

УДК 621.311.26

Е.Н. Соснина, Д.А. Филатов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ЭНЕРГОУСТАНОВКАМ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,

Рассмотрен вопрос оптимизации выбора энергоустановок на возобновляемых источниках энергии при проектировании новых и реконструкции действующих систем электроснабжения потребителей.

Ключевые слова: энергоустановки, возобновляемые источники энергии, база данных.

Развитие возобновляемой энергетики является одним из главных приоритетов государственной энергетической политики современной России [1]. К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в Российской Федерации относят энергию солнца, ветра, воды (малых рек, приливов, волн), биомассу, геотермальную энергию, низкопотенциальную тепловую энергию, а так же отходы производства и потребления (за исключением отходов, полученных в результате использования углеводородного сырья и топлива) [2].

Проектирование новых и модернизация действующих энергокомплексов с использованием возобновляемых источников энергии неизбежно связаны с проблемой выбора энергетического оборудования. При этом должны быть учтены многие факторы (климатические условия, эксплуатационные характеристики оборудования, ценообразование). С развитием технологий ВИЭ и ростом количества фирм-производителей задача выбора энергетического оборудования, оптимально соответствующего заданным критериям, становится сложней и вместе с тем актуальней. Основная проблема – информационный разброс широкой номенклатуры современных энергоустановок на возобновляемых источниках энергии (ЭУ на ВИЭ), увеличивающий человеческие ресурсы и временные затраты, что неизбежно влияет на сроки исполнения и качество проектов.

Для решения задачи оптимизации выбора ЭУ на ВИЭ при проектировании новых и реконструкции действующих систем электроснабжения потребителей авторами разработана автоматизированная информационная база данных (БД) ЭУ на ВИЭ, структура которой приведена на рис. 1.

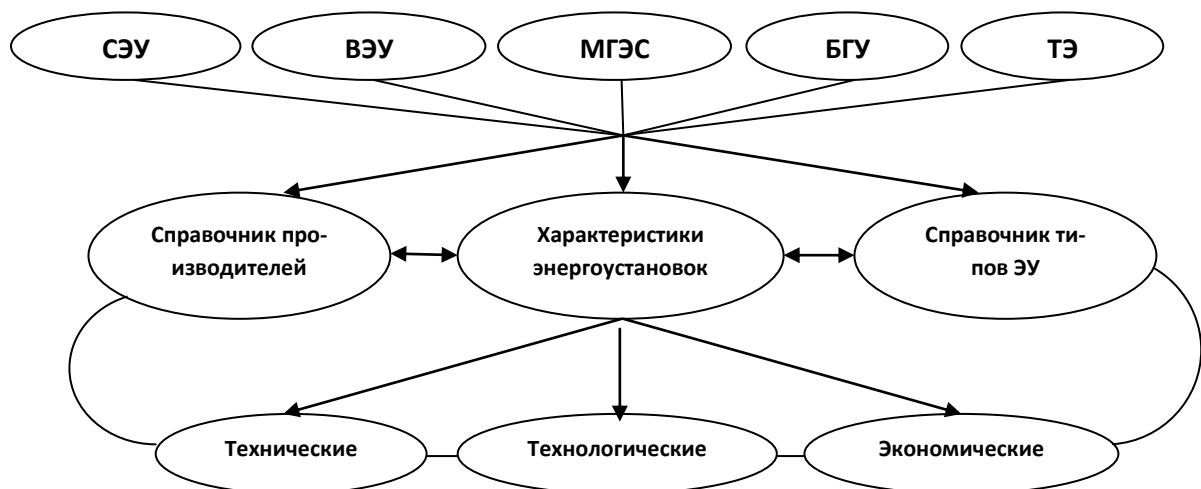


Рис. 1. Структура БД ЭУ на ВИЭ

База данных содержит информацию о характеристиках более 1000 современных энергоустановок различных фирм-производителей и включает пять разделов:

1. Солнечные электрические установки (СЭУ).
2. Ветровые энергетические установки (ВЭС).
3. Гидротурбины для малых гидроэлектростанций (МГЭС).
4. Биогазовые установки (БГУ).
5. Топливные элементы (ТЭ).

Каждый раздел информационной БД содержит справочники фирм-производителей, типов и характеристик энергоустановок [3]. В табл. 1 перечислены технические, технологические и экономические характеристики ЭУ на ВИЭ, представленные в БД.

