

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТУДГОРОДКА ЮУрГУ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

В.В. Тарасенко
г. Челябинск, ЮУрГУ

FINDING THE POSSIBLE DEVELOPMENT OPTIONS OF THE POWER-SUPPLY SYSTEM OF THE SOUTH URAL STATE UNIVERSITY CAMPUS ON THE BASIS OF THE GENERIC ALGORITHM

V.V. Tarasenko
Chelyabinsk, South Ural State University

На основе генетического алгоритма произведён расчёт различных вариантов электроснабжения студгородка ЮУрГУ на базе распределённой генерации. Дан краткий анализ эффективности каждого варианта, и выработаны рекомендации по ведению режима работы станций в принятых условиях.

Ключевые слова; распределённая генерация, генетический алгоритм, блок, установленная мощность.

Diverse SUSU power supply solutions on a base distributed generation are made via a genetic algorithm. A short analysis of each type of solution is presented and the station work regime guidelines are given regarding the assumed conditions.

Keywords: distributed generation, Genetic algorithm, unit, installed capacity.

При реализации национального проекта научного исследовательского университета ГОУ ВПО ЮУрГУ ожидается существенный рост электрической мощности, потребляемой университетом [1]. Покрытие возрастающих нагрузок возможно либо за счёт внешней сети, либо путём сооружения собственных электростанций.

В рамках реализации приоритетного национального проекта «образование» в ЮУрГУ уже была построена первая очередь газопоршневой мини-ТЭЦ мощностью 2,4 МВт. В настоящий момент принято решение о строительстве газотурбинной станции мощностью 2 МВт. В настоящей статье рассмотрены варианты электроснабжения студгородка с учётом перспективного роста нагрузок и возможных режимов выдачи электроэнергии станцией. Даны рекомендации по выбору наиболее оптимального режима работы оборудования. Для решения оптимизационной задачи выбора состава оборудования использовался генетический алгоритм (ГА) [2, 3], реализованный на базе программы «Easy NP 2.0» [4].

Питание студгородка осуществляется в соответствии с расчётной схемой (рис. 1), по фидерам 21 и 25 подстанции «Западная». Нагрузки 0,4 кВ запитаны от ТП1296, ТП1297-1, ТП1297-II, РП4-1, РП4-П, РП72-1, РП72-П, РП27-1, РП27-II, ТП1113,

на расчётной схеме это выделенные узлы 44, 7, 38, 2, 37, 1, 25, 60, 26, 30, остальные питают нагрузки сторонних потребителей. Общая нагрузка по всем подстанциям ЮУрГУ составляет 3645 кВт (средняя за два года максимальная нагрузка по данным измерений), планируется её увеличение на 2400 кВт (3000 с установкой суперкомпьютеров). На территории университета выбрано две площадки для возможного размещения станций. Подразумевается возможность свободной передачи электроэнергии между всеми потребителями университета.

Основной вариант электроснабжения студгородка, принятый на данный момент, подразумевает установку одной станции на площадке в центральной части кампуса. Режим продажи электроэнергии в сеть не предусмотрен, всё вырабатываемое тепло потребляется на месте в соответствии со средним для данного времени года потреблением. Как альтернатива рассматривается подключение к внешней сети по цене 17 тыс. руб./кВт. Тарифы на электричество, газ и тепловую энергию составляют соответственно 1,62 руб./кВтч, 2,448 руб./м³, 441,2 руб./Гкал (цены 2009 года) [7], этот вариант принят как базовый (табл. 1). На рис. 2, а показаны места подключения блоков в распределительной сети студгородка с указанием их номинальной мощности. Полученный результат строительства

