

УДК 911.3

## ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

© 2016 г. А.М. Фаддеев

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет, Москва, Россия  
e-mail: faddeev@list.ru*

Поступила в редакцию 21.07.2015 г.

В последние годы опубликовано множество исследований, посвященных изучению внешней торговли электроэнергией на постсоветском пространстве, однако в них не была рассмотрена региональная специфика данного явления. Цель данной работы состоит в выявлении территориальных особенностей развития и деградации международной торговли электроэнергией на постсоветском пространстве в 1990–2015 гг. Работа выполнена с применением сравнительно-географического, историко-эволюционного и картографического методов. Рассмотрены направления строительства и демонтажа трансграничных линий электропередач, объем трансграничных перетоков электроэнергии и загруженность трансграничных линий электропередач. Анализ данных параметров показал, что общей тенденцией для постсоветского пространства стала деградация внешней торговли электроэнергией и обслуживающей инфраструктуры вопреки высокому потенциалу международного сотрудничества в отрасли. Исключение составляют страны Прибалтики, которые сформировали целостное энергообъединение благодаря унификации параметров электроэнергетических рынков. Строительству трансграничных линий электропередач в Прибалтике способствуют дисбалансы, связанные с закрытием Игналинской атомной электростанции и активным вводом ветровых электростанций, а также требования общеевропейских стратегий. Оценка перспектив показала, что при условии разрешения ряда внешнеполитических проблем возможно создание энергообъединений, основанных на использовании электроэнергии гидроэлектростанций, на востоке Средней Азии и западе Закавказья. Для многих стран характерно наращивание экспорта электроэнергии в азиатские страны (Китай, Афганистан, Иран, Турцию). Главной предпосылкой для развития международной торговли электроэнергией служит дисбаланс между растущим электропотреблением в одних регионах и наличием дешевых энергоресурсов в других. Меньшее значение имеют колебания валютных курсов, внешнеполитические явления и политика развития национальных энергосистем.

**Ключевые слова:** топливно-энергетический комплекс, электроэнергетика, передача электроэнергии, энергетическая инфраструктура, география промышленности, международная торговля, постсоветское пространство, ближнее зарубежье, СНГ.

**Введение.** Внешняя торговля электроэнергией развита в мире относительно слабо по сравнению с международными рынками нефти, природного газа и угля. По оценкам Международного энергетического агентства и Информационного управления США по вопросам энергетики, международные поставки электроэнергии в 2009–2013 гг. составляли 2,8–3,2% от выработки электроэнергии в мире [22, 26]. Для сравнения: по нефти (с учетом нефтепродуктов) это соотношение за 2009–2014 г. составило 67%, по газу – 31% [19], по углю в 2009–2012 гг. – 15% [26].

Создание мирового рынка электроэнергии невозможно по техническим причинам, а формирование макрорегиональных рынков ограничивается как техническими, так экономическими и политическими причинами. Незаменяемость электроэнергии и невозможность ее аккумуляции в объемах, сопоставимых с суточным электропотреблением отдельных стран, обуславливает особую значимость данного энергоресурса. В связи с этим практически все национальные правительства в течение большей части XX в. стремились обеспечить покрытие электропотребления в своих

странах за счет внутренней выработки электроэнергии [20]. Однако развитие международных интеграционных процессов с середины XX в. и реструктуризация электроэнергетики во многих странах обусловили развитие внешней торговли данным энергоресурсом, особенно на территории Европы [18, 23].

При изучении внешней торговли электроэнергией безусловный интерес представляет ситуация, сложившаяся на постсоветском пространстве. На данной территории развитие внешней торговли происходит под влиянием ряда факторов, не представленных в Европе и других макрорегионах мира. Во-первых, нигде более не происходило разделение между новыми государствами столь крупной и интегрированной национальной энергосистемы. Во-вторых, случившийся здесь в 1990-х годах экономический кризис привел к значительному спаду электропотребления, в результате чего существующая электроэнергетическая инфраструктура, в том числе в части международных связей, оказалась избыточной.

Исследование внешней торговли электроэнергией на постсоветском пространстве становится особенно актуальным в связи с планами формирования общего электроэнергетического рынка Евразийского экономического союза к 2019 г. и возможным выходом стран Прибалтики из синхронного режима работы с Единой энергосистемой (ЕЭС) России.