Таблица 1

Характеристики энергоустановок на возобновляемых источниках энергии БД

Раздел БД	Технические	Технологические	Экономические
ВЭУ	1.Номинальная мощность 2.Минимальная скорость ветра 3.Номинальная скорость ветра 4.Коэффициент полезного действия 5.Диаметр ветроколеса	1.Высота башни 2.Номинальная частота оборотов ветротурбины 3.Выходное напряжение 4.Предельно допустимая скорость ветра	1.Стоимость ВЭУ 2.Установка башни 3.Сооружение фундамента 4.Монтажные и пусконаладочные работы 5.Покупка выпрямителя 6.Покупка инвертора
СЭУ	1.Номинальная мощность 2.Коэффициент полезного действия 3.Габариты (длина, ширина)	1.Рабочий ток 2.Ток короткого замыкания 3.Напряжение холостого хода 4.Масса	1.Стоимость СЭУ 2.Покупка инвертора 2.Монтажные и пусконаладочные работы
МГЭС	1.Номинальная мощность 2.Напор (номинальный) 3.Расход воды	1.Частота вращения ротора 2.Номинальное выходное напряжение 3.Номинальная частота тока	1.Стоимость гидроагрегата 2.Проектирование. 3.Строительство 4.Пусконаладочные работы
БГУ	1.Объем реактора (исходного сырья) 2.Производительность биогаза 3.Производительность электроэнергии	1.Производительность удобрений 2.Занимаемая площадь	1.Стоимость БГУ 2.Проектирование 3.Строительство 4.Пусконаладочные работы
ТЭ	1.Номинальная мощность 2.Коэффициент полезного действия 3.Номинальный расход топлива 4.Номинальный расход воды	1.Вид используемого топлива 2.Масса. 3.Габариты 4.Вид размещения	1.Стоимость ТЭ 2.Покупка преобразователя 3.Монтажные и пусконаладочные работы

Для работы с информационной БД по ЭУ на ВИЭ создан программный комплекс [4], позволяющий корректировать, дополнять и удалять информацию, проводить сортировку ЭУ, осуществлять автоматический поиск ЭУ по названию, типу или уровню характеристики и др. На рис. 2 показано рабочее окно программного комплекса.

Важнейшей функциональной составляющей БД по ЭУ на ВИЭ является возможность сравнительного анализа энергоустановок и наглядная его демонстрация в виде гистограмм. Методика сравнительного анализа [5] основана на нахождении уровня влияния (ценности) критерия для достижения наилучшего результата в заданных условиях. Основой разработан-

ной методики сравнительного анализа является метод взвешенных сумм критериев [6, 7]. Для повышения объективности и когнитивности метод был модернизирован.

Реализация методики сравнительного анализа ЭУ на ВИЭ включает шесть основных этапов [8].

Номер п/п	Тип	Модель	Мощность-Вт	Рабочий ток, А	Рабочее напряжение, В	Номинальное напряжение, В
1	ФЭМ	M30/12	30	1,77	17	17
2	ФЭМ	M85/40	85	1,77	17	17
3	ФЭМ	MSW 100/50-12	100	5,8	17	17
4	ФЭМ	MSW 120/60-12	120	7	17	17
5	ФЭМ	MSW 150/75-24	150	4,4	34	34
6	ФЭМ	MSW 175/80-24	175	4,4	34	34
7	ФСМ	ФСМ-50	50	2,95	17	17
8	ФСМ	ФСМ-55	55	3,15	17	17
9	ФСМ	ФСМ-85	85	4,9	18	18
10	ФСМ	ФСМ-90	90	5	18	18

Рис. 2. Рабочее окно программного комплекса БД ЭУ на ВИЭ

Этап 1. Непосредственная оценка характеристик ЭУ.

Непосредственная оценка представляет собой процедуру приписывания характеристикам числовых значений в шкале интервалов. Эквивалентным характеристикам приписывается одно и то же число. Для ЭУ на ВИЭ непосредственная оценка характеристики уже определена заводом-изготовителем в виде конкретного числа.

Этап 2. Приведение оценок объектов по характеристикам к безразмерному виду.

Приведение оценок выполняется в зависимости от вида и направленности критерия. Для критериев, подлежащих максимизации, все оценки объектов по данному критерию делятся на максимальную оценку. Для критериев, подлежащих минимизации, из оценок по данному критерию выбирается минимальная, и она делится на все оценки объектов по данному критерию.

Этап 3. Определение коэффициентов ценности (КЦ), отражающих разброс оценок.

КЦ определяются в следующем порядке.

- Проводится расчет средних оценок по i -й характеристике:

$$P_i = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N P_{ij}, i = 1, \dots, M, \quad (1)$$

где M – количество характеристик; N – количество ЭУ; P_{ij} – безразмерные оценки.

