

На правах рукописи

ВЕРТЕШЕВ АНТОН СЕРГЕЕВИЧ

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГОДЕФИЦИТНЫХ РЕГИОНОВ**

Специальность: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством: экономика,
организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами
(промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт – Петербург
2012

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор
Окороков Василий Романович,
зав.кафедрой ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Ильинский Александр Алексеевич, зам. директора по науке ФГУН "Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведательный институт (г.Санкт-Петербург)
кандидат экономических наук, доцент
Плотникова Виктория Павловна,
начальник Учебного центра ОАО ТК-1 (г.Санкт-Петербург)

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Московский энергетический институт (технический университет)»

Защита состоится « 26 » апреля 2012 г. в « 14 » часов на заседании диссертационного совета Д.212.229.23 при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, III учебный корпус, ауд. 506

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

Автореферат разослан « » марта 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д.212.229.23
доктор экономических наук, профессор

Сулоева С.Б.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время чрезмерное потребление природных ресурсов стало реальной угрозой безопасности функционирования человеческого сообщества. Основой решения возникших негативных социально-экономических проблем является переход к модели устойчивого развития. Устойчивое развитие любой социально-экономической системы можно определить как регулируемый процесс безопасного использования природно-ресурсного потенциала для обеспечения разумного удовлетворения жизненно важных потребностей людей не только в текущей, но и в достаточно долговременной перспективе.

Развитие централизованных и децентрализованных систем энергоснабжения является мировой тенденцией и одним из приоритетных направлений развития мировой энергетики. Суть децентрализованной (распределенной) энергетики в том, что производители тепловой и электрической энергии максимально приближены к потребителям и сбалансированы с ними по нагрузке и по потреблению. Основой распределенной энергетики являются нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, интенсивность развития которых в мире в настоящее время является очень высокой.

Сегодня уже свыше 70 стран мира имеют свои национальные программы развития распределенной энергетики и прочное законодательное обеспечение этого направления. В России до сих пор такая программа и законодательное обеспечение отсутствуют. Однако, существует ряд проблем, связанных с традиционной энергетикой: значительные потери энергии при доставке ее от производителей конечным потребителям; длительные сроки и огромные затраты финансовых средств, при строительстве новых объектов традиционной энергетики; недопустимые в современных условиях затраты на транспорт электроэнергии и тепла; неразвитость и существенная изношенность сетевой инфраструктуры и т.д. Для обеспечения устойчивого энергоснабжения энергодефицитных районов необходимо использование комплексной системы

энергоснабжения региона, включающей как систему централизованного энергоснабжения, так и систему децентрализованного энергоснабжения.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка методов и моделей обеспечения устойчивого энергоснабжения энергодефицитного региона на основе новой концепции абсолютного доступа энергии для всех потребителей. В соответствии с целью исследования рассматривались и решались следующие задачи:

- 1) На основе анализа состояния и проблем развития отечественного и регионального ТЭК (топливно-энергетический комплекс) выявить основные тенденции и направления устойчивого экономического развития региона и страны в целом;
- 2) Сформулировать концепцию и разработать стратегию абсолютной доступности энергетических ресурсов для обеспечения надежного и эффективного энергоснабжения потребителей региона;
- 3) Рассмотреть энергетический баланс энергодефицитного региона и определить возможность и целесообразность использования энергетических ресурсов разного вида для обеспечения их доступности для промышленных и индивидуальных потребителей;
- 4) Предложить классификацию факторов, определяющих возможность и целесообразность использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НТ и ВИЭ) в регионе для реализации стратегии абсолютной доступности энергии для всех его потребителей;
- 5) Разработать модель комплексного энергоснабжения региона и выявить зависимости, определяющие перспективные направления формирования энергетического баланса региона;
- 6) Разработать методику оценки экономической эффективности системы устойчивого энергоснабжения энергодефицитного региона и на ее основе определить результативность и социально-экономическую эффективность предложенной модели комплексного энергоснабжения региона (на примере Псковской области);

Объектом диссертационного исследования является система регионального энергоснабжения.

Предмет исследования составляет система экономических, нормативных, организационных и финансовых отношений, обеспечивающих устойчивое энергоснабжение потребителей энергодефицитного региона.

Теоретической и методологической основой исследования послужили теоретические основы экономики и управления, экономическая статистика, методы системного анализа, прогнозной экстраполяции, сценарного анализа и экспертных оценок.

Информационной базой диссертации служили материалы по сетям и тарифам «Псковэнерго», данные «Энергетической стратегии России до 2030 года» и «Региональной программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности Псковской области до 2020 года», материалы Международного энергетического форума «Распределенная энергетика» в Санкт-Петербурге (2011 г.), данные МЭА.