**Изученность проблемы.** Научную литературу по теме внешней торговли электроэнергией можно разделить на четыре основных направления. Первое представлено работами советских и российских экономико-географов (Э.Б. Валева, Т.Э. Валевой, В.П. Максаковского, В.Н. Горлова), которые рассматривали это явление в контексте международной производственной интеграции: электроэнергия – как важная статья энергетического экспорта из СССР в страны Восточной Европы [3], а трансграничные линии электропередач (ЛЭП) – как одна из компонент, обеспечивающих транзитную роль западной “полосы” СССР [10]. Был описан процесс формирования в этой полосе ряда конденсационных (КЭС) и атомных (АЭС) электростанций, значительная доля выработанной электроэнергии с которых направлялась на экспорт [4]. В данных работах в качестве критерия развитости внешней торговли рассматривалось отношение международного перетока электроэнергии к ее выработке в определенной стране или регионе [Там же]. В других работах рассчитывалось отношение этого перетока к объему потребления электроэнергии [9] или суммарной мощности электростанций [23].

Вторая группа работ, подготовленная специалистами-энергетиками (В.А. Рыльским, А.Ф. Бондаренко, Е.Д. Волковой и рядом зарубежных специалистов), посвящена оценке технических и экономических преимуществ объединения национальных энергосистем. В качестве подобных преимуществ отмечены следующие [2]:

- возможность обеспечения долговременных международных поставок электроэнергии, выгодных за счет различий в стоимости выработки электроэнергии в разных странах;

- возможность обеспечения краткосрочных поставок, связанных с одновременностью максимумов нагрузки в национальных энергосистемах в течение суточного и годового циклов;

- повышение уровня загрузки электростанций, в том числе использующих возобновляемые источники энергии [17];

- сокращение генерирующих мощностей, резервируемых на случаи аварий на ЛЭП, перебоев в поставках топлива, ремонта генерирующих и электросетевых объектов.

В качестве основного критерия эффективности объединения энергосистем в данных работах рассматривается сокращение резерва мощности при переходе от изолированного режима работы энергосистем к синхронному [8]. В работе В.А. Рыльского была показана эффективность применения линий сверхвысоких классов напряжения для обеспечения дальних перетоков электроэнергии от перспективных крупных гидроэлектростанций (ГЭС) и угольных КЭС в азиатской части СССР к районам с высокой плотностью электрических нагрузок, расположенным в европейской части СССР [15].

В работах третьего направления особое внимание уделялось изучению технических, экономических, физико-географических, внешне- и внутривнутриполитических барьеров на пути развития внешней торговли электроэнергией [5, 13, 20, 23]. Наиболее серьезными препятствиями, по мнению данных авторов, служат:

- угроза надежности функционирования национальной энергосистемы за счет риска распространения каскадных аварий из сопредельных стран и повышение сложности поддержания частоты в энергосистеме;

- риск нарушения электроснабжения в случае международных конфликтов;

- сложность урегулирования цены на поставки электроэнергии;

- различие концепций функционирования национальных рынков электроэнергии;

– различия в структуре водопользования. Это препятствие связано с тем, что в некоторых регионах горные страны заинтересованы в энергетическом использовании водных ресурсов. Для данных стран приоритетно накопление воды в водохранилищах во время весенне-летнего половодья, а осенне-зимний пик электропотребления требует спуска водохранилищ. Напротив, для равнинных стран аридного пояса приоритетно повышение сбросов ГЭС весной и летом для ирригационных целей [5].

Четвертая группа работ посвящена вопросам государственного регулирования условий международной торговли электроэнергией [19, 27]. Данная тема особенно актуальна для европейских стран. Благодаря многолетнему реформированию европейский международный рынок электроэнергии стал наиболее развитым как в отношении строительства новых трансграничных ЛЭП, так и в плане использования их пропускной способности, а также в плане отлаженности механизма регулирования торговли на наднациональном уровне.

Энергетиками и экономистами был опубликован ряд работ, посвященных вопросам развития внешней торговли электроэнергией на постсоветском пространстве. Однако в большинстве этих публикаций формулируются лишь общие тенденции, характерные для рассматриваемого региона [8], либо проводится констатация фактов на описательном уровне. Значительное внимание уделяется обзору ситуации в отдельных регионах: Прибалтике [9, 6], Средней Азии [1, 25] и Закавказье [14], где сложилась наиболее сложная внешнеполитическая обстановка в отношении торговли электроэнергией. Кроме того, ряд работ посвящен анализу регуляторных вопросов [6, 20]. Однако к настоящему времени не было опубликовано работ, в которых изучаются территориальные особенности внешней торговли электроэнергией на постсоветском пространстве. В решении этой задачи состоит научная новизна данного исследования.

