

# Электроэнергетическая кооперация на постсоветском пространстве

**Е.Д. Волкова, А.А. Захаров, С.В. Подковальников,  
В.А. Савельев, Л.Ю. Чудинова**

Елена Дмитриевна Волкова – ведущий инженер Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН). Окончила Иркутский политехнический институт. Соавтор 20 опубликованных научных работ. Сфера научных интересов – исследование направлений, обоснование и выбор рационального развития генерирующих мощностей электроэнергетических систем.  
Электронная почта: [volkova@isem.sei.irk.ru](mailto:volkova@isem.sei.irk.ru)

Александр Александрович Захаров – к.т.н., ведущий инженер ИСЭМ СО РАН. Окончил факультет авиационного приборостроения Уфимского авиационного института. Автор более 30 научных публикаций. Сфера научных интересов – вопросы управления развитием электроэнергетики России.  
Электронная почта: [zakharov@isem.sei.irk.ru](mailto:zakharov@isem.sei.irk.ru)

Сергей Викторович Подковальников – к.т.н., заведующий лабораторией ИСЭМ СО РАН. Окончил Иркутский политехнический институт. Автор и соавтор 120 научных публикаций, в том числе монографии «Эффективность межгосударственных электрических связей». Член электроэнергетического и энергетического общества международной ассоциации IEEE. Сфера научных интересов – методы обоснования решений в энергетике при неопределенности информации и многокритериальности, межгосударственные электрические связи и энергообъединения, развитие электроэнергетики в условиях рынка, либерализация и организационные структуры в электроэнергетике.  
Электронная почта: [spodkovalnikov@isem.sei.irk.ru](mailto:spodkovalnikov@isem.sei.irk.ru)

Владимир Александрович Савельев – старший научный сотрудник ИСЭМ СО РАН. Окончил Московский энергетический институт. Автор и соавтор более 120 научных трудов и книг, в том числе монографии «Эффективность межгосударственных электрических связей». Сфера научных интересов – долгосрочное развитие, оптимизация и планирование электроэнергетических систем с каскадами ГЭС, межгосударственные электрические связи и энергообъединения.  
Электронная почта: [spodkovalnikov@isem.sei.irk.ru](mailto:spodkovalnikov@isem.sei.irk.ru)

Людмила Юрьевна Чудинова – к.т.н., старший научный сотрудник ИСЭМ СО РАН. Окончила Ленинградский политехнический институт. Автор и соавтор более 30 научных трудов и книг, в том числе монографии «Эффективность межгосударственных электрических связей». Сфера научных интересов – межгосударственные электрические связи, возобновляемые источники энергии и гидроэлектроэнергетика, оптимизация режимов использования электростанций.  
Электронная почта: [chudinova@isem.sei.irk.ru](mailto:chudinova@isem.sei.irk.ru)

## Введение

Создание в СССР единой энергосистемы (ЕЭС), обеспечивавшей надежное и эффективное электроснабжение потребителей в условиях единого политического и экономического пространства, позволяло реализовывать значительные интеграционные (системные) эффекты, включая снижение установленных мощностей электростанций, улучшение режима их работы, повышение надежности. В период коренной перестройки социально-политических и экономических отношений конца 80-х – начала 90-х годов организационно-технологическое единство ЕЭС оказалось утраченным. Хотя технологическая целостность единой энергосистемы на постсоветском пространстве была относительно быстро восстановлена, в территориально-организационном плане ЕЭС оказалась раздробленной на отдельные части, которые стали принадлежать разным государствам, формируя соответствующие национальные электроэнергетические системы (ЭЭС). Снижение уровня интеграции новых национальных ЭЭС привело к снижению названных эффектов, хотя более тесная электроэнергетическая кооперация стран бывшего СССР обеспечила бы ощутимые интеграционные эффекты всем участникам. В связи с этим представляется актуальным исследование эффективности, а также направлений и механизмов кооперации электроэнергетических систем и отраслей стран на постсоветском пространстве.

## Топливо-энергетические ресурсы стран бывшего СССР

Запасы топливо-энергетических ресурсов (ТЭР), сосредоточенные на территории стран бывшего СССР, весьма значительны. Так, по разведанным запасам природного газа эти страны занимают первое место в мире, по запасам угля, урана и гидроэнергетическим ресурсам – второе место, по запасам нефти – пятое. На долю государств бывшего СССР приходится 9.3% мировых разведанных запасов нефти, 27.4% угля, 31.1% газа, 25% урана, 11% мирового экономического гидроэнергетического потенциала.

*В таблице 1* представлены данные по разным видам ТЭР на постсоветском пространстве. Как видно из таблицы, размещение ТЭР на территории бывшего СССР крайне неравномерно. Россия, Азербайджан, Туркменистан, Казахстан и Узбекистан полностью обеспечены топливо-энергетическими ресурсами и являются экспортерами топлива. Напротив, в странах Балтии, Молдове, Беларуси, Армении запасы ТЭР незначительны. Это обуславливает взаимную заинтересованность энерго- и топливоизбыточных стран и государств, испытывающих дефицит ТЭР, в торговле этими ресурсами.

Россия обладает наибольшими запасами энергоресурсов на всем постсоветском пространстве (см. таблицу 1). Она также занимает лидирующие позиции в мире по различным видам ТЭР. Так, по запасам природного газа Россия находится на первом месте в мире, угля и гидроэнергоресурсов – на втором, урановой руды – на четвертом, нефти – на седьмом.

Страна	Территория (тыс. км)	Население (млн человек)	Нефть (млн тонн)	Уголь (млн тонн)	Газ (млрд м³)	Уран** (тыс. тонн)	Гидропотенциал (ТВт.ч./год)		
							валовой	технический	экономический
Азербайджан	86.6	8.9	1000	н/д	1310	н/д	43.5	16	7
Армения	29.7	3.2	изуч.*	100	незнач.**	изуч.	21.8	8.6	6
Беларусь	207.6	9.6	28	150	3.5	н/д	7.6	3.1	0.9
Грузия	69.7	4.4	35	200	8.5	н/д	159.4	67.9	32
Казахстан	2724.9	15.4	5300	31300	1820	651.8	198.6	61.9	27
Кыргызстан	199.9	5.4	11.5	1340	6.5	изуч.	142.5	72.9	48
Латвия	64.6	2.3	изуч.	н/д	н/д	н/д	7.2	4	3.9
Литва	65.2	3.3	2	н/д	н/д	н/д	5.4	2.8	2.2
Молдова	33.8	3.6	0.5	40.2	н/д	н/д	2.1	1.2	0.7
Россия	17075.4	140	10200	157010	44380	480.3	2896	1670	852
Таджикистан	143.1	7.3	5.4	670	9.2	незнач.	299.6	143.6	85
Туркменистан	488.1	4.9	100	изуч.	8100	незнач.	23.9	4.8	1.7
Узбекистан	447.4	27.6	100	2000	1680	114.6	88.5	27.4	11
Украина	603.7	46	55	33873	980	105	44.7	21.5	17
Эстония	45.2	1.3	н/д	н/д	н/д	изуч.	1.4	0.5	0.1
Всего	22284.9	283.2	16837.4	226683.2	58297.7	1351.7	3942.2	2106.2	1094.5

**Таблица 1**  
Энергетические ресурсы стран бывшего СССР (оценка 2010 года)\*

Разведанные нефтяные запасы стран бывшего СССР оцениваются в 16.8 млрд тонн, в том числе в России сосредоточено 60.6%, Казахстана – 31.5%, Азербайджане – 5.9%. Помимо этих стран значительными запасами нефти располагают также, в порядке убывания, Туркменистан, Узбекистан, Кыргызстан. Небольшие запасы нефти имеются в Беларуси и на Украине.