- Определяются величины разброса по i -й характеристике:

$$R_i = \frac{1}{N \cdot P_i} \cdot \sum_{j=1}^N |P_{ij} - P_i|, i = 1, \dots, M. \quad (2)$$

- Находится сумма величин разброса:

$$R = \sum_{i=1}^M R_i. \quad (3)$$

- Определяются коэффициенты ценности, отражающие разброс оценок:

$$Z_i = \frac{R_i}{R}, i = 1, \dots, M. \quad (4)$$

Чем больше разброс (различие) в оценках ЭУ по критерию (характеристике), тем больше вес этого критерия.

Этап 4. Определение взвешенных оценок объектов:

$$E_{ij} = P_{ij} \cdot Z_i, i = 1, \dots, M, j = 1, \dots, N. \quad (5)$$

Этап 5. Комплексная оценка объектов (расчет суммы взвешенных оценок):

$$E_j = \sum_{i=1}^M E_{ij}, j = 1, \dots, N. \quad (6)$$

Этап 6. Использование функции полезности [8] при наличии внешних факторов (заданный характер электрических нагрузок потребителей, место размещения ЭУ, приоритетность заказчика при различных видах ЭУ на ВИЭ при финансировании и т.д.).

Выбор решения при известных вероятностях внешних условий называется принятием решения в условиях риска. При этом применяется критерий Байеса – критерий максимума среднего выигрыша. Для каждой альтернативы находится средняя обобщенная мера полезности с учетом вероятностей внешних условий:

$$Y_j = \sum_{\mu=1}^L Q_j^{\mu} \cdot P_{\mu}, j = 1, \dots, N, \quad (7)$$

где P_{μ} – вероятность внешних условий.

В случаях, когда вероятность внешних условий неизвестна, выбор решения принимается в условиях неопределенности. При этом возможно несколько вариантов решений.

1. Решение на основе предположения о том, что все варианты внешних условий равновероятны – критерий Лапласа. В данном случае для каждой альтернативы находится средняя обобщенная мера полезности:

$$Y_j = \frac{1}{L} \cdot \sum_{\mu=1}^L Q_j^{\mu}, j = 1, \dots, N. \quad (8)$$

2. Критерий Вальда. Решение принимается в расчете на худший вариант внешних условий. Для каждой альтернативы находится минимальная обобщенная мера полезности:

$$Y_j = \min Q_j^{\mu}, j = 1, \dots, N. \quad (9)$$

3. Критерий Гурвица. Решение принимается с учетом возможности как благоприятных, так и неблагоприятных внешних условий. Для каждой альтернативы находится обобщенная мера полезности, в которой учитываются оценки, как для наилучших, так и для наихудших внешних условий:

$$Y_j = a \cdot \min Q_j^{\mu} + (1 - a) \cdot \max Q_j^{\mu}, j = 1, \dots, N, \quad (10)$$

где a – коэффициент пессимизма ($0 \leq a \leq 1$), выбираемый из субъективных соображений. Значение коэффициента пессимизма тем больше, чем больше требуется учитывать возможность неблагоприятных условий.

Функция полезности может применяться при принятии решений в условиях определенности, т.е. когда внешние условия точно известны. В этом случае достаточно найти обобщенные оценки полезности альтернатив только для указанного варианта внешних условий.

Иерархическая модель выбора оптимального варианта ЭУ на ВИЭ при заданных условиях на основе разработанной базы данных представлена на рис. 3.