**Цель и задачи исследования.** Цель работы состоит в выявлении территориальных особенностей развития и деградации международной торговли электроэнергией на постсоветском пространстве в 1990–2014 гг. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

– определение приоритетных направлений для строительства и демонтажа трансграничных ЛЭП;

– анализ объема трансграничных перетоков электроэнергии (здесь и далее под трансграничными перетоками понимается сумма междуна-

родных поставок электроэнергии и транзитных перетоков через территорию третьих стран);

– расчет загруженности трансграничных ЛЭП на постсоветском пространстве и в странах Европы (для сравнения);

– оценка уровня развития международных рынков электроэнергии на постсоветском пространстве;

– определение факторов, стимулирующих или замедляющих развитие международной торговли электроэнергией.

Для решения поставленных задач были использованы следующие показатели:

– распределение введенных в эксплуатацию и демонтированных в 1992–2014 гг. ЛЭП по направлениям, а также аналогичное распределение в отношении ЛЭП, планируемых к вводу в 2015–2024 гг.;

– отношение трансграничных перетоков электроэнергии к объему потребления электроэнергии в стране;

– уровень использования номинальной мощности ЛЭП (“load utilization factor”) [27].

**Результаты исследования и их обсуждение. Факторы развития международной торговли электроэнергией.** Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие факторы:

1. *обеспеченность дешевыми энергоресурсами.* Развитию экспорта способствует избыток дешевой электроэнергии, обычно выработанной на ГЭС (реже – на газовых ТЭС и АЭС);
2. *активный рост электропотребления.* Развитие импорта электроэнергии способствует увеличению электропотребления, вызываемое демографическим ростом, индустриализацией, электрификацией промышленности и коммунально-бытового сектора;
3. *финансовый фактор.* Средне- и долгосрочное снижение курса национальной валюты по отношению к ее покупательной способности способствует росту экспорта электроэнергии из данной страны (повышение валютного курса способствует сокращению экспорта);
4. *внешнеполитические факторы.* Углубление международной интеграции (особенно унификация параметров национальных рынков электроэнергии) способствует развитию торговли, наличие международных конфликтов замедляет этот процесс;
5. *политика развития национальных энергосистем и энергорынков.* Принятые национальным

правительством регуляторные решения могут привести к дефициту электроэнергии в стране (например, стремление к отказу от атомной энергетики) или к росту ее цены (например, по причине стремления к привлечению инвестиций в отрасль). В таком случае экспортный потенциал национальной электроэнергетики будет сокращаться.

**Строительство и демонтаж трансграничных ЛЭП.** Отличительная черта энергетического сотрудничества на постсоветском пространстве состоит в массовом демонтаже трансграничных ЛЭП, вызванном выходом ряда национальных энергосистем из режима синхронной работы с ЕЭС России. Всего за последние 25 лет было выведено из эксплуатации 17 трансграничных ЛЭП напряжением от 220 кВ и выше<sup>1</sup>.

В 1993–1995 гг. энергосистемы ряда стран восточной Европы перешли в режим синхронной работы с энергообъединением Западной Европы (УСТЕ<sup>2</sup>). В результате были выведены из эксплуатации четыре ЛЭП, соединявшие электростанции Украины, Беларуси и Молдовы<sup>3</sup> с Польшей и Румынией. Работа остальных семи ЛЭП, уходящих из Украины на запад, обеспечивается за счет функционирования части энергосистемы (так называемого “Бурштынского энергоострова”) в синхронном режиме с западноевропейским энергообъединением.

Во время Карабахского конфликта были отключены три ЛЭП между Арменией и Азербайджаном, впоследствии (в конце 1990-х годов) было принято решение отключить армянскую энергосистему от ЕЭС России и вывести ее на синхронную работу с энергосистемой Ирана.

В 2003 г. с иранской энергосистемой была синхронизирована электроэнергетика Туркменистана. Причиной этого решения послужил активный рост выработки на туркменских газовых тепловых электростанциях (ТЭС), снабжаемых местным дешевым топливом, и рост спроса на электроэнергию в северо-восточных регионах Ирана, дефицитных по топливу.