*Источник:*  
Непорожний (1982); официальные сайты BP- [www.bp.com](http://www.bp.com), Central Intelligence Agency (CIA)- [www.cia.gov](http://www.cia.gov), World Energy Council (WEC) - [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org), World Energy Outlook - <http://www.worldenergyoutlook.org>

На долю России приходится 69.3% всех разведанных запасов угля стран бывшего СССР, составляющих 226.7 млрд тонн, на Украину – 14.9%, Казахстан – 13.8%. В Грузии, Узбекистане и Кыргызстане запасы угля незначительны.

Россия располагает 76.3% всех разведанных на постсоветском пространстве запасов природного газа. Далее следуют Туркменистан (13.9%), Казахстан (3.1%), Узбекистан, Азербайджан и Украина (менее 3% в каждой стране). Небольшие запасы газа есть в Таджикистане, Грузии, Кыргызстане и Беларуси.

*Примечание:*  
\* доказанные запасы,  
\*\* разведанные запасы урана с издержками добычи до 130\$/кг,  
н/д – нет данных;  
изуч. – изучаются;  
незнач. – незначительны

Месторождения урановых руд сконцентрированы в Казахстане, России, Узбекистане и на Украине. Казахстан занимает второе место в мире по запасам урана, на его долю приходится 48.2% запасов стран бывшего СССР. Доля России составляет 35.5%. Атомная энергетика наиболее развита в России и на Украине. Это обуславливает их кооперацию с Казахстаном для обеспечения атомных электростанций (АЭС) топливом (Подковальников и др., 2010).

Как видно из таблицы 1, наиболее обеспечены гидроэнергетическими ресурсами Россия, Таджикистан и Кыргызстан. На долю России приходится 77.8% от общего экономического потенциала гидроэнергетических ресурсов стран бывшего СССР, составляющего 1094.5 ТВт.ч/год. Следует отметить, что 80% гидроэнергетических ресурсов России сосредоточено в азиатской части страны. Доля Таджикистана составляет 7.8%, а Кыргызстана – 4.4% всего объема экономического потенциала гидроэнергоресурсов на постсоветском пространстве. В странах Центральной Азии (ЦА) гидроресурсы используются и для ирригации. В условиях ограниченности этих ресурсов и протекания водотоков по территории нескольких стран требуется высокий уровень кооперации между ними.

Таким образом, различная обеспеченность стран бывшего СССР топливно-энергетическими ресурсами, а также фактическая взаимодополняемость национальных ТЭК и совместное территориальное расположение определяют сотрудничество в сфере добычи, переработки, использования и торговли этими ресурсами друг с другом и с третьими странами.

### **Электроэнергетика стран бывшего СССР**

К концу 80-х годов электроэнергетика СССР была одной из ведущих отраслей экономики, обеспечивающей надежные поставки электроэнергии промышленности, электрифицированному транспорту, сельскому хозяйству, населению, а также на экспорт. К 1990 году для покрытия планомерно увеличивающегося спроса на электроэнергию выработка электростанций в стране достигла 1725.5 ТВт.ч в год, а их установленная мощность составила 344 ГВт (Кучеров и др., 1996; Волков и др., 2010). Сформировавшаяся ЕЭС страны стала уникальной с точки зрения охвата территорий, реализации эффектов объединения, используемых систем управления, а также предпосылок ее дальнейшего совершенствования.

Установленная мощность электростанций ЕЭС СССР в 1990 году составила 288.6 ГВт, а выработка электроэнергии – 1528.7 ТВт.ч/год (Волков и др., 2010). Параллельно с ЕЭС СССР работали энергосистемы стран Восточной Европы. Осуществлялись экспортные поставки в Финляндию (через вставку постоянного тока), Норвегию, Турцию, Афганистан и Монголию. Сальдо экспорта-импорта электроэнергии в 1990 году составило 35.8 ТВт.ч (Кучеров и др., 1996).

После распада СССР в период до 1998 года на постсоветском пространстве наблюдалось сокращение производства электроэнергии, обусловленное резким снижением электропотребления (за исключением Кыргызстана), нарушением топливообеспечения электростанций и другими причинами. В Кыргызстане потребление электроэнергии за этот период, наоборот, возросло на 15% (Электроэнергетический совет СНГ, 2010; European Commission, 2010). Это произошло в связи с расширением использования электроэнергии для целей отопления и бытовых нужд, при снижении электропотребления в промышленности и сельском хозяйстве.

В 1998 году выработка электростанций стран бывшего СССР составляла 1222.8 ТВт.ч, что почти на 30% меньше, чем в 1990 году, а электро-

потребление – 1213.5 ТВт.ч. В некоторых странах падение производства электроэнергии (в основном на тепловых электростанциях) достигало от 40% (Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Эстония) до 70% (Молдова). Существенно уменьшилось количество вводов новых электрических сетей и электростанций. Сальдо экспорта-импорта электроэнергии сократилось более чем на 70% и составило 9.1 ТВт.ч. Причиной тому послужили, в частности, неплатежи за поставленную электроэнергию, а в некоторых случаях и дефицит топливных энергоресурсов. Это, в свою очередь, привело к снижению поставок электроэнергии из объединенной энергосистемы (ОЭС) Закавказья в Турцию, а также к их прекращению из ОЭС юга в страны Восточной Европы.

Затем в большинстве стран бывшего СССР был зафиксирован процесс стабилизации, а также рост потребления и производства электроэнергии. Так, в 2008 году Туркменистан и Кыргызстан превысили, а Азербайджан, Россия, Узбекистан практически достигли уровня электропотребления 1990 года. Но, несмотря на преодоление кризисных тенденций 90-х годов, выработка и потребление электроэнергии государствами бывшего СССР в целом (соответственно 1508.8 и 1488 ТВт.ч) в 2008-м не достигли значений 1990 года (ЭЭС СНГ, 2010; Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике (АПБЭ), 2010; The Ministry of Energy of Georgia, 2010; European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E), 2010). В Армении, Грузии, Молдове эти показатели остались примерно на уровне 1998 года и даже слегка снизились.