К основным **результатам данного исследования, обладающим, по мнению автора, признаками научной новизны**, относятся следующее:

- 1) На основе проведенного анализа, состояния и проблем развития отечественного и регионального ТЭК выявлены основные тенденции (увеличение объемов потребления, ориентация на использование местных видов топлива и др.) и направления устойчивого экономического развития региона и страны в целом;
- 2) Сформулирована концепция и разработана стратегия абсолютной доступности энергоресурсов для энергоснабжения промышленных, индивидуальных и других потребителей. Сформулированы принципы стратегии абсолютной доступности энергоресурсов и риски ее реализации;
- 3) На основе рассмотрения существующего и перспективного энергетических балансов региона показана возможность и экономическая целесообразность использования высокого потенциала местных энергоресурсов разного вида для обеспечения устойчивого энергоснабжения региона;
- 4) Предложена классификация основных факторов, определяющих возможность и социально-экономическую эффективность использования в регионе НТ и ВИЭ для реализации стратегии устойчивого энергетического

развития региона (рост цен на энергоресурсы, обеспечение энергетической безопасности, повышение комплексной эффективности использования НТ и ВИЭ и др.); 5) Разработана модель комплексного энергоснабжения региона и выявлены математические зависимости, позволяющие определять объемы потребления энергоресурсов каждого вида и формировать рациональный энергетический баланс региона; 6) Предложена методика оценки экономической эффективности системы устойчивого энергоснабжения энергодефицитного региона и на ее основе определены результативность и социально-экономическая эффективность, предложенной модели (на примере Псковской области).

Практическая и теоретическая значимость диссертационного исследования. Разработанные научно-методологические материалы имеют теоретическую и практическую значимость и могут представлять научный и практический интерес для научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений, а также для предприятий. Разработанные материалы могут использоваться в учебном процессе высших учебных заведений по соответствующему профилю.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации представлены и опубликованы в материалах на ежегодных Международных научно-практических конференциях молодых ученых, студентов и аспирантов “Неделя науки СПбГПУ” (СПб, изд. Политехн. ун-та, 2010-2011гг.); в сборниках научных трудов Международной научно-практической конференции “Экономика, экология и общество России в 21- м столетии” (СПб, изд. Политехн. ун-та, 2010-2011 гг.); в сборниках международной научно-практической конференции “Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовательной науке” (СПб, изд. Политехн. ун-та, 2011-2012); в сборнике XV Всероссийской научно-методической конференции “Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах” (СПб, изд. Политехн. ун-та, 2011); в сборнике трудов Международной научно-практической конференции

“Инновационная экономика и промышленная политика региона” (СПб, изд. Политехн. ун-та, 2010); на семинарах аспирантов (СПбГПУ, 2010-2011 гг.).

Публикации по основным результатам исследования. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 10 работах (объемом 6 п.л.). В том числе опубликовано 3 доклада на Международных конференциях и 7 журнальных статей, 3 из которых - в изданиях, включенных в перечень ВАК.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав основного текста, заключения и списка использованной литературы.

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.

1. На основе проведенного анализа, состояния и проблем развития отечественного и регионального ТЭК выявлены основные тенденции (увеличение объемов потребления, ориентация на использование местных видов топлива и др.) и направления устойчивого экономического развития региона и страны в целом. Повышение энергоэффективности и энергобезопасности, переход к рациональной модели потребления ресурсов являются приоритетами модернизации отечественной экономики. В связи с этим разработана классификация факторов, влияющих на энергоэффективность и энергобезопасность региона (табл.1).

Таблица 1. Факторы, влияющие на энергоэффективность и энергобезопасность региона

Энергетическая безопасность	1. Степень концентрации генерирующих мощностей
	2. Наличие и протяженность линий электропередач между различными элементами системы
	3. Географическое расположение генерирующих предприятий и трансформаторных подстанций
	4. Возможность снабжения энергией в аварийных случаях от резервных источников энергии
	5. Зависимость энергоснабжения от поставки различных видов топлива, включая местные виды топлива.
	6. Развитие и территориальная диверсификация энергетической инфраструктуры
Энергетическая эффективность	1. Эффективность оборудования, используемого при производстве и передаче энергии
	2. Уменьшение потерь при передаче и распределении энергии
	3. Использование потребителями энергоэффективного оборудования и технологий
	4. Неравномерность суточного потребления энергии, наличие пиковых нагрузок.
	5. Использование автономных источников питания

Определяющими направлениями устойчивого энергетического развития страны являются: 1) возможность достижения потребителями неограниченного доступа к современным источникам энергии; 2) повышение уровня энергетической эффективности и энергобезопасности; 3) увеличение доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе России и каждого региона в отдельности.