В 2009 г. конфликт между Узбекистаном и Таджикистаном, связанный с вопросами обеспечения

надежности энергосистем, привел к выходу этих стран из синхронного режима работы с ЕЭС России. Впоследствии часть узбекской энергосистемы вновь перешла в синхронный режим работы с ЕЭС России, ряд ЛЭП между Узбекистаном и Таджикистаном продолжает использоваться в островном режиме<sup>4</sup>.

В ноябре–декабре 2015 г. были разрушены опоры четырех ЛЭП, соединяющих энергосистемы Крыма и Украины (одна из них была восстановлена, но не введена в эксплуатацию).

Отключение ряда национальных энергосистем от ЕЭС России было вызвано внешнеполитическими факторами: европейской международной интеграцией и международными конфликтами на постсоветском пространстве. Определенное влияние оказал и экономико-географический фактор – стремление стран с избытком дешевой электроэнергии, выработанной на ГЭС и газовых ТЭС (Россия, Грузия, Армения, Азербайджан, Туркменистан, Таджикистан), к экспорту ее в энергодефицитные страны и регионы за пределами постсоветского пространства (Турция, северный Иран, Афганистан, северо-восточный Китай).

Строительство ЛЭП в страны дальнего зарубежья активизировалось в конце 1990-х годов, по завершению экономического кризиса. За последние 25 лет было построено 12 ЛЭП из стран постсоветского пространства и лишь четыре ЛЭП между бывшими союзными республиками.

Активно развиваются связи между энергосистемами стран Прибалтики, Фенноскандии и энергообъединением УСТЕ. В 2006 и 2014 годах были введены кабельные линии постоянного тока<sup>5</sup> между Эстонией и Финляндией, в 2015 г. началась опытная эксплуатация линий между Литвой и Швецией, а также между Литвой и Польшей. Реализация данных проектов потребовалась для обеспечения устойчивости энергосистем после вывода из эксплуатации Игналинской АЭС. Впоследствии, после достройки ряда ЛЭП регионального значения, станет возможным выход стран Прибалтики из синхронного режима работы с ЕЭС России.

В 2013 г. построены ЛЭП со вставкой постоянного тока на границе Грузии и Турции, планиру-

<sup>1</sup> Сведения о вводе и выводе из эксплуатации ЛЭП, изменении режимов работы энергосистем указаны согласно данным национальных операторов энергосистем магистральных электросетей.

<sup>2</sup> Union for the Coordination of Transmission of Electricity – Координационный союз в сфере передачи электроэнергии.

<sup>3</sup> Здесь и далее под Молдовой понимается Республика Молдова вместе с самопровозглашенной Приднестровской Молдавской Республикой.

<sup>4</sup> Островной режим (“radial operation”) предполагает, что часть энергосистемы страны (ряд потребителей, электростанция или отдельные энергоблоки и ЛЭП) работают синхронно с сопредельной энергосистемой.

<sup>5</sup> Линии и вставки постоянного тока позволяют совершать обмен электроэнергией между парой несинхронизированных энергосистем.

ется строительство еще двух ЛЭП около 2020 г., которые позволят выдавать в энергодефицитные регионы Турции избыток мощности грузинских ГЭС.

Избыток дешевой электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, АЭС и новым экономичным оборудованием газовых ТЭЦ в объединенной энергосистеме Северо-Запада России, обусловил продолжение энергетического сотрудничества между Россией и Финляндией: от подстанции “Выборгская” была построена третья ЛЭП на юго-восток Финляндии, была повышена мощность выборгской вставки постоянного тока, на синхронную работу с финляндской энергосистемой был выведен энергоблок новой Северо-Западной ТЭЦ (г. Санкт-Петербург).

Аналогичным образом ввод в эксплуатацию крупнейшей на Дальнем Востоке России Бурейской ГЭС обусловил актуальность строительства ЛЭП в Китай (в 2009–2011 гг. построены двухцепная<sup>6</sup> ЛЭП 220 кВ и ЛЭП 500 кВ). В дальней перспективе предполагается пуск ЛЭП постоянного тока от ГЭС и перспективных угольных КЭС Сибири и Дальнего Востока в приморские провинции Китая.

Несколько ЛЭП было построено для обеспечения потребностей иранской энергосистемы электростанциями Туркменистана и Азербайджана, осуществляется сезонный обмен электроэнергией между Ираном и Арменией. Туркменистан, Узбекистан и Таджикистан с конца 2000-х годов обеспечивают электроснабжение северных регионов Афганистана в островном режиме. В стадии обсуждения находится проект “CASA-1000”<sup>7</sup>, предполагающий строительство серии ЛЭП от ГЭС Киргизии и Таджикистана до Кабула и Пешавара.