*В таблице 2* даны основные показатели электроэнергетических отраслей стран бывшего СССР по состоянию на 2009 год. Как видно из таблицы, среднее удельное электропотребление на одного человека по странам бывшего СССР равно примерно 5000 кВт.ч, что соответствует средне-европейскому уровню. Однако оно весьма значительно различается по странам. Бесспорным лидером в этом отношении выступает Россия, где удельное электропотребление приближается к 7000 кВт.ч/человек. Высок этот показатель в Казахстане и Эстонии. Аутсайдерами являются страны кавказского региона и ЦА (кроме Казахстана), Латвия и Литва. На среднем уровне находятся Беларусь и Украина. Данный показатель фактически является индикатором социально-экономического развития страны, поскольку характеризует уровень электровооруженности в быту, на производстве, в сельском хозяйстве и в сфере услуг.

Что касается уровня установленных мощностей электростанций в государствах бывшего СССР, то он довольно высок и превышает 350 ГВт (см. таблицу 2). Эта мощность сопоставима, например, с мощностью электростанций континентальной части Западной Европы (690 ГВт) или Южной Америки (209 ГВт). На постсоветском пространстве сосуществуют национальные электроэнергетические комплексы, отличающиеся уровнем установленной мощности своих электростанций в десятки раз. Мощность электростанций России составляет примерно две трети всех мощностей СНГ, а их выработка – ту же долю от выработки всех электростанций стран бывшего СССР. В то же время, установленная мощность электростанций Армении, Латвии, Эстонии не превышает 2–3 ГВт.

**Таблица 2**  
Состояние электроэнергетики стран бывшего СССР (2009 год)

Страна	Установленная мощность электростанций (ГВт)					Выработка электроэнергии (ТВт·ч)					Максимум нагрузки, МВт	Годовое электропотребление *		Обмен электроэнергией с другими странами (ТВт·ч)			
	всего	ТЭС	ГЭС	АЭС	прочие	всего	ТЭС	ГЭС	АЭС	прочие		ТВт·ч	кВт·ч/человек	экспорт	импорт	сальдо	Доля электроэнергии %
											ТЭС						
Азербайджан	6.427	5.402	1.025	-	-	18.582	16.292	2.29	-	-	3722	18.312	2058	0.38	0.11	0.27	1.47
Армения	3.021	1.66	0.961	0.4	-	5.672	1.129	2.049	2.494	-	1049	5.602	1733	0.336	0.266	0.07	1.25
Беларусь	8.285	8.272	0.013	-	-	30.028	29.998	0.03	-	-	5733	34.499	3576	0	4.471	-4.471	-12.96
Грузия	3.456	0.714	2.742	-	-	8.408	0.991	7.417	-	-	1538	7.914	1799	0.749	0.255	0.494	6.24
Казахстан	19.128	16.864	2.264	-	-	78.433	71.574	6.859	-	-	12315	77.959	5063	2.246	1.772	0.474	0.61
Кыргызстан	3.626	0.716	2.91	-	-	10.889	0.964	9.925	-	-	2324	10.048	1847	0.864	0.023	0.841	8.37
Латвия	2.523	0.937	1.558	-	0.028	5.375	1.901	3.425	-	0.049	1340	7.029	3124	2.603	4.257	-1.654	-23.53
Литва	4.684	2.576	0.836	1.183	0.089	13.499	2.19	1.06	10.025	0.224	1713	10.567	3174	7.715	4.783	2.932	27.75
Молдова	2.994	2.85	0.064	-	0.08	6.197	5.819	0.362	-	0.016	1077	5.792	1623	0.412	0.007	0.405	6.99
Россия	226.072	155.368	47.4	23.304	-	992	651.8	176.6	163.6	-	150012	977.2	6891	17.9	3.1	14.8	1.52
Таджикистан	5.024	0.318	4.706	-	-	15.905	0.168	15.737	-	-	3168	16.09	2189	0.992	1.177	-0.185	-1.15
Туркменистан	3.341	3.34	0.001	-	-	15.463	15.463	-	-	-	н/д	13.9	2843	1.563	0	1.563	11.25
Узбекистан	12.402	10.619	1.783	-	-	49.855	43.805	6.05	-	-	7553	49.938	1809	0.682	0.765	-0.083	-0.17
Украина	53.348	34.424	5.089	13.835	-	173.1	78.336	11.804	82.922	0.038	30079	168.876	3673	6.019	1.795	4.224	2.5
Эстония	2.436	2.303	-	-	0.133	7.504	7.055	-	-	0.449	1462	7.506	5601	3.219	3.221	-0.002	-0.03
<b>Всего</b>	<b>356.767</b>	<b>246.363</b>	<b>71.352</b>	<b>38.722</b>	<b>0.33</b>	<b>1430.91</b>	<b>927.485</b>	<b>243.608</b>	<b>259.041</b>	<b>0.776</b>		<b>1411.232</b>	<b>4981</b>	<b>45.68</b>	<b>26.002</b>	<b>19.678</b>	<b>1.39</b>

Источники: официальные сайты Электроэнергетического совета СНГ – <http://energo-cis.org>, АПБЭ – [www.e-apbe.ru](http://www.e-apbe.ru), ENTSO-E – [www.entsoe.eu](http://www.entsoe.eu), Казахстанского оператора рынка электрической энергии и мощности (КОРЭМ) – [www.korem.kz](http://www.korem.kz), Georgian National Investment Agency – <http://www.investinggeorgia.org>, The Electricity System Commercial Operator (ESCO) – <http://www.esco.ge>, Министерства топлива та энергетики Украины – <http://mpe.kmu.gov.ua>

Примечание: \* с учетом заряда ГАЭС, н/д – нет данных

Структура мощностей стран бывшего СССР также весьма различна. Только в России, Армении и на Украине развивается тепловая, гидравлическая и атомная энергетика (Игналинская АЭС в Литве была остановлена в 2010 году). Остальные страны базируют свою электроэнергетику на тепловых и гидроэлектростанциях (ТЭС и ГЭС). В зависимости от наличия или, наоборот, отсутствия гидроэнергоресурсов преобладает второй либо первый тип генерации. Так, в Армении, Грузии, Кыргызстане, Таджикистане преобладает гидроэнергетика. В остальных странах основу отрасли составляют ТЭС, хотя в некоторых из них ГЭС также играют определенную роль (Азербайджан, Казахстан, Узбекистан, Латвия, Литва).