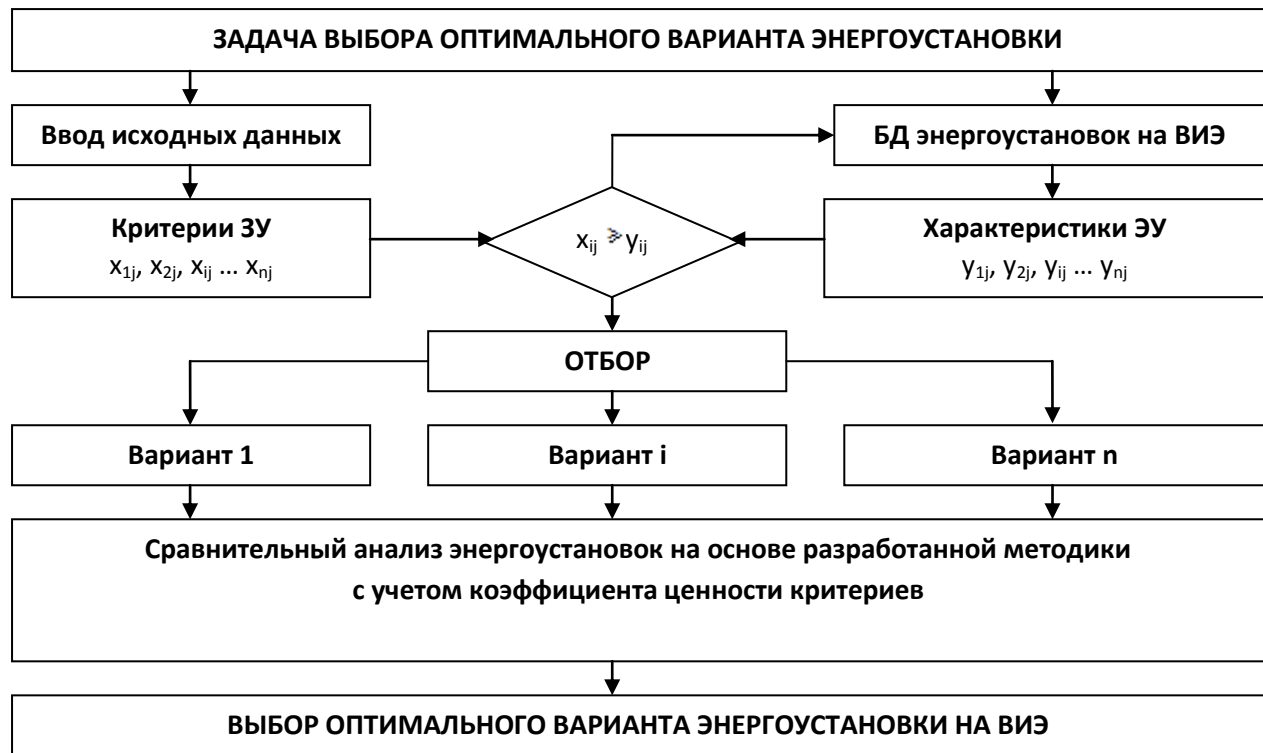


Рис. 3. Иерархическая модель выбора оптимального варианта ЭУ на ВИЭ при заданных условиях на основе БД

Широкая номенклатура современных энергоустановок, представленных в информационной базе данных, возможность их автоматизированного поиска и проведения сравнительного анализа позволяет оптимизировать процесс выбора энергоустановок, тем самым повышая эффективность проектирования энергетических комплексов с ВИЭ и систем электроснабжения потребителей.

Библиографический список

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года / Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 года № 1715-р.
2. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России. - №250-ФЗ от 4 ноября 2007 г.: федер. закон: [принят Гос. Думой 18 октября 2007 г.: одобр. Советом Федерации 26 октября 2007 г.].
3. Соснина, Е.Н. Разработка базы данных по альтернативным источникам электроэнергии / Е.Н. Соснина, А.А. Петров, Д.А. Филатов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. П.Е. Алексеева. 2009. Т. 77. С. 183–188.
4. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2013617735. Автоматизированная система поиска энергоустановок на возобновляемых источниках энергии / Соснина Е.Н., Филатов Д.А., Сушенок Д.А. –№2013615368; заявл. 27.06.2013.
5. Соснина, Е.Н. Разработка методики сравнительного анализа энергоустановок на возобновляемых источниках энергии / Е.Н. Соснина, Д.А. Филатов // Актуальные проблемы электроэнергетики: сборник научно-технических статей; НГТУ. – Н. Новгород, 2013. С. 87–91.
6. Подиновский, В.В. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: PRO ET CONTRA / В.В. Подиновский, М.А. Потапов // Бизнес-информатика. 2013. №3. С. 41–48.
7. Батищев, Д.И. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений / Д.И. Батищев, Д.Е. Шапошников. – Н. Новгород: ИПФ РАН, 1994. – 92 с.

8. Гудков, П.А. Методы сравнительного анализа: учеб. пособие / П.А. Гудков. – Пенза: Изд-во Пенз. ГУ, 2008. – 81 с.

*Дата поступления
в редакцию 06.02.2014*

E.N. Sosnina, D.A. Filatov

**AUTOMATED INFORMATION DATABASE POWER INSTALLATIONS
ON RENEWABLE ENERGY**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

Purpose: Due to the poor state of Russia's electric power and environmental degradation requires the use of advanced technologies aimed at using renewable energy sources.

Design / methodology / approach: Offers automated information database of power plants using renewable energy sources, using statistical treatment and comparative analysis.

Results: The proposed software system is designed to improve the efficiency of both new construction and reconstruction of power systems using renewable energy sources.

Restrictions / value research: This database provides the need for further research in the development of renewable energy technologies.

Novelty / value: An automated database EVIE increase the efficiency of building energy systems with renewable energy sources on the basis of their main advantages: a wide range of renewable energy sources, the possibility of an automated search of the EC and their comparative analysis.

Key words: power plant, renewable energy, database.