В целом строительство ЛЭП в страны дальнего зарубежья было обусловлено избытком дешевой электроэнергии, выработанной на ГЭС (реже – на АЭС и крупных КЭС). В случае Прибалтики развитие магистральных ЛЭП было обусловлено рядом политических причин. Во-первых, усилилась потребность в импорте электроэнергии после того, как по требованию Европейского Союза была закрыта Игналинская АЭС. Во-вторых, массовый ввод в эксплуатацию ветровых электростанций (обеспеченный общеевропейскими регуляторными механизмами) потребовал повышения

пропускной способности ЛЭП для поддержания стабильности энергосистемы. В-третьих, развитие магистральных ЛЭП требуется для создания возможности по отделению энергосистем прибалтийских стран от ЕЭС России.

ЕЭС СССР формировалась как целостная система, развитие которой не было обусловлено республиканскими границами. После распада СССР графы магистральных электросетей (МЭС) ряда стран оказались разорваны. Графы МЭС Туркменистана, Таджикистана, Казахстана и Киргизии оказались разорванными на три части, практически все ЛЭП между объединенными энергосистемами (ОЭС) Урала и Сибири оказались на территории Казахстана. Для ликвидации риска нарушения электроснабжения со стороны сопредельных стран были построены “замыкающие” ЛЭП. К настоящему времени завершилось объединение сети МЭС Туркменистана и Киргизии, в 2015 г. проведен запуск ЛЭП между ОЭС Урала и Сибири в обход Казахстана, к 2025 г. планируется построить ЛЭП между Северной и Западной энергосистемами Казахстана в обход России. Кроме того, в 2015 г. была запущена кабельная линия между ОЭС Юга и крымской энергосистемой.

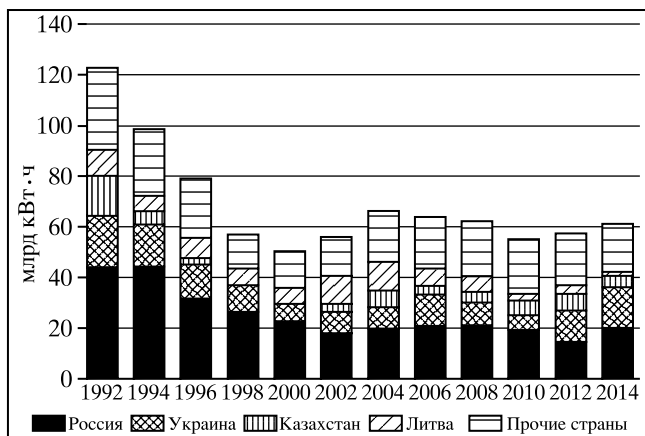
За последние 25 лет были построены лишь четыре межгосударственные ЛЭП между бывшими союзными республиками, ввод которых был запланирован еще в советское время. Ограниченные перспективы возобновления сотрудничества в этой сфере могут быть связаны с реализацией проекта “CASA-1000”, а также с развитием черноморского кольца ЛЭП. В настоящее время строятся ЛЭП из Грузии в Армению и Азербайджан, планируется возведение новых ЛЭП между закавказскими странами и Россией. В случае реализации данных проектов станет возможна более эффективная загрузка генерирующих мощностей на Северном Кавказе, в Закавказье, прилегающих регионах Турции и Ирана.

**Динамика трансграничных поставок электроэнергии.** В 1990 г. суммарное сальдо перетоков электроэнергии между союзными республиками составляло 3.6% от потребления электроэнергии в СССР, сальдо по экспортным поставкам – 2.1%, что всего в несколько раз ниже сальдо перетоков между экономическими районами РСФСР (8.5% от суммарного электропотребления в РСФСР).

Сокращение электропотребления на 35% в 1990–1998 гг. [26] привело к снижению коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) ТЭС и АЭС стран постсоветского

<sup>6</sup> Двухцепные линии представляют собой две независимые линии, размещенные на одном ряде опор.

<sup>7</sup> Central Asia and South Asia 1000 MW (Центральная Азия – Южная Азия 1000 МВт).