Различие структуры генерирующих мощностей в государствах бывшего СССР предопределяет кооперацию национальных ЭЭС, которая в определенной степени осуществляется уже сейчас и требует дальнейшего усиления.

Значительная часть основных фондов в электроэнергетике Советского Союза была создана в 60–70 годы прошлого столетия (Мишук, Коротков, 2005). В связи с этим к моменту распада СССР степень износа основных фондов составляла в среднем около 40% (Волков и др., 2010). В 90-е годы ввод мощностей на электростанциях и в электрических сетях снизился в среднем в три-пять раз, а нарушение технологии ремонта и эксплуатации оборудования привело к ускоренному износу.

Привлечение инвестиций в энергетiku стран СНГ и всего бывшего СССР – насущная проблема. Так, по прогнозам, только в энергетическую отрасль Республики Беларусь до 2015-го необходимо инвестировать не менее \$280 млн ежегодно, в энергетiku России – порядка \$9 млрд (Винокуров, 2010). В этих условиях перед электроэнергетикой всех государств бывшего СССР встали задачи поиска как внутренних, так и внешних источников инвестиций, а также повышения инвестиционной привлекательности отрасли и снижения рисков капиталовложений.

Несмотря на финансовые проблемы, в государствах велась постоянная работа по реализации национальных и международных инвестиционных проектов. Капитальные вложения в развитие электроэнергетики в отдельные годы превышали \$3.5 млрд, основная часть которых (до 90%) относилась к электроэнергетике России (Винокуров, 2008). Общий уровень иностранных инвестиций в электроэнергетiku стран бывшего СССР, по предварительным оценкам, составляет лишь незначительную часть необходимых вложений. Основной целью инвестирования в электроэнергетiku являлась реализация проектов строительства и технического перевооружения электростанций в энергосистемах постсоветских республик, совершенствование и развитие электрических сетей для межгосударственных перетоков электроэнергии; совершенствование систем технологического оперативно-диспетчерского управления режимами параллельной работы национальных ЭЭС, поддержка проектов энергосбережения (Мишук, Коротков, 2005).

В 2008 году прекратило существование РАО «ЕЭС России». Организационная структура электроэнергетики РФ была трансформирована путем

создания генерирующих, сетевых и сбытовых компаний, администратора торговой системы, системного оператора (СО), приватизации предприятий электроэнергетики и формирования электроэнергетических рынков (ЭЭР). Украина, Казахстан и некоторые другие страны бывшего СССР также пошли по пути рыночных преобразований своих электроэнергетических отраслей. Азербайджан и Беларусь сохраняют вертикально-интегрированные государственные энергокомпании. Таким образом, на постсоветском пространстве сложились разнообразные формы организации национальных электроэнергетических отраслей и рынков.

С целью обеспечения эффективной совместной работы национальных энергосистем и дальнейшего маневрирования мощностями и энергоресурсами в 1992 году был создан Электроэнергетический совет СНГ, а в ноябре 1998-го правительства государств Содружества подписали договор о совместной работе национальных энергосистем. Основные задачи совета – координация программ перспективного развития и решения технологических вопросов, определение единых принципов и норм совместной работы национальных ЭЭС стран СНГ, формирование в рамках Содружества межгосударственных рынков электроэнергии и мощности, а также оборудования, инвестиций и инноваций в сфере электроэнергетики (Винокуров, 2008).

На территории бывшего СССР сформировались следующие межгосударственные энергообъединения (МГЭО): СНГ (включающее объединение республик Центральной Азии), стран Балтии, БРЭЛЛ (Беларусь, Россия, Эстония, Латвия и Литва). Как видно, отдельные страны или группы стран могут входить в несколько МГЭО. Кроме того, внутри крупных МГЭО могут выделяться более мелкие энергообъединения. Межгосударственные электрические связи (МГЭС) стран бывшего СССР представлены на рисунке 1.

В настоящее время одним из основных стимулов электроэнергетического сотрудничества является достижение взаимной выгоды при осуществлении торговли электрической энергией, которая обычно ограничена небольшим числом стран-соседей (Винокуров, 2010).

Как видно из таблицы 2, по общему объему перетоков электроэнергии на первом месте среди республик бывшего СССР находится Россия (21 ТВт.ч/год). Далее с большим отрывом следует Украина (около 8 ТВт.ч/год), затем Беларусь и Казахстан (около 4.5 и 4 ТВт.ч/год соответственно). Участие других стран менее значимо. Отметим, что торговля электроэнергией между странами ЦА обусловлена, прежде всего, необходимостью совместного использования гидроэнергоресурсов, неравномерно распределенных как внутри года, так и в многолетнем периоде.

Необходимо подчеркнуть, что с начала 90-х годов наблюдается тенденция постоянного снижения объемов торговли электроэнергией, а значит, и уровня электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве.



## Эффективность создания ЭЭС СССР

Консолидация отдельных ЭЭС в объединенную энергосистему, а затем и в ЭЭС привела к ряду положительных эффектов, и это существенно снизило затраты на развитие и функционирование электроэнергетики и повысило надежность электроснабжения в целом. Достигнутый мощностной эффект в значительной степени обусловлен разновременностью наступления максимумов нагрузки в ЭЭС, входящих в объединение, вследствие разницы в пояском времени и конфигурации графиков нагрузки. Причем, как отмечают эксперты (Ершевич, Антименко, 1993), даже в одном часовом поясе может иметь место снижение совмещенного максимума нагрузки вследствие различных режимов электропотребления при разной структуре промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, коммунально-бытовых потребителей в объединяемых ЭЭС.

Анализ показал, что снижение максимума нагрузки ЭЭС и, соответственно, потребности в генерирующих мощностях в результате разницы наступления суточных максимумов нагрузки ЭЭС составляет 2–3%. Такое снижение в динамике приводится в *таблице 3*.

Год	Снижение нагрузки		Максимум нагрузки (ГВт)
	МВт	%	
1980	3841	2.2	174.3
1985	5506	2.6	208.5
1990	5059	2.2	231.5

**Таблица 3**

Снижение максимума нагрузки ЭЭС СССР за счет разновременности максимумов нагрузок ЭЭС

Источник: Ершевич, Антименко, 1993

Дополнительно возникает эффект от разновременности наступления максимумов нагрузки в районных ЭЭС при их объединении в ЭЭС. Данная составляющая мощностного эффекта также оценивается в 2–3% от максимума нагрузки ЭЭС, что выражается в значительном снижении потребности в генерирующих мощностях. Так, в 1990 году это снижение превысило 6 ГВт.