2. Сформулирована концепция и разработана стратегия абсолютной доступности энергоресурсов для энергоснабжения промышленных, индивидуальных и других потребителей. Сформулированы принципы стратегии абсолютной доступности энергоресурсов и риски ее реализации.

Концепция эффективного энергоснабжения энергодефицитных регионов определяет условия безопасного, эффективного и устойчивого функционирования энергетического сектора, а также систему взаимоотношений субъектов ТЭК, потребителей и государства, обеспечивающих достижение заданных целей энергетической политики в реальных условиях функционирования энергетического сектора страны.

Стратегическими целями энергоснабжения энергодефицитных районов являются: 1) Сокращение потребления невозобновляемых ТЭР (топливно-энергетические ресурсы); 2) Снижение экологической нагрузки от ТЭК; 3) Повышение экономической эффективности энергоснабжения региона; 4) Обеспечение надежного энергоснабжения территориально удаленных потребителей.

Исходя из указанных целей, предлагаемая в диссертации стратегия предусматривает следующие пути их достижения: а) комплексное использование централизованного и децентрализованного энергоснабжения крупных предприятий и удаленных энергодефицитных регионов; б) создание ускоренными темпами автономных (децентрализованных) установок (систем) на основе НТ и ВИЭ; в) внедрение элементов интеллектуальных энергетических систем (ИЭС) для мониторинга и управления, передачей и

распределением электроэнергии, а также эффективным управлением электротехническим оборудованием на предприятиях и ЖКХ.

Стратегию абсолютной доступности энергоресурсов для энергоснабжения промышленных, индивидуальных и других потребителей в диссертации можно осуществлять на принципах, предложенная совокупность которых представлена в табл. 2

Таблица 2. Совокупность принципов стратегии абсолютной доступности энергоресурсов

№	Принципы	Содержание принципа
1	Доступность	Означает всеобщий доступ потребителей региона к энергетическим ресурсам.
2	Устойчивость	Означает повышение энергоэффективности, энергетической и экологической безопасности для устойчивого развития энергоснабжения региона.
3	Системность	Предполагает существование единой энергосистемы, а не случайного набора разрозненных источников энергии.
4	Гибкость	Предполагает возможность выбора объемов централизованного или децентрализованного потребления энергии в зависимости от установленных тарифов, текущих потребностей производства, спроса и цен на конечную продукцию
5	Модульность	Означает возможность построения автономного энергоснабжения на основе совокупности серийно выпускаемых модулей разной мощности.

Предложенная в диссертации стратегия абсолютного доступа энергии учитывает также риски ее реализации, классификация которых представлена в табл. 3.

Таблица 3. Классификация основных рисков реализации стратегии абсолютной доступности энергоресурсов для энергодефицитных регионов

	Виды рисков	Качественный анализ
1	Рыночный	Связан с возможным уменьшением потребления продукта или услуги.
2	Коммерческий	Связан с возможными неплатежами и срывами договорных обязательств со стороны участников программы.
3	Производственно-технологический	Связан с возможными авариями и отказами оборудования.
4	Инфляционный	Возникает в связи с возможным повышением стоимости активов в период инвестирования
5	Финансовый	Возникает для инвесторов в связи с возможным повышением кредитных ставок, цен на работы и потребление энергетических ресурсов.
6	Научно-технический	Связан с возможным появлением более эффективных технологий и оборудования.
7	Внешне-экономический	Связан с возможным введением ограничений на поставку товаров и услуг.

3. На основе рассмотрения существующего и перспективного энергетических балансов региона, показана возможность и экономическая целесообразность использования высокого потенциала местных энергоресурсов для обеспечения устойчивого энергоснабжения региона.

Топливо-энергетический баланс Псковской области на 2010 г. характеризуется параметрами, приведенными табл. 4. Для обеспечения потребностей электростанций, в регион осуществляется 100 % поставка природного газа и угля. Валовое потребление топливо-энергетических ресурсов в части привозных ресурсов сбалансировано с поставками. В структуре потребления первичных энергоресурсов основную долю оставляют природный газ и нефтепродукты.

Таблица 4. Единый топливо-энергетический баланс региона за 2010 год (тыс. т.т.)