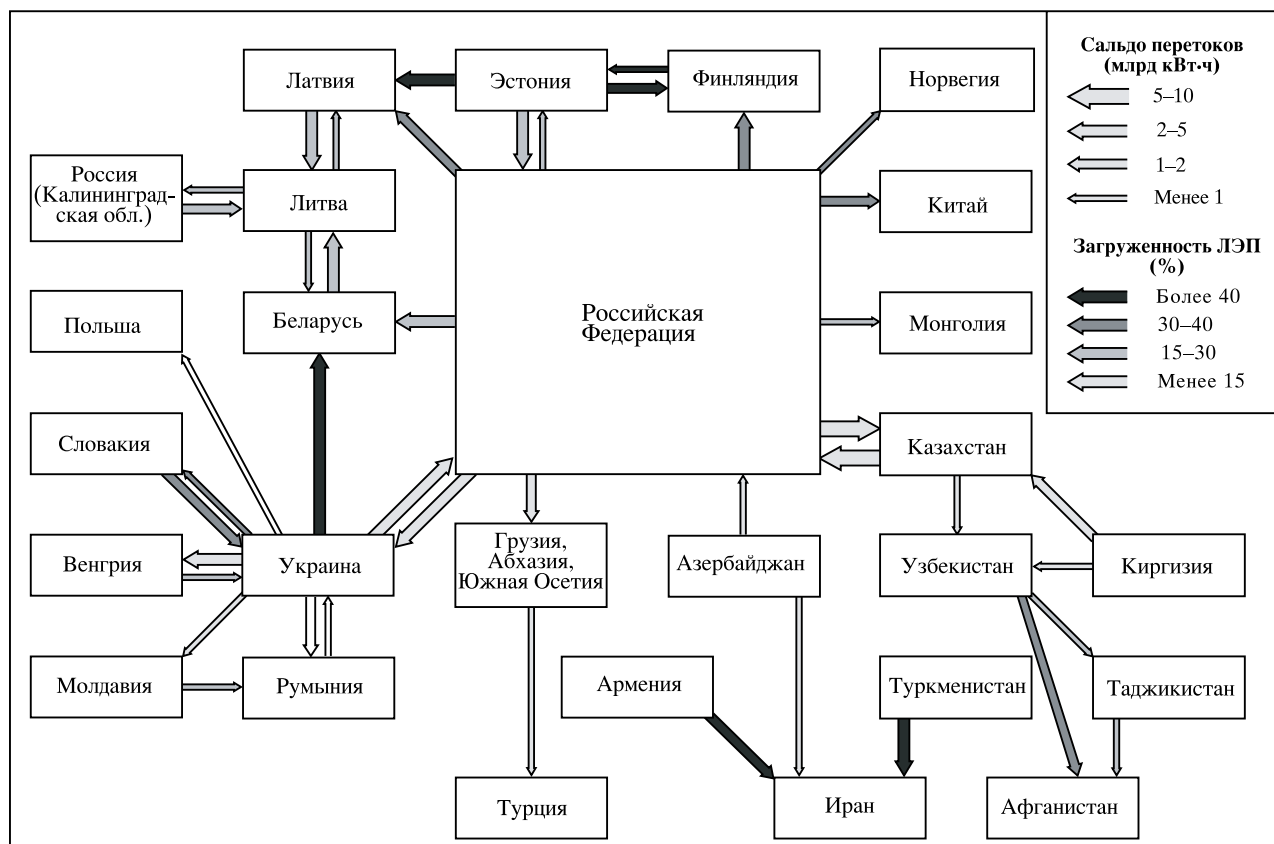
**Рис. 1.** Экспорт электроэнергии странами постсоветского пространства в 1992–2014 гг. Составлено по данным [16, 21, 26].

пространства с 61 до 41% [25]. В связи с этим потребности в электроэнергии стали покрываться преимущественно внутренними электростанциями, объем международных перетоков существенно сократился (рис. 1).

В начале 2000-х годов наблюдался рост перетоков, но к 2013 г. объем перетоков внутри постсоветского пространства стабилизировался на уровне 2.0% от потребления, несмотря на рост электропотребления до 88% от уровня 1990 г.

Если в 1990-е – 2000-е годы был широко распространен транзит электроэнергии через территории третьих стран (из России в Турцию и Молдову, из Киргизии в Россию и т. д.), то в настоящее время транзитные поставки осуществляются только в Прибалтике и в Северном Казахстане (рис. 2).