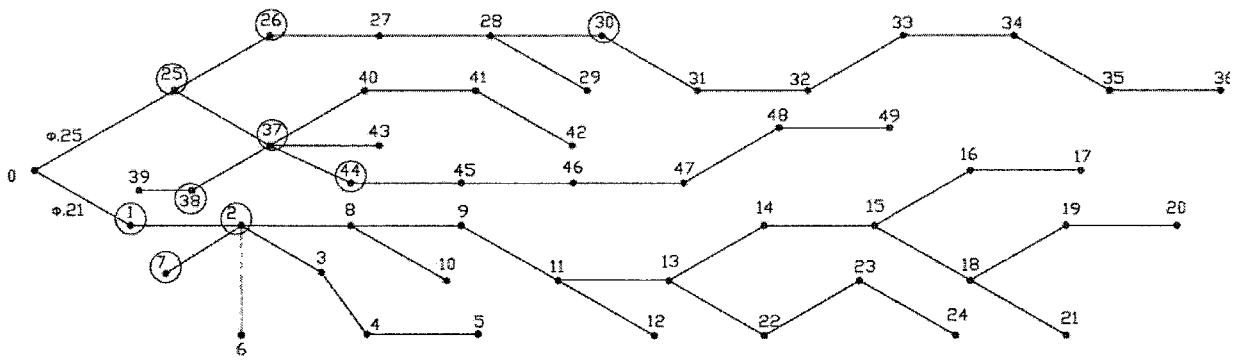


Рис. 1. Схема распределительной сети студгородка

Расчёт вариантов электроснабжения студгородка

№	Условия варианта, тарифы	Период	Число и мощность блоков, находящихся в работе				Год. привед. затраты при сроке окупаемости 7 лет, тыс. руб.	Общ. установ. мощность, кВт
			РП4-I	РП4-II	1296	РП27		
1	Базовый вариант. 1,6/2,5/441/17	ДЛ	1×1000	1×1000	1×380	–	54 312	2380
		НЛ	1×1000	–	1×380	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	1×380	–		
		НЗ	1×1000	1×1000	1×380	–		
2	2/2,5/441/17	ДЛ	1×1000	1×1000	1×600	–	57 225	2600
		НЛ	1×1000	–	1×600	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	1×600	–		
		НЗ	1×1000	1×1000	–	–		
3	2,5/2,5/441/17	ДЛ	1×800	1×800	1×1000	–	60 364	4200
		НЛ	1×800	1×800	–	–		
		ДЗ	2×800	2×800	1×1000	–		
		НЗ	1×800	–	1×1000	–		
4	1,6/1,5/441/17	ДЛ	1×1000	1×1000	1×600	–	48 597	2600
		НЛ	1×1000	–	1×600	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	1×600	–		
		НЗ	1×1000	1×1000	–	–		
5	1,6/3,5/441/17	ДЛ	1×1000	1×1000	–	–	60 419	2000
		НЛ	–	1×1000	–	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	–	–		
		НЗ	1×1000	1×1000	–	–		
		НЛ	1×1000	–	1×380	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	1×380	–		
6	Базовый вариант при сроке окупаемости 3 года	ДЛ	1×1000	–	1×1000	–	68 384	2000
		НЛ	1×1000	–	–	–		
		ДЗ	1×1000	–	1×1000	–		
		НЗ	1×1000	–	1×1000	–		
7	Базовый вариант при сроке окупаемости 5 лет	ДЛ	1×1000	1×1000	1×1000	–	58 384	2380
		НЛ	1×1000	–	1×1000	–		
		ДЗ	1×1000	1×1000	1×1000	–		
		НЗ	1×1000	1×1000	1×1000	–		

станции мощностью 2380 кВт полностью согласуется с принятым вариантом строительства (2400 кВт), что подтверждает правильность решения, принятого ранее на основе «ручного» техни-

ко-экономического сравнения вариантов. Но полученный результат предлагает к установке два блока мощностью 1000 кВт и один блок 380 кВт, что отличается от принятого 4х600. В настоящее время