	Уголь	Нефте- продукты	Природ- ный газ	Гидро и ВИЭ	Прочие виды твердого топлива	Электро- энергия	Тепло	Всего
Производство первичных ТЭР	0	0	0	1,9	59,7			61,6
Ввоз	129,3	1140,1	1343,8	-	-	226,6	-	2839,8
Потери при распределении	-	0	0	-	0	42,3	75,9	118,2
Промышленность	32,6	4,2	17,3	-	19,7	58,6	141,5	273,9
Прочая промышленность	52,5	12	23,7	-	26	741,8	409,5	1265,5
Строительство	0	2,5	0	-	0	5,8	0	8,3
Транспорт	0	481,5	1,5	0	0	7,1	11,1	501,2
Сельское хозяйство	0	6,5	0	-	0	7,9	7,5	21,9
Сфера услуг	2	0,6	104,7	-	1,9	49,5	133,6	292,3
Население	0,1	19,2	94,5	-	1,6	61,7	243,2	420,3
Всего	216,5	1666,6	1585,5	1,9	108,9	1201,3	1022,3	5803

Суммарная электрическая мощность региона в основном обеспечивается пятью предприятиями, осуществляющими электроснабжение и теплоснабжение региона (табл.5). Значительная часть потребителей энергии региона удалена от источников генерации энергии. Плотность электрических нагрузок на территории Псковской области при площади региона 55300 км² составляет 7,9 КВт/км², что является очень низким показателем.

Таблица 5. Установленная электрическая мощность региона

Псковская ГРЭС	215 x 2 = 430 МВт
Максютинская ГЭС	1,52 МВт
Шильская ГЭС	1,52 МВт
В. Луки ЗАО «ЗЭТО»	0,75 + 1,5 = 2,25 МВт
Псковские тепловые сети	1,8 МВт
Итого:	437,09 МВт

Первичными источниками энергии для децентрализованного энергоснабжения территориально удаленных потребителей могут служить: торф; биомасса; энергия малых рек; солнечная и ветровая энергия. В табл. 6 представлен возможный потенциал ВИЭ в регионе, который в настоящее время практически не используется.

Таблица 6. Расчетный потенциал ВИЭ в регионе

Запасы торфа и промышленный фонд торфа региона			
Запасы всех категорий, млн. т.	Прогнозируемые запасы, млн. т.	Балансовые и забалансовые запасы, млн. т	Промышленный фонд, млн. т/млн. т.у.т.
2016,63	805,86	1210,77	762,34/266,06
Тип возобновляемых источников энергии	Валовый потенциал	Технический потенциал	Экономический потенциал
Биомасса твердых коммунальных отходов и отходов АПК, тыс. т у.т.	4124,4/298,82	286,76	139,44
Малая гидроэнергетика, млрд. кВт·ч	1,8	0,5	0,3
Ветровая энергетика, ТВт·ч/млн. т у.т.	3649,8/1240,93	9,12/3,1	0,0456/0,0155
Биомасса лесозаготовки и деревообработки, млн. т у.т.	0,9	0,674/0,096	0,05
Солнечная энергия, млн. т у.т.	6 400	26,100	0,0003

Из данных табл. 6 видно, что для солнечной энергии за 2010 год он составил 6 400 млн. т у.т. По сравнению с другими регионами (например, в Тюменской области солнечная энергия составляет 167700 млн. т у.т.) возможности использования солнечной энергии в осеннее, зимнее и весеннее время ограничено. При рассмотрении вопроса о целесообразности использования того или иного вида источника энергии в конкретном регионе необходимо учитывать следующее: общемировые тенденции развития; ресурсное обеспечение региона; экологическая целесообразность использования ВИЭ.

4. Предложена классификация основных факторов, определяющих возможность и социально-экономическую целесообразность использования в регионе НТ и ВИЭ для реализации стратегии устойчивого энергетического развития региона. В диссертации разработана классификация факторов, определяющих необходимость и возможность использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в регионе (рис.1). Анализируя приведенную классификацию факторов, можно сделать вывод о том, что для успешного развития экономики необходимо совместное эффективное использование традиционных и нетрадиционных возобновляемых источников энергии.



Рис. 1. Классификация факторов, определяющих возможность и социально-экономическую целесообразность использования НТ и ВИЭ.

5. Разработана модель комплексного энергоснабжения региона и выявлены математические зависимости, позволяющие определять объемы потребления энергоресурсов каждого вида и формировать рациональный энергетический баланс региона.