Следующей весьма значимой составляющей мощностного эффекта является сокращение мощностей резервов. Возможность уменьшать оперативный резерв совместно работающих ЭЭС обусловлена малой вероятностью совпадения во времени тяжелых аварийных ситуаций сразу в нескольких из них. При этом для небольших систем относительный эффект при совместной работе ЭЭС намного больше, чем для крупных. Данный эффект иллюстрирует *таблица 4*.

Кроме экономии оперативных резервов, возможно плановое снижение мощности резерва для проведения капитального ремонта, зависящее как от плотности годовых графиков электропотребления, так и от структуры генерирующих мощностей. Длительность ремонтной кампании обусловлена наличием крупноблочного генерирующего оборудования. При использовании межсистемных связей достаточной пропускной способности дефицит ремонтной площади может быть покрыт за счет перетоков из других ЭЭС, и ввод дополнительного ремонтного резерва может не потребоваться.

**Таблица 4**  
Сокращение оперативного резерва мощности в ЭЭС республик СССР при совместной работе в составе ЕЭС (прогноз на 2000 год, МВт)

Страна	Максимум нагрузки	Резерв мощности		Снижение резерва	
		изолированный	совместный	МВт	%
Россия	227000	12600	11630	970	0.43
Украина	50000	5400	3540	1860	3.72
Казахстан	18100	2550	1275	1275	7.04
Узбекистан	13100	1300	750	550	4.2
Беларусь	10900	1750	770	980	8.99
Азербайджан	5000	1100	400	700	14
Литва	4100	1200	460	740	18.05
Грузия	4000	900	310	590	14.75
Таджикистан	4000	800	275	525	13.13
Молдова	3400	900	305	595	17.5
Кыргызстан	2800	400	130	270	9.64
Армения	2600	800	260	540	20.77
Латвия	2500	500	150	350	14
Туркменистан	2400	750	240	510	21.25
Эстония	2200	800	265	535	24.32
<b>Всего</b>	<b>352100</b>	<b>31750</b>	<b>20760</b>	<b>10990</b>	<b>3.12</b>

Источник: Кучеров и др., 1996

Экономия аварийного и ремонтного резервов в ЕЭС СССР при обеспечении требуемой надежности оценивалась в 3–4% (Волькенану и др., 1981).

Как одно из важных слагаемых мощностного эффекта нельзя не отметить повышение гарантированной мощности ГЭС в единой электроэнергетической системе. В результате существующей асинхронности стока в различных речных бассейнах СССР, а также за счет многолетнего опыта по компенсационному регулированию, суммарная гарантированная мощность ГЭС повысилась в среднем на 5%, или на 0.5% от максимума нагрузки (Ершевич, Антименко, 1993). Кроме того, в годы большой водности ГЭС вырабатывают дополнительную электроэнергию, которая может вытеснять выработку ТЭС, экономя дорогое органическое топливо. Тем самым улучшается режим работы электростанций и ЭЭС, и вносится определенный вклад в достижение режимного эффекта.

Режимный эффект повышает экономичность работы ЭЭС и достигается при оптимизации режимов работы электростанций за счет рациональной загрузки более совершенного нового генерирующего оборудования и вывода устаревшего, с низкими технико-экономическими показателями и высоким расходом условного топлива. При параллельной работе ЭЭС совмещение графиков нагрузки не только снижает совмещенный максимум, но и уплотняет график в целом, обеспечивая более равномерную загрузку оборудования и снижение числа его остановок в ночные часы, в результате чего может быть достигнуто уменьшение удельного расхода топлива.

Так, в ЕЭС СССР эффект от улучшения использования электростанций оценивался в 10–12 млн тонн условного топлива ежегодной экономии органического топлива (Кучеров и др., 1996).

Выделяется частотный эффект [Ершевич, Антименко, 1993], который обусловлен меньшим влиянием на частоту электрического тока отключения отдельного блока или подключения потребителя в крупной ЭЭС, чем в относительно небольшой. При объединении ЭЭС доля наиболее крупного агрегата в случае выхода его из строя незначительно уменьшает суммарную установленную мощность, что позволяет не ограничивать единичную мощность турбин, генераторов и линий электропередачи. С формированием ЕЭС СССР были созданы условия для широкого использования высокоэффективных крупных блоков тепловых станций мощностью 300–800 МВт и атомных мощностью 1000 МВт.

Структурный эффект является весьма существенным и имеет долгосрочную природу, поскольку позволяет заложить эффективную структуру генерирующих мощностей, что приводит к сокращению совокупных расходов на развитие и эксплуатацию ЕЭС и ее отдельных подсистем. Предполагается, что отдельные ОЭС развиваются исходя не только из своих внутренних потребностей, но и из стратегических задач, стоящих перед единой энергосистемой. Достижение структурного эффекта обеспечивается за счет реализации программ сооружения крупномасштабных электроэнергетических комплексов в местах массового залегания дешевых, но трудно транспортабельных органических энергоресурсов. Тот же принцип актуален и в отношении возобновляемых гидроэнергетических ресурсов за счет сооружения крупных объектов гидроэнергетики: традиционных ГЭС или приливных электростанций. Энергия, производимая такими комплексами, имеющими общесистемное значение, может использоваться не только в ОЭС, где они расположены, но и в смежных энергосистемах, обеспечивая потребности ЕЭС в целом, а также может экспортироваться.

Следует отметить эффект повышения надежности электроснабжения потребителей благодаря возможной взаимопомощи в аварийных ситуациях между ЭЭС в рамках единой энергосистемы.

Дополнительный эффект дает поточное, поэтапное строительство электростанций, когда временные избытки мощности используются для покрытия нагрузки в других энергосистемах ЕЭС.

Экологический эффект может быть достигнут при использовании более качественного топлива, широкомасштабном внедрении высокоэффективного современного теплоэнергетического оборудования с низким содержанием вредных веществ в уходящих газах, в случаях сокращения (временного) выработки электроэнергии и соответствующего снижения вредных выбросов, при наступающих (прогнозируемых) неблагоприятных метеорологических условиях. Недостающая электроэнергия должна быть передана потребителям из других ЭЭС.

Интегральная оценка эффективности ЕЭС СССР показала, что экономия при создании единой энергосистемы в 1.5–2.5 раза превышает затраты на развитие системообразующей электрической сети (Волькенау и др., 1981).

## **Реализация эффектов объединения национальных ЭЭС и электроэнергетическая кооперация на постсоветском пространстве**

В настоящее время реализуются некоторые эффекты объединения национальных ЭЭС СНГ и стран бывшего СССР. Так, Беларусь снижает расходы на приобретение топлива, требуемого для выработки электроэнергии, посредством увеличения импорта электроэнергии, чем достигается реализация режимного эффекта (Волкова и др., 2010). В результате республика минимизирует тарифы на электроэнергию для своих потребителей. Кроме того, благодаря импорту электроэнергии у Беларуси появляется возможность снижения своего ремонтного резерва, а это указывает на реализацию мощностного эффекта. При таком подходе очевидна заинтересованность республики в дальнейшей кооперации в области электроэнергетики со смежными странами, и это потребует создания определенных механизмов взаимодействия. Кроме того, в случае рыночного реформирования электроэнергетики Беларуси российский опыт в данной области мог бы быть полезен.