Стабилизация объема перетоков в 2000-е годы отчасти была вызвана активным вводом в эксплуатацию генерирующих мощностей во многих странах (Россия, Беларусь, Азербайджан, страны Средней Азии). При этом в большинстве стран объем потребления электроэнергии не достиг значений конца 1980-х годов. Кроме того, выход отдельных энергосистем из ЕЭС России и повышение рисков нарушения электроснабжения со стороны сопредельных государств (что характерно для Средней Азии и Закавказья) потребовали



**Рис. 2.** Средний объем трансграничных перетоков электроэнергии и загруженность трансграничных ЛЭП за период 2010–2014 гг. по странам постсоветского пространства. Перетоки объемом менее 100 млн кВт·ч/год не показаны. ЛЭП и поставки электроэнергии между Украиной и регионами Крымского федерального округа РФ учитываются с начала 2014 г. Составлено по данным [12, 16, 21] и данным национальных операторов МЭС.

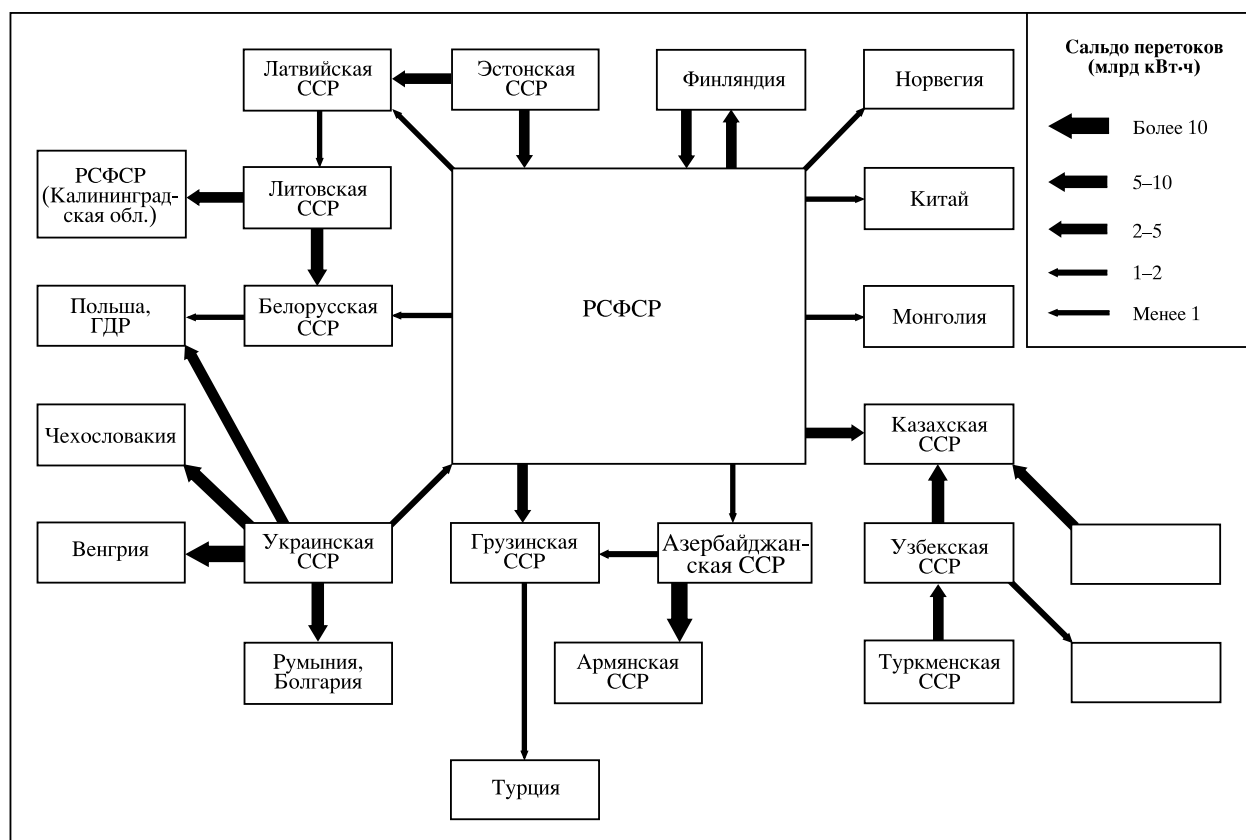


Рис. 3. Сальдо трансграничных перетоков между республиками СССР и экспортных поставок электроэнергии в 1990 г. Перетоки объемом менее 100 млн кВт·ч/год не показаны. Составлено по данным [7] и расчетам В.Н. Горлова.

