны сценарии, взвешенно произведена оценка их рентабельности и осуществлен выбор дальнейшей долгосрочной энергетической стратегии, будет зависеть в целом дальнейшее развитие экономики государства. Это, в свою очередь носит крайне серьезный характер.

Осуществление технико-экономической оценки эффективности внедрения тех или иных инновационных технологий выработки энергии в будущем в масштабах страны с учетом графиков спроса на тепловую и электрическую энергии, и имеющихся уже в составе энергосистемы мощностей, крайне трудоемко. Для создания модели энергосистемы приходится идти на ряд допущений, которые порой могут привести к искажению результатов. Более того, на формирование подобной модели потребуется значительное количество времени и ресурсов.

Эта задача значительно упрощается при использовании такого инструмента моделирования развития энергосистемы, как EnergyPLAN. Основным назначением модели EnergyPLAN является разработка долгосрочных стратегий, призванных помочь руководству будущей местной, национальной, региональной или даже глобальной энергетической системы.

Планирование долгосрочных энергетических стратегий часто проводится с использованием комплексных подходов, которые учитывают, как наличие собственных энергоресурсов, так и роль энергоэффективности в снижении потребностей в импортируемом топливе.

Планирование энергетической стратегии традиционно играет важную роль в установлении структуры энергоисточников для регулирования в энергетическом секторе. В сфере ответственности планирования лежит выбор типов электростанций, которые будут построены, оценка возмож-

ной стоимости вырабатываемых вторичных энергоресурсов, учет тенденций в сфере цен на топливо и пр.

Поэтому при организации планирования в сфере энергетики должны учитываться результаты экономического развития страны, динамика потребления энергоресурсов промышленностью и населением, экологическая ситуация. Учет экологических последствий потребления и производства энергии приобрел в последние годы особую актуальность в странах ЕС и США в свете угрозы глобального изменения климата, обусловленной выбросами парниковых газов.

Например, многие страны ОЭСР и некоторые штаты США теперь при оценке эффективности регулирования своих энергетических систем прибегают к целевым показателям выбросов CO<sub>2</sub> и других парниковых газов. В свете этих событий широкое использование интегрированного энергетического планирования может становиться все более актуальным [1].

EnergyPLAN рассматривает три основных сектора любой национальной энергетической системы: теплоэнергетику, электроэнергетику и транспорт. Поскольку в последние годы в ряде европейских стран доля возобновляемой энергии на основе ветра, солнца, воды в энергобалансе становится все более заметной, обеспечение устойчивости и маневренности энергосистемы становится ключевой задачей. Для решения обозначенной задачи в модели EnergyPLAN доступны следующие варианты: интеграция комбинированных теплоэнергетических установок, тепловых насосов, ввод электрических транспортных средств, производство водородного топлива.

Важно отметить, что EnergyPLAN моделирует работу национальных энергетических систем на основе графиков часовых нагрузок энергосистемы по тепловой и электрической энергии с учетом выработки энергопотоков от различных энергоисточников, в том числе АЭС, КЭС, ТЭЦ, котельных и источников, установленных на промышленных предприятиях.

EnergyPLAN также позволяет моделировать стратегии со 100% снабжением электроэнергией от возобновляемых источников. Такая стратегия на сегодняшний день разработана и принята для энергетической системы Дании.

Аналогичные исследования, посвященные широкомасштабной интеграции ВИЭ, уже проводились европейскими учеными для энергетических систем Хорватии, Сербии, Финляндии при использовании инструмента моделирования EnergyPLAN. Результаты этих исследований указывают на способность энергосистемы принять и использовать более высокую долю различных видов ВИЭ.

**Описание модели EnergyPLAN.** EnergyPLAN разработан и исследовательской группой по устойчивому энергетическому планированию Ольборгского Университета (Дания). Модель используется многими исследователями, консультантами и политиками по всему миру благодаря тому, что основное внимание при разработке модели было направлено на ее общедоступность и удобство интерфейса, рис. 1-3.