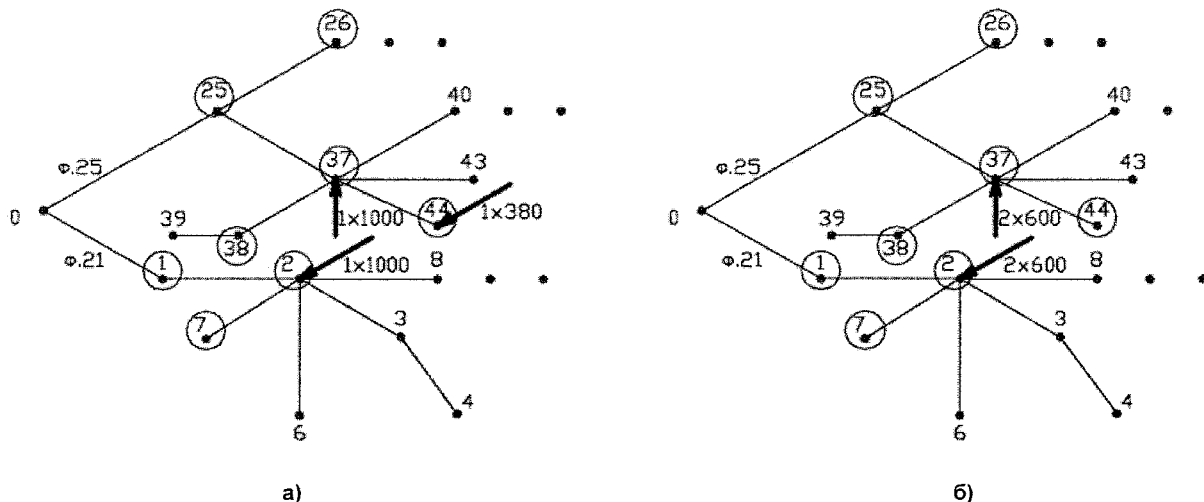


Рис. 2. Результаты оптимизации для варианта с одной станцией: а - оптимизация по всем возможным типам блоков; б - возможны только блоки мощностью 600 кВт

модель не полностью учитывает фактор надёжности станции, что могло бы привести к получению результата с большим числом блоков меньшей мощности. На рис. 2б показано возможное распределение блоков на станции при задании только блоков мощностью до 600 кВт, как наиболее доступного для выбранного производителя (ELTECO) ряда мощностей. В результате расчёт показывает эффективность установки четырёх блоков мощностью 600 кВт, при этом общие приведённые годовые затраты возрастают на 2488 тыс. руб.

В будущем, при возможной продаже излишков вырабатываемой электроэнергии сторонним потребителям, возникает необходимость определения экономически выгодного тарифа на её продажу, который устроит и продавца и покупателя. Также прорабатывается вариант строительства второй мини-ТЭЦ с подключением к шинам РП27. В таблице приведены условия основных возможных вариантов электроснабжения студгородка при строительстве одной станции в центральной части кампуса, даны предварительные рекомендации по выбору состава оборудования в летнее время днём (ДЛ), ночью (НЛ) и в зимнее время днём (ДЗ), ночью (НЗ).

Как видно из таблицы, целесообразность собственной генерации возрастает с увеличением тарифов на покупаемую электроэнергию (варианты 1-3), с увеличением же цены на топливо при постоянных тарифах на электричество, рентабельность собственной генерации падает, становится выгоднее электроэнергию частично покупать от сети (варианты 4, 1 и 5). Во всех рассмотренных вариантах рост нагрузок института покрывается собственной генерацией, поэтому плата за подключение к сети не производится.

Впоследствии возможен вариант работы станции с выдачей излишков электроэнергии в сеть по оговоренному тарифу. Модель позволяет определять режим работы станции при различных тарифах на продаваемую электроэнергию. Рас-

сматривалась продажа в сеть по цене 1,1; 1,3 и 1,6 руб./кВт-ч. Расчёт показал, что при росте тарифа на продаваемую электроэнергию, установленную мощность станции имеет смысл повышать. Анализ рекомендованного режима работы станции показывает тенденцию к более равномерной загрузке блоков в течение суток. Рассматривая различные тарифы на продаваемую энергию, можно делать вывод о наименьшей цене по которой имеет смысл продавать излишки в сеть.