Энергетический баланс региона может быть записан в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^I W_i^y + \sum_{m=1}^M W_m^d = \sum_{\kappa=1}^K W_{\kappa} (1 + \alpha_{\kappa}) + \sum_{r=1}^R \left[\sum_{i=1}^{L_r} W_{lr} (1 + \alpha_{lr}) + \sum_{n=1}^{N_r} W_{nr} (1 + \alpha_{nr}) \right], \quad (1)$$

где: W_i^u - электрическая энергия, генерируемая i -ым предприятием ($i=1 \dots I$), обеспечивающим работу централизованной системы энергоснабжения;

W_m^δ - электрическая энергия, генерируемая автономным (децентрализованным) источником; W_k - энергия, потребляемая на k -ом предприятии ($k=1 \dots K$);

коэффициент $\alpha_k = \frac{W_{k(\text{потери})}}{W_k}$, учитывает потери при транспортировке электроэнергии W_k от источника к потребителю; W_{lr} - электрическая энергия, потребляемая на l -ом предприятии ($l=1 \dots L_r$) в r -ом районе ($r=1 \dots R$), где R - количество районов в рассматриваемом субъекте РФ (для Псковской области $R=26$); W_{nr} - электрическая энергия, потребляемая предприятиями ЖКХ и отдельными пользователями из населения в r -ом районе ($n=1 \dots N_r$); M - общее количество автономных (децентрализованных) источников электрической энергии в регионе.

Модель энергетической системы региона можно представить в виде направленного графа, вершины которого соответствуют источникам и потребителям, а ребра отражают направление передачи электроэнергии (рис. 2). Потери энергии при транспортировке здесь изображены в виде соответствующих вершин графа (W_α), где: $W_{\alpha(L1,1)}$ - потери, связанные с передачей энергии для L -ого потребителя (средние и малые предприятия) в первом районе. $W_{(L1,1)}$ - энергия потребляемая L -потребителем в первом районе. $W^{\delta(L1,1)}$ - электрическая энергия, генерируемая автономным (децентрализованным) L -ым источником в первом районе; $W_{\alpha(N1,1)}^S$ - потери, связанные с передачей энергии для N -ого потребителя (ЖКХ и отдельные пользователи из населения) в первом районе; $W_{(N1,1)}^S$ - энергия, потребляемая N -потребителем (ЖКХ и отдельные пользователи из населения) в первом районе; $W^{\delta S(N1,1)}$ - электрическая энергия, генерируемая автономным

(децентрализованным) источником N-ым источником (ЖКХ и отдельные пользователи из населения) в первом районе.