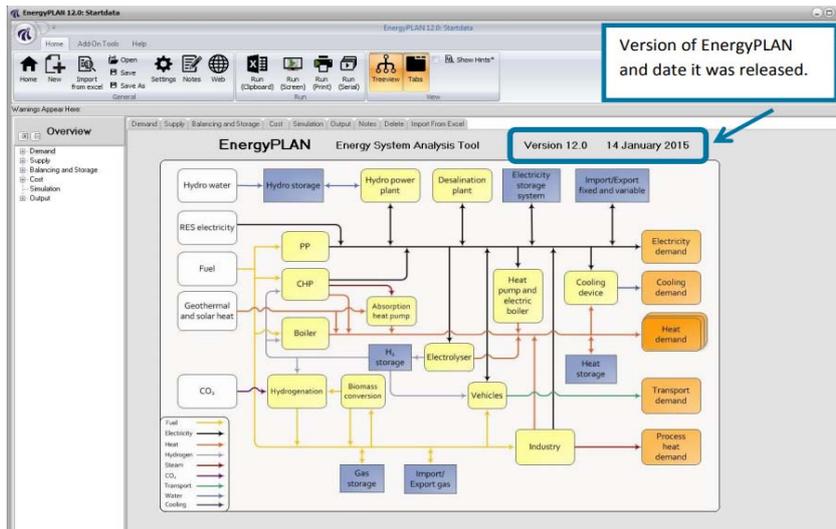


Рисунок 1 – Стартовая страница модели EnergyPLAN

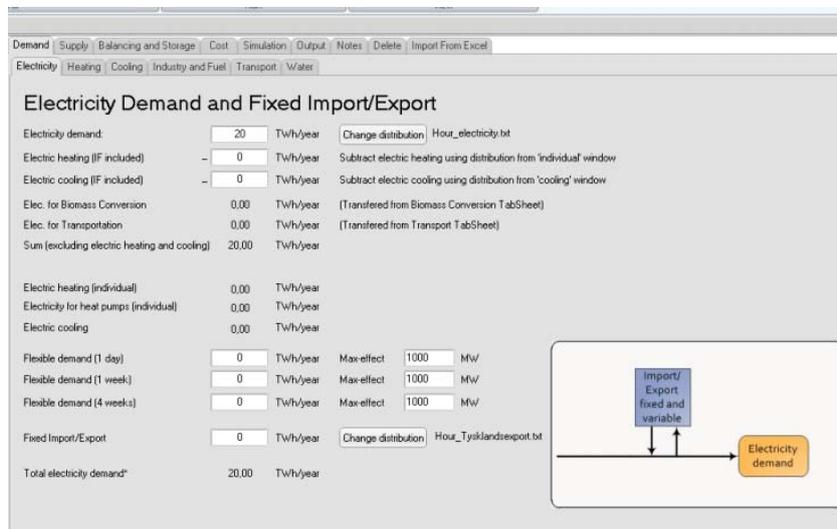


Рисунок 2 – Страница модели EnergyPLAN по введению данных по электропотреблению и импорту/экспорту электроэнергии

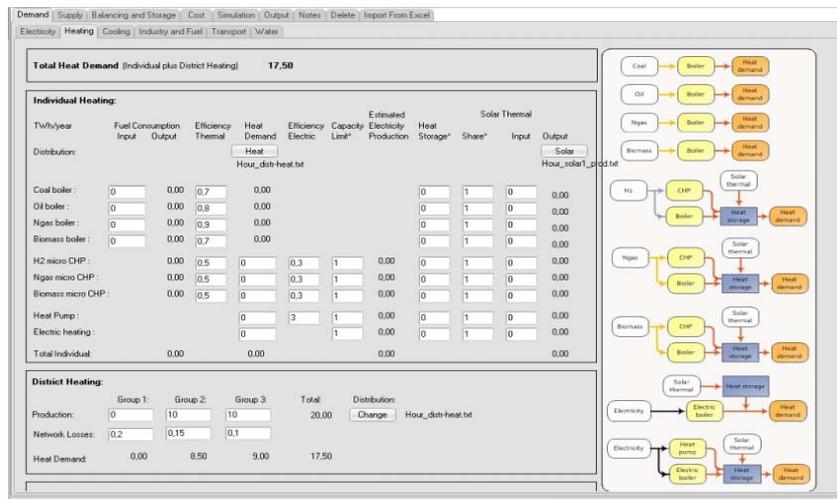


Рисунок 3 – Страница модели EnergyPLAN по введению данных по теплотреблению по видам потребителей

EnergyPLAN распространяется как бесплатное программное обеспечение. К нему имеется множество учебных материалов, руководство к использованию. Более того, существующие модели уже доступны для многих стран, а полученные с ее помощью результаты давно используются в множестве научных публикаций.

Для создания стратегий необходимо придерживаться определенной логики, основанной на структурированном процессе принятия решений на основе шести ключевых шагов, а именно:

1. изучение текущей ситуации и воссоздание существующей ситуации в модели EnergyPLAN;
2. проверка созданной модели на достоверность;
3. изучение потенциала страны по различным возобновляемым источникам энергии, таким как энергия солнца, ветра, приливов и отливов, биогазовые комплексы и установки на биомассе. Оценка потенциала промышленных и муниципальных ВЭРов, бытовых отходов и пр.;
4. разработка конкретных стратегий и возможностей, которые возможно реализовать в рамках процесса планирования устойчивой энергетики;
5. создание ряда моделей для прогнозирования вероятного воздействия различных сценариев с помощью инструмента EnergyPLAN, основанного на математическом моделировании;
6. анализ полученных результатов для выбора и обоснования наилучшей стратегии энергетического развития. Определение финансовых затрат, требуемых для реализации стратегии.

**Выводы.** Таким образом, EnergyPLAN – это удобный инструмент математического моделирования, который позволяет планировать устойчивое энергетическое развитие стран и регионов и наиболее подходит тем, кто намеревается развивать свою энергетическую безопасность, используя при этом в своих процессах планирования наилучшую доступную в мире практику.

УДК 629.735

## **КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ БЕЛАЭС**

*В.Н. Романюк, А.А. Бобич*

*Белорусский национальный технический университет*

Начиная с 2000 г. активно проводится модернизация генерирующих мощностей Белорусской энергосистемы. За это время к 2015 г. удельный расход условного топлива (УРТ) на выработку электрической энергии снизился на 14,3%, а УРТ на выработку тепловой энергии на 2,7%. Абсолютные величины УРТ, при этом, равны соответственно 235,5 г/кВт·ч и 167,5 кг/Гкал, а эксергетический КПД энергосистемы составил 33,1%, увеличившись в абсолютной величине на 3,7% или 12,6% в относительном выражении [1]. Вместе с тем, энергосистеме страны необходимо посто-