Были проведены расчёты по строительству второй станции с подключением к РП27 при общем росте нагрузок университета 3000 кВт. В качестве возможных к установке блоков рассматривались газопоршневые блоки мощностью до 1000 кВт. Наиболее оптимальным в данном случае оказалось строительство двух станций мощностью 2000 кВт с подключением к РП27 и 1400 кВт с подключением к РП4. Если для данного варианта учесть возможность выдачи по цене 1,1 руб./кВт-ч, то мощность станции на РП4 повышается до 2000 кВт, но приведённые годовые затраты тем не менее уменьшатся на 3504 тыс. руб. за счёт дохода от продажи электроэнергии.

В качестве целевой функции в модели используются годовые приведённые затраты, рассчитанные при сроке окупаемости 7 лет. При этом тарифы на газ, электричество и тепло предполагаются неизменными, что на самом деле не так. Для варианта со строительством двух станций также был проведён расчёт, при котором каждый из тарифов ежегодно увеличивался на 20 %. Несмотря на одинаковое увеличение цены всех покупаемых ресурсов, без детального расчёта трудно предсказать общий эффект от таких изменений, поскольку изменение каждой цены по-разному сказывается на общей экономической эффективности работы всей системы. Проведённый расчёт показал, что при таких условиях будет целесообразным строительство двух станций, но большей мощности. К РП27 уже будет подключена

станция 3000 кВт, а в центральной части будет находиться станция мощностью 2400 кВт с подключением к РП4(I-II) и ТП1296.

После определения общей мощности станции и предварительного уточнения режима её работы имеет смысл провести более детальный расчёт, при котором будет определяться не только общее количество блоков, находящихся в работе в данный интервал времени, но и их загрузка с учётом расходных характеристик данных установок. Такой расчёт был проведён для блоков мощностью 600 кВт. Было определено, что целесообразно на РП4-П установить два блока 600 кВт и загружать их на полную мощность, а летом в ночной период только на 528 кВт. К РП4-1 следует подключить один блок 600 кВт и загружать его на полную мощность, а летом ночью на 530 кВт, на ТП1296 также следует установить блок 600 кВт с постоянной полной нагрузкой, летом ночью его целесообразно отключать.

Литература

1. *Программа развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государ-*

ственный университет» на 2010—2019 годы // Министерство образования и науки Российской Федерации. — Челябинск, 2010.

2. Гладков, Л.А. *Генетические алгоритмы / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — М: Физматлит, 2006.*

3. Тарасенко, В.В. *Генетический алгоритм выбора распределённой генерации / В.В. Тарасенко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». -2010. - Вып. 13.-№14(190).*

4. <http://np-soft.ru/main/index.htm>

5. Тарасенко, В.В. *Принципы математического описания технико-экономических показателей распределённой генерации / В.В. Тарасенко // Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов. - Тольятти, 2009.*

6. *Энергетические газотурбинные установки и энергетические установки на базе газопоршневых и дизельных двухтопливных двигателей / Некоммерческое партнёрство «Российское тепло-снабжение». Отчёт. - М., 2004. - Ч. II.*

7. <http://www.fstrf.ru/>

Поступила в редакцию 10.09.2010 г.

Тарасенко **Виктор Викторович**, аспирант кафедры электрических станций, сетей и систем, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Область научных интересов: распределённая генерация, оптимизационные модели, энергоэффективность. Контактный телефон: 8(351) 267-92-41.

Tarasenko Viktor Viktorovich. Post-graduate student of the Electric Power Stations, Networks and Systems chair of South Ural State University. Scientific interests: distributed generation, optimization models, energy efficiency. Contact phone: 8 (351) 267-92-41.