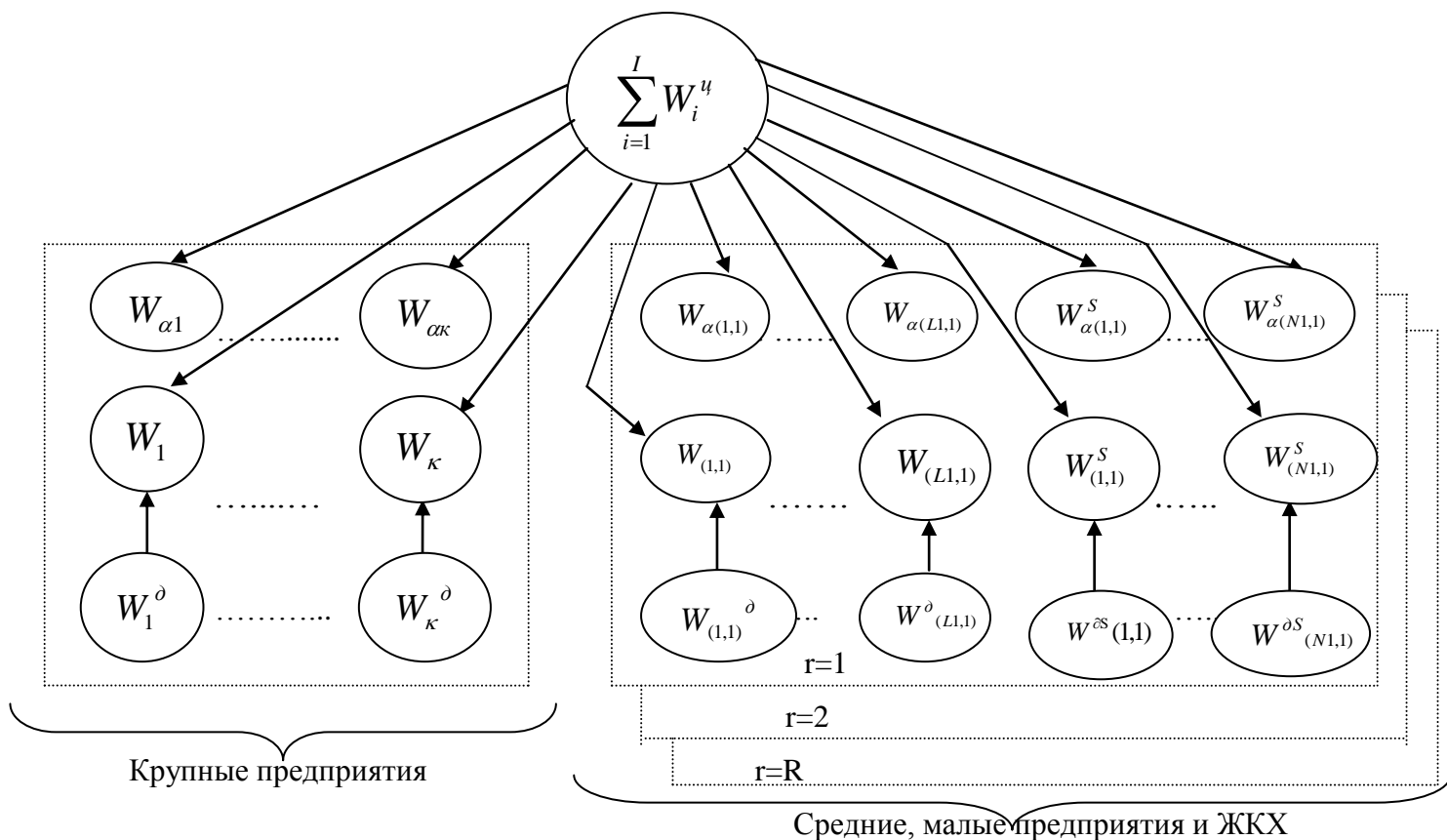


Рис.2. Модель энергоснабжения потребителей региональной энергетической системы Энергетический баланс, представленный выражением (1), а также модель энергоснабжения в виде графа (рис.2) отражает комплексное энергоснабжение и содержит в себе как реально существующие, так и перспективные элементы энергоснабжения региона.

6. Предложена методика оценки экономической эффективности системы устойчивого энергоснабжения энергодефицитного региона и на ее основе определены результативность и социально-экономическая эффективность предложенной модели комплексного энергоснабжения региона (на примере Псковской области).

Математическая модель, отражающая общую величину затрат комплексного энергоснабжения региона Z^{pez} и экономическую эффективность комплексного энергоснабжения ΔZ^{pez} , определяется следующими выражениями:

$$Z^{pez} = \sum_{k=1}^K (z_k^u \cdot W_k' + z_k^{u.mp} \cdot W_k' + z_k^d \cdot W_k'') + \sum_{r=1}^R [\sum_{l=1}^{L_r} (z_{lr}^u \cdot W_{lr}' + z_{lr}^{u.mp} \cdot W_{lr}' + z_{lr}^d \cdot W_{lr}'') + \sum_{n=1}^{N_r} (z_{nr}^u \cdot W_{nr}' + z_{nr}^{u.mp} \cdot W_{nr}' + z_{nr}^d \cdot W_{nr}'')] , \quad (2)$$

$$\Delta Z^{pez} = \sum_{k=1}^K \Delta Z_k + \sum_{r=1}^R [\sum_{l=1}^{L_r} \Delta Z_{l,r} + \sum_{n=1}^{N_r} \Delta Z_{n,r}] , \quad (3)$$

где: z^u , z^d - удельные затраты на централизованное энергоснабжение и затраты на энергоснабжение от автономного (децентрализованного) источника; W' , W'' электрическая энергия, потребляемая предприятием от централизованной сети и от автономного (децентрализованного) источника соответственно; $z^{u.mp}$ - удельные затраты на транспортировку энергии от генерирующего источника к потребителю, включая потери при транспортировке на единицу передаваемой электрической энергии, при этом абсолютные затраты равны $z^{u.mp} \cdot W$.

Общая величина затрат зависит от многих величин: затрат на ТЭР (Z^{pec}), затрат на транспортировку электроэнергии с учетом потерь (Z^{mp}), количества и расположения крупных, малых и средних потребителей (K,L,N,R) и др.

В качестве критерия оптимальности предложенной модели может быть принята общая величина затрат на комплексное энергоснабжение региона. В этом случае условие оптимальности принимает вид:

$$Z^{pez}(Z^{pec}, Z^{mp}, K, L, N, R) \rightarrow \min . \quad (4)$$

Могут быть использованы и другие критерии оптимальности, например, экономическая эффективность комплексного энергоснабжения региона:

$$\Delta Z^{pez}(Z^{pec}, Z^{mp}, K, L, N, R) \rightarrow \max . \quad (5)$$

Подробный численный анализ выражений (1), (2) и (3), отображающих энергетический баланс региона и общую величину затрат и экономическую эффективность комплексного энергоснабжения региона, требует учета всех