Россия является основным партнером ЦА в торговле электроэнергией через электрические сети Казахстана (КОРЭМ, 2010). Это позволяет улучшить режим использования электростанций, снизив затраты на производство электроэнергии и цены на нее, реализуя режимный эффект.

В странах Центральной Азии совместно используются гидроэнергоресурсы Таджикистана и Кыргызстана, тем самым минимизируются тарифы для потребителей. Достигается режимный эффект, однако из-за политических трений между странами ЦА он реализуется не полностью. Также имеет место реализация режимного эффекта путем обмена перетоками между национальными ЭЭС стран кавказского региона и Россией (GSE, 2010; СО ЭЭС, 2010).

Иллюстрируя эффект повышения надежности электроснабжения потребителей в рамках взаимодействия национальных ЭЭС на постсоветском пространстве, следует указать на использование электрических сетей Северного Казахстана для передачи электроэнергии из европейской части России в ОЭС Сибири для покрытия там дефицита, создавшегося вследствие крупной аварии на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году.

Что касается достижения структурного эффекта, пока можно говорить лишь о намерении его реализации. Речь идет о подписании договора о долгосрочных поставках мощности и электроэнергии Балтийской АЭС, сооружаемой в Калининградской области, в Литву, которая в настоящее время, после закрытия Игналинской АЭС, испытывает проблемы с покрытием собственной нагрузки (Интер РАО ЭЭС, 2011). Вопрос о сооружении собственной АЭС в Литве рассматривался, но потенциальные инвесторы отказались от участия в тендере (Российское атомное сообщество, 2010). Однако некоторые попытки продвижения этого проекта продолжают предприниматься (Нефть России, 2011).

Выполнение договора о поставках электроэнергии Балтийской АЭС в Литву даст положительный пример межнациональной электроэнергетической кооперации и совместного принятия долгосрочных решений по скоординированному развитию генерирующих мощностей для обеспечения потребностей в электроэнергии разных стран на постсоветском пространстве.

Энергообъединение стран бывшего СССР охватывает территории восьми часовых поясов, что приводит к значительному сдвигу суточных максимумов нагрузки в разных национальных ЭЭС. В перспективе в странах ЦА зимний максимум нагрузки может смениться на летний, что произошло в Японии в 60-е годы, Южной Корее – в 80-е и в Северном Китае – в начале 2000-х (Беляев и др., 2008). Объединение энергосистем с зимним и летним максимумами нагрузки дает значительные интеграционные эффекты в виде экономии генерирующих мощностей и затрат на их строительство и эксплуатацию. Более тесная кооперация республик ЦА с остальными странами бывшего СССР, где преобладает зимний максимум нагрузки, с учетом суточной разновременности максимумов нагрузки в разных национальных ЭЭС и разнообразия структур генерирующих мощностей в этих ЭЭС позволит получить значительные мощностные и режимные интеграционные эффекты.

Помимо реализации эффектов объединения национальных ЭЭС существуют и другие направления электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве. Так, Россия приобретает в ЦА электроэнергетические активы, владеет и управляет ими, а также поставляет оборудование, финансирует, проектирует и строит электроэнергетические объекты (Подковальников и др., 2010). Россия имеет доли в акционерном капитале Экибастузской ГРЭС-2 и разрезов «Богатырь» и «Северный» в Казахстане. На российские деньги и российскими специалистами сооружаются Сангтудинская ГЭС-1 в Таджикистане, Камбаратинская ГЭС-1 в Кыргызстане, третий блок Экибастузской ГРЭС-2 в Казахстане (Интер РАО ЕЭС, 2010).

Можно привести и другие примеры взаимопроникновения электроэнергетических активов разных стран на постсоветском пространстве. Российская компания «Интер РАО ЕЭС» владеет генерирующими мощностями и сетевыми компаниями в Грузии, Молдове и других странах. Армянская АЭС взята в аренду Россией и эксплуатируется российскими специалистами. «Газпром» владеет ТЭЦ в Литве (Газпром, 2010). Белорусская АЭС сооружается по российскому проекту и кредитруется Россией. Создается совместное российско-белорусское предприятие по экспорту электроэнергии в страны Европейского союза (МРСК, 2011).

В рамках сотрудничества в ядерно-энергетической сфере на постсоветском пространстве созданы и функционируют совместные предприятия (СП) по геологоразведке (с 2008 года – ЗАО «Армяно-российская горнорудная компания»), добыче урана (российско-казахстанские СП «Заречное», «Акбастау», «Каратау»), производству ядерного топлива (ЗАО «Совместное украинско-казахстанско-российское предприятие по произ-

водству ядерного топлива» (СП УКРТВС) (Российское атомное сообщество, 2011).

### **Проблемы, направления и задачи электроэнергетической кооперации**

Существует ряд проблем, требующих решения для успешного развития электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве. Прежде всего, это политическая и экономическая разнородность субъектов, участвующих в интеграционных процессах. Разные страны, возникшие на территории бывшего СССР, имеют свои политические и экономические интересы, причем первые нередко преобладают над вторыми.

Существует также центробежная тенденция, проявляющаяся в стремлении кооперироваться за пределами постсоветского пространства (например, создание Южно-Азиатского МГЭО стран ЦА с Пакистаном, Афганистаном, Ираном и другими). В принципе, эта тенденция не представляет существенной опасности для процесса электроэнергетической кооперации стран бывшего СССР. Но она не должна противопоставляться данному процессу и не может подменять его. Важно обеспечить совместное неконфликтное развитие как внутренней (на постсоветском пространстве), так и внешней (с сопредельными странами) электроэнергетической кооперации.

В последние годы наблюдается проникновение зарубежных энергокомпаний на ЭЭР стран бывшего СССР и поглощение или вытеснение с этих рынков местных компаний и компаний из других постсоветских республик. Практика показывает, что иностранные компании, приходившие в электроэнергетику стран СНГ, не всегда выполняли свои обязательства по поддержанию энергооборудования в работоспособном состоянии и инвестированию в развитие новых мощностей (Беляев, Подковальников, 2004). Потенциально это ставит под угрозу энергетическую и экономическую безопасность страны, где работают такие компании.

Существуют потенциальные риски, связанные с возможными нарушениями существующих договоренностей между участниками и обусловленные влиянием возможных аварийных ситуаций в национальных ЭЭС на МГЭО в целом. Кроме того, имеют место страновые риски для частных инвесторов. Для преодоления данной проблемы требуется тщательная подготовка и неукоснительное выполнение соответствующих договоров, всесторонне регламентирующее поведение субъектов отношений, в том числе в нормальных и форс-мажорных условиях.