параметров, характеризующих потребности потребителей и особенности их территориального расположения по отдельным районам внутри своего региона. Для обобщенной интерпретации модели энергетической системы региона выражение (2) может быть представлено в следующем виде:

$$Z^{pez} = Z^u + Z^{u.mp} + Z^{\delta} \quad , \quad (6)$$

где

$$Z^u = \sum_{k=1}^K (z_k^u \cdot P_k') + \sum_{r=1}^R \left(\sum_{l=1}^{L_r} z_{lr}^u \cdot P_{lr}' \right) + \sum_{n=1}^{N_r} (z_{nr}^u \cdot P_{nr}') \quad (7)$$

$$Z^{u.mp} = \sum_{k=1}^K (z_k^{u.mp} \cdot P_k') + \sum_{r=1}^R \left(\sum_{l=1}^{L_r} z_{lr}^{u.mp} \cdot P_{lr}' \right) + \sum_{n=1}^{N_r} (z_{nr}^{u.mp} \cdot P_{nr}') \quad (8)$$

$$Z^{\delta} = \sum_{k=1}^K (z_k^{\delta} \cdot P_k'') + \sum_{r=1}^R \left(\sum_{l=1}^{L_r} z_{lr}^{\delta} \cdot P_{lr}'' \right) + \sum_{n=1}^{N_r} (z_{nr}^{\delta} \cdot P_{nr}'') \quad (9)$$

Допустим, что величина $Z^{u.mp}$, включающая в себя затраты на передачу электрической энергии, потери электрической энергии, затраты на содержание сетей и подстанций, пропорционально протяженности электрических сетей региона: $Z^{u.mp} = k \cdot r$, (10)

где r – протяженность сетей а k - коэффициент пропорциональности.

Исходя из установленных тарифов на передачу энергии по сетям для региона можно определить коэффициент пропорциональности $k = 0,005$ руб./ КВт·ч·км.

Перейдем к относительным переменным, приняв за базу Z^u . Обозначая относительные переменные верхней чертой выражение (6) запишем в

следующем виде: $\bar{Z}^{pez} = \bar{Z}^u + \bar{k} \cdot r + \bar{Z}^{\delta}$, (11)

где $\bar{Z}^{pez} = \frac{Z^{pez}}{Z^u}$, $\bar{k} \cdot r = \frac{k \cdot r}{Z^u}$, $\bar{Z}^{\delta} = \frac{Z^{\delta}}{Z^u}$

Если централизованные и автономные источники электрической энергии работают на одинаковом виде ТЭР, затраты на производство электрической энергии автономным источником, как правило выше. Например, для ГРЭС (централизованный источник) и микротурбин, работающих на природном газе это соотношение приблизительно равно 1,51. Учитывая сказанное, изобразим на рис.4 составляющие выражения (11). При протяженности электрических

сетей в регионе к $r > r_{кр}$ применение автономных источников энергии экономически оправдано (данная область на рис.4 обозначена штриховкой).

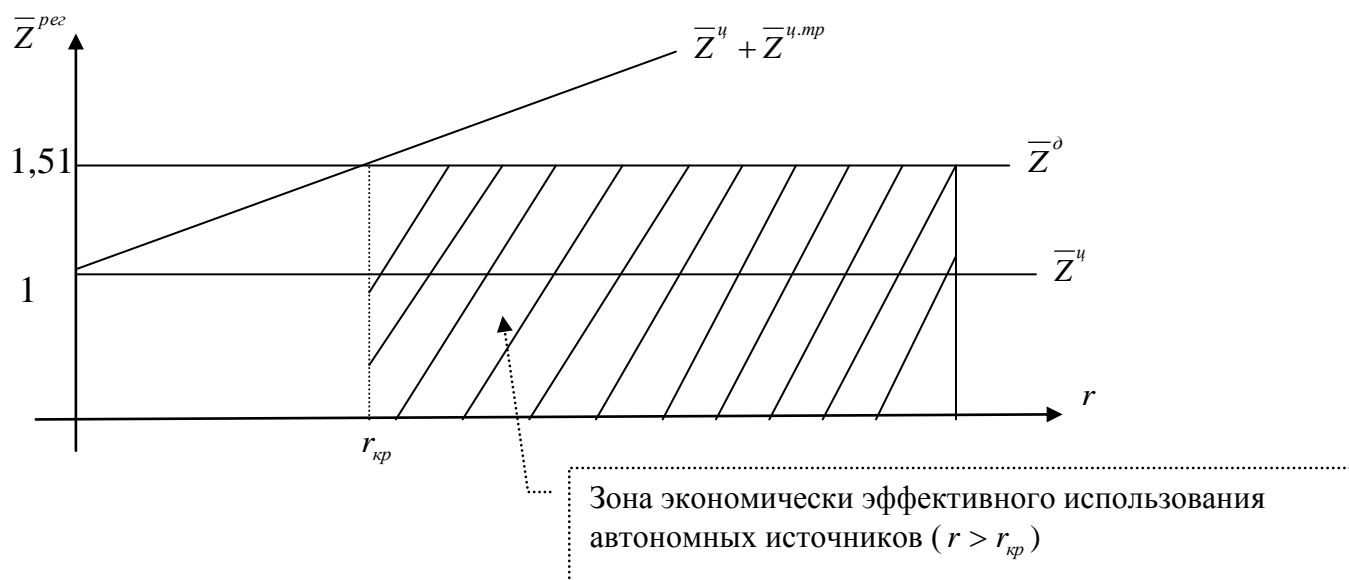


Рис. 4 Зависимость затрат от протяженности электрических сетей для централизованных источников и для автономных источников энергии.