В национальных электроэнергетических отраслях большую долю составляют устаревшие основные фонды, требующие модернизации и инновационного обновления. Относится это и к межгосударственной электросетевой инфраструктуре. Данная проблема является общей для всех стран на постсоветском пространстве, которые в девяностые годы находились в состоянии глубокого экономического кризиса. Их основные фонды, в

том числе в электроэнергетике, не обновлялись и не расширялись. Значительная их часть устарела морально и физически и нуждается в коренной модернизации.

На постсоветском пространстве существуют различные формы организации национальных электроэнергетических рынков. Как отмечалось выше, в России введены конкурентные оптовые рынки электроэнергии и мощности, начинает формироваться рынок вспомогательных услуг. На Украине в настоящее время действует ЭЭР единственного покупателя. В Азербайджане и Беларуси фактически сохраняется прямое государственное регулирование отрасли. При взаимодействии разнообразных национальных рыночных структур потребуются разработка методологии и специальных механизмов согласования интересов. Следует также отметить сложность обоснования эффективности новых МГЭС, когда в объединяемых национальных ЭЭС существуют конкурентные ЭЭР (Беляев и др., 2008).

Представляются перспективными следующие основные направления электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве. Прежде всего, это экономически оправданная и более полная реализация интеграционных эффектов объединения национальных ЭЭС. Как отмечалось выше, такие эффекты в настоящее время уже частично реализуются. При взаимосогласованной политике могут быть достигнуты значительные интеграционные результаты, приносящие реальную выгоду всем участвующим в электроэнергетической кооперации странам. Особенно значимых эффектов можно добиться при скоординированном развитии национальных электроэнергетических отраслей и ЭЭС.

Вторым направлением кооперации выступает взаимопроникновение энергокомпаний стран бывшего СССР, обмен электроэнергетическими активами, владение, аренда, строительство, эксплуатация электроэнергетических объектов в одних странах энергокомпаниями других постсоветских республик либо образование совместных предприятий на базе этих объектов. Как было показано выше, отдельные положительные примеры уже имеются.

Наконец, третье направление, фактически базирующееся на первых двух, – переход к многосторонней комплексной электроэнергетической кооперации с созданием общего электроэнергетического пространства на всей территории бывшего СССР, гарантированными нормами и правами для взаимовыгодной торговли электроэнергией и топливом для электростанций, реализацией интеграционных эффектов и других способов электроэнергетического сотрудничества. При этом любая страна имеет возможность выйти на европейские и/или азиатские ЭЭР, используя электрические сети энергосистем других стран бывшего СССР.

Усиление электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве и преодоление вышеназванных проблем требует решения ряда научно-методических и организационных задач. Так, в новых условиях требуется не только определение суммарных интеграционных эффектов (мощностных, режимных и других), но и их разделение между всеми участниками межгосударственного энергообъединения, чтобы показать

каждой стране эффективность электроэнергетической кооперации и пути ее дальнейшего углубления. Необходимо рассмотреть аспекты функционирования и развития межгосударственного энергообъединения и национальных ЭЭС, исследовать электрические режимы, режимы работы электростанций, системную надежность МГЭО и его подсистем, оценить динамику, направления и объемы эффективных межстрановых перетоков электроэнергии, осуществить анализ рыночных структур в национальных электроэнергетических отраслях и их взаимодействие. При этом требуется соблюдение нормативов по допустимому экологическому воздействию. В перспективе, по-видимому, целесообразно создание органов управления функционированием и развитием межгосударственного энергообъединения национальных ЭЭС на постсоветском пространстве. Необходимо разработать стратегии и механизмы для обеспечения поступательного движения электроэнергетической кооперации в условиях политической и экономической разнородности участников МГЭО.

Решение указанных задач требует привлечения комплексной методологии исследований, а также системы математических моделей. Элементы такой методологии сформированы, некоторые модели созданы и могут быть использованы для первоочередных исследований (Беляев и др., 2008, 2010). Необходимо их дальнейшее развитие и применение для решения намеченных задач.

Усиление электроэнергетической кооперации и проведение комплексных исследований требует взаимодействия на межгосударственном уровне. В частности, Электроэнергетический совет СНГ, Совет по энергетической политике Интеграционного комитета ЕврАзЭС и некоторые другие межгосударственные организации могли бы обеспечить качественно новый уровень взаимодействия, способствуя развитию электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве.

### **Заключение**

Страны бывшего СССР имеют многолетний опыт совместного развития экономик и топливно-энергетических комплексов. Формирование ЭЭС СССР позволило реализовать существенные интеграционные эффекты в экономическом эквиваленте, в несколько раз превышающие затраты на само формирование. Однако этот процесс происходил в условиях полной государственной собственности на основные фонды и централизованного управления развитием и функционированием электроэнергетики.

В современных условиях электроэнергетическая кооперация затрудняется в связи с политической и экономической разнородностью ее субъектов. Тем не менее скоординированное взаимодействие национальных электроэнергетических отраслей и систем на постсоветском пространстве возможно, и, как следует ожидать, эффекты будут весьма значительны. Требуется активное участие в этих процессах Электроэнергетического совета СНГ и Совета по энергетической политике Интеграционного комитета ЕврАзЭС.

Необходимо проведение комплексных исследований в этой области, чтобы показать всем участвующим сторонам реальные энергоэкономические и экологические эффекты. Требуется развитие существующих и разработка новых методических подходов и математических моделей.

Усиление электроэнергетической кооперации на постсоветском пространстве позволит создать устойчивую электроэнергетическую базу для дальнейшего социально-экономического развития стран бывшего СССР и обусловит их поступательную взаимовыгодную кооперацию в других отраслях экономики и сферах деятельности, способствующих их ускоренному инновационному развитию.

### Литература

ADB (2008) *Strategy for Regional Cooperation in the Energy Sector of CAREC*. Asian Development Bank. Available at: <http://www.adb.org/documents/events/2008/7th-CAREC-Ministerial-Conference/CAREC-energy-regl-strategy-en.pdf>

BP (2010) *BP Statistical Review of World Energy*. June. Available at: [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2008/STAGING/local\\_assets/2010\\_downloads/Statistical\\_Review\\_of\\_World\\_Energy\\_2010.xls](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2010_downloads/Statistical_Review_of_World_Energy_2010.xls)

CIA (2010) *World Factbook and other Sources*. Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos>

ENTSO-E (2009) *Market based analysis of interconnections between Nordic, Baltic and Poland areas in 2025*. Available at: [https://www.entsoe.eu/fileadmin/user\\_upload/\\_library/publications/nordic/planning/O9O21O\\_entsoe\\_nordic\\_MultiregionalPlanningProjectReport.pdf](https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/_library/publications/nordic/planning/O9O21O_entsoe_nordic_MultiregionalPlanningProjectReport.pdf)

ENTSO-E (2010) *Baltic Regional Group Annual Report 2009*. Available at: [https://www.entsoe.eu/fileadmin/user\\_upload/\\_library/publications/baltic/annual\\_report/100713\\_BRG\\_Annual\\_Report\\_2009\\_final.pdf](https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/_library/publications/baltic/annual_report/100713_BRG_Annual_Report_2009_final.pdf)

ESCO (2010) *Energy Balance of Georgia*. Available at: [http://www.esco.ge/index.php?article\\_id=33&clang=1](http://www.esco.ge/index.php?article_id=33&clang=1)

European Commission (2010) *Statistical books. Energy balance sheets 2007-2008, 2010 edition*. Available at: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-EN-10-001/EN/KS-EN-10-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-EN-10-001/EN/KS-EN-10-001-EN.PDF)

Georgian National Investment Agency (2010) *Georgian Energy Sector Overview 2009*. Invest in Georgian Energy. Available at: <http://www.investingeorgia.org/upload/file/Invest%20in%20Georgian%20Energy.pdf>

GSE (2010) 2009 GSE Annual Report. *Georgian State Electrosystem*. Available at: [http://www.gse.com.ge/download/2009\\_GSE\\_Annual\\_Report\\_eng.pdf](http://www.gse.com.ge/download/2009_GSE_Annual_Report_eng.pdf)

Ministry of Energy of Georgia. Available at: [www.minenergy.gov.ge](http://www.minenergy.gov.ge)

USEA (2010) Проект планирования систем электропередачи в регионе Черного моря. Фаза II. *Балканская и региональная программы партнерства по энергетическим рынкам*. Available at: [http://www.usea.org/Programs/Blacksea/BSTP\\_%20Phase\\_II\\_Report%20\\_RUSSIAN.pdf](http://www.usea.org/Programs/Blacksea/BSTP_%20Phase_II_Report%20_RUSSIAN.pdf)

WEO(2009)*WorldEnergyOutlook2009*. Available at: [http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009\\_es\\_russian.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009_es_russian.pdf)

World Energy Council (2010) *Survey of Energy Resources*. Available at: [http://www.worldenergy.org/documents/ser\\_2010\\_report.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/ser_2010_report.pdf)

АПБЭ (2011) *Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике*. Доступно на: [www.e-apbe.ru](http://www.e-apbe.ru)

Беляев Л., Ким Х.-Ё., Лю Т.-Х., Подковальников С., Юн Дж.-Ё. (2010) Комплексная оценка эффективности межгосударственных электрических связей в Северо-Восточной Азии. *Электронный сборник докладов объединенного симпозиума «Энергетика России в 21 веке и Азиатская энергетическая кооперация»*. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. Доступно на: <http://sei.irk.ru/symp2010/papers/RUS/P3-O3r.pdf>

Беляев Л., Подковальников С. (2004) *Рынок в электроэнергетике: Проблемы развития генерирующих мощностей*. Новосибирск: Наука.

Беляев Л., Подковальников С., Савельев В., Чудинова Л. (2008) *Эффективность межгосударственных электрических связей*. Новосибирск: Наука.

Винокуров Е. (2008) *Общий электроэнергетический рынок СНГ. Отраслевой обзор*. № 3. Евразийский банк развития. Алматы: РУАН. Доступно на: [http://www.eabr.org/media/img/rus/publications/AnalyticalReports/EABR\\_III\\_obzor\\_rus.pdf](http://www.eabr.org/media/img/rus/publications/AnalyticalReports/EABR_III_obzor_rus.pdf)

Винокуров Е. (2010) Торговля электроэнергией на постсоветском пространстве. *Электроэнергия*. №2.

Волков Э., Баринов В., Маневич А. (2010) *Методология обоснования и перспективы развития электроэнергетики России*. Москва: Энергоатомиздат.

Волкова Е., Падалко Л., Подковальников С., Чудинова Л. (2010) *Современное состояние, перспективы и задачи российско-белорусской электроэнергетической кооперации*. *Энергетика и ТЭК*. Минск: Энергопресс.

Волькеная И., Зейлигер А., Хабачев Л. (1981) *Экономика формирования электроэнергетических систем*. Москва: Энергия.

Ершевич В., Антименко Ю. (1993) *Эффективность функционирования единой электроэнергетической системы на территории бывшего СССР*. Москва: РАН.

ИНТЕР РАО ЕЭС. Доступно на: [www.interra.ru](http://www.interra.ru)

Каллеметс К. (2010) Угроза над электростанциями как Литвы, так и Эстонии. *Российское атомное сообщество*. 12 декабря. Доступно на: <http://www.atomic-energy.ru/news/2010/12/12/16697>

КОРЭМ (2011) *Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности*. Доступно на: [www.korem.kz](http://www.korem.kz)

Кучеров Ю., Кучерова О., Капойи Л., Руденко Ю. (1996) *Надежность и эффективность функционирования больших транснациональных ЭЭС. Методы анализа: европейское измерение*. Новосибирск: Наука.

Мүнүстерство палива та енергетики України. Доступно на: <http://mpe.kmu.gov.ua>

Мишук Е., Коротков В. (2005) *Электроэнергетика Содружества Независимых Государств. Состояние, проблемы и перспективы развития*. *ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность*. № 4.

МРСК (2011) Обзор средств массовой информации за 5 мая 2011 года. *Холдинг межрегиональных распределительных сетевых компаний*. Доступно на: [http://www.holding-mrsk.ru/media/smi/smi\\_110505.pdf](http://www.holding-mrsk.ru/media/smi/smi_110505.pdf)

Непорожний П. (1982) *Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР*. Москва: Госэнергоиздат.

Нефть России (2011) Премьер-министр Литвы: Переговоры о выборе стратегического инвестора атомного проекта идут успешно (2011). *Информационно-аналитический портал Нефть России*. 10 мая. Доступно на <http://www.oilru.com/news/253168/>

ОАО «Газпром». Доступно на: [www.gazprom.ru](http://www.gazprom.ru)

Подковальников С., Савельев В., Чудинова Л. (2010) Электроэнергетическая кооперация России и стран Центральной Азии. *Энергия: экономика, техника, экология*. № 11.

СО ЕЭС (2011) Системный оператор Единая электроэнергетическая система. Доступно на: [www.so-eps.ru](http://www.so-eps.ru).

ЭЭС СНГ (2011) *Электроэнергетический совет СНГ*. Доступно на: <http://energo-cis.org>