Для Псковского региона $r_{кр} = \frac{0,51}{0,0005} \approx 1000 \text{ км}$, при этом общая протяженность электрических сетей в регионе $r = 4608 \text{ км}$. Если тарифы на электроэнергию завышены, а автономные источники энергии используют местные ТЭР, то целесообразность использования автономных источников с экономической точки зрения становится еще более очевидной.

В диссертации была также разработана классификация факторов выявляющих результативность и эффективность модели комплексного энергоснабжения. К таким факторам относится следующее: затраты на передачу электроэнергии в централизованных системах; потери при передаче энергии; рост требований потребителей по снижению тарифов на электроэнергию; неразвитость и существенная изношенность сетевой инфраструктуры; повышение требований в сфере энергоэффективности и экологической безопасности; удаленность значительной части потребителей от крупных электростанций; доступность и относительно низкая стоимость топлива для автономных систем генерации; создание рабочих мест; вовлечение

в экономическое развитие отдаленных и труднодоступных регионов; развитие местного предпринимательства.

Устойчивое энергоснабжение обеспечивается комплексной системой, предусматривающей совместное использование централизованного и распределенного энергоснабжения, в том числе на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

III. ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вертешев А.С. Энергетический потенциал региона и условия его эффективного использования [Текст] / Вертешев А.С / Научно-технические ведомости СПбГПУ. “Экономические науки” - №1 – 2012.- СПб: Издательство Политехнического университета. - с.62-67 - 0,6 п.л.

2. Вертешев А.С. Факторы, определяющие возможность и необходимость использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [Текст] / Вертешев А.С., Огороков В.Р. / Известия высших учебных заведений. Серия “Экономика, финансы и управление производством”. ИГХТУ- 2012. – Иваново: Издательство ИГХТУ. - с.38-45 - 0,6 п.л.

3. Вертешев А.С. Распределенная энергетика в обеспечении технологической безопасности и экономической эффективности региона [Текст] / Вертешев А.С / Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки №3(125)-2011.-СПб:Издательство Политехнического университета. - с.95-100 - 0,6 п.л.

4. Вертешев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии в энергетике будущего [Текст] / Вертешев А.С, Огороков В.Р. / XXXX Неделя науки СПбГПУ / Международная научно-практическая конференция /Сборник лучших докладов. СПб, изд. Политехн. Ун-та, 2012, - с. 32-34 - 0,56 п.л.

5. Вертешев А.С. Развитие интеллектуальной энергетики в России и за рубежом [Текст] / Вертешев А.С / Академия Энергетики. №1(39), СПб: 2011. - с.70-75 - 0,6 п.л.

6. Вертешев А.С. Развитие распределенных энергетических систем в регионе [Текст] / Вертешев А.С, Зибров В.П. / Труды ППИ / Псков, Издательство

Псковского государственного политехнического института. - 2011, с. 71-74 – 0,5 п.л.

7. Вертешев А.С. Энергетический потенциал региона и перспективы его развития [Текст] / Вертешев А.С. /Академия Энергетики. 2010. №6(38), СПб: 2010. - с. 92-96 - 0,56 п.л.

8. Вертешев А.С. Возможности технологического обновления электроэнергетики региона на основе интеллектуальных энергетических систем [Текст] / Вертешев А.С, Огороков В.Р. / Экономика, экология и общество России в 21- м столетии // Сборник научных трудов 12-й Международной научно-практической конференции; СПб, изд. Политехн. ун-та. - 2010. - С. 331-335 – 0,38 п.л.

9. Вертешев А.С. Условия применения интеллектуальных энергетических систем в Псковской области [Текст] / Вертешев А.С , Огороков В.Р./ Инновационная экономика и промышленная политика региона // Труды Международной научно-практической конференции; СПб, изд. Политехн. ун-та. - 2010. - с. 230-241 – 0,5 п.л.

10. Вертешев А.С. Перспективы развития интеллектуальной энергетики в Псковской области / [Текст] / Вертешев А.С /Труды ППИ / Псков, Издательство Псковского государственного политехнического института.- 2010. - с. 346-350 – 0,8 п.л.