сохранения значительных генерирующих мощностей в качестве системного резерва. В результате существенно сократился уровень загрузки электростанций: средний КИУМ ТЭС и АЭС на постсоветском пространстве в 2012–2013 годы составил только 48%, причем в четырех странах (Литва, Молдова, Киргизия, Таджикистан) этот показатель не достигает и 30%. Сокращение КИУМ на 13% по отношению к уровню 1990 г. означает, что более 60 ГВт мощности на ТЭС и АЭС являются избыточными, их функционирование объясняется в первую очередь распадом ЕЭС СССР, а также экономическими, социальными и политическими последствиями распада СССР.

Напротив, объем экспорта в дальнее зарубежье вырос до 3.1% от электропотребления на территории бывшего СССР – этому способствовал рост спроса в азиатских странах (рис. 2, 3). Если в 1990 г. в азиатские страны из СССР экспортировалось 0.3 млрд кВт·ч, то в 2014 г. – 10.4 млрд кВт·ч. Следующим шагом на пути международного сотрудничества в отрасли может стать возведение крупных “экспортноориентированных” электростанций (например, Рогунской ГЭС в

Таджикистане и Ерковецкой ТЭС в Амурской области России).

Динамика экспорта электроэнергии чувствительна к изменению национальных условий регулирования отрасли и к колебаниям валютных курсов. В частности, повышение цен на электроэнергию в России, вызванное реструктуризацией отрасли, обернулось сокращением импорта электроэнергии в Финляндию. Напротив, ослабление курса рубля в конце 2014 г. привело к росту экспорта электроэнергии из России.

**Загруженность трансграничных ЛЭП.** Пропускная способность ЛЭП была рассчитана на основании [11], данные по объемам перетоков и напряжению на ЛЭП приняты согласно [12, 15, 20] и данным национальных операторов МЭС.

Проведенные расчеты показывают, что даже после вывода из эксплуатации ряда линий пропускная способность ЛЭП между бывшими союзными республиками используется только на 10% (среднее значение за 2009–2014 гг.). Линии, уходящие в направлении европейских стран, загружены в среднем на 21%. ЛЭП, предназначенные для экспорта электроэнергии в страны Азии, загружены

**Таблица.** Уровень развития международных рынков электроэнергии на постсоветском пространстве

Рынок	Отношение объема международных перетоков электроэнергии (среднее за 2009–2014 гг.) к объему потребления электроэнергии в 2014 г., %		Уровень использования пропускной способности трансграничных ЛЭП (среднее за 2009–2014 гг.), %	
	перетоки внутри рынка	перетоки за пределы рынка	ЛЭП внутри рынка	ЛЭП, уходящие за пределы рынка
Прибалтийский	24	44	29	24
Среднеазиатский	2	4	2	38
Стран-основателей ЕАЭС	1	3	13	17
Закавказский	0,4	9	3	16
Украины и Молдовы	0,4	10	3	13

Составлено по данным [12, 16, 21].

чуть больше – на 29%. Однако эти значения существенно уступают 40-процентному уровню загрузки ЛЭП между европейскими странами – членами ENTSO-E<sup>8</sup>. Подобного высокого значения удалось добиться за счет планомерной работы по унификации национального законодательства в сфере торговли электроэнергией с начала 1990-х годов.

**Уровень развития международных рынков электроэнергии на постсоветском пространстве.** Анализ географических особенностей рассмотренных процессов позволяет с определенной условностью утверждать, что на постсоветском пространстве существует пять международных рынков электроэнергии (прибалтийский, среднеазиатский, рынок стран-основателей ЕАЭС<sup>9</sup>, закавказский, рынок Украины и Молдовы), сильно различающихся по уровню развития.

Самый развитый – прибалтийский рынок: для него характерно наиболее полное использование пропускной способности внутренних трансграничных ЛЭП, объемы международных перетоков сопоставимы с объемом электропотребления (таблица). Прибалтийский рынок – единственный из пяти рассматриваемых, где ведется торговля по условиям “на сутки вперед”. На всех остальных рынках торговля ведется либо в рамках единичных контрактов, заключенных преимущественно между государственными компаниями (например, в России монопольным экспортером и импортером электроэнергии является ОАО “Интер РАО”), либо в рамках соглашений по вопросам балансирования деятельности энергосистем.

На четырех остальных рынках внутренние перетоки значительно уступают по объему экспорту в другие страны, относительно высоко загружены

только ЛЭП между тремя странами-основателями ЕАЭС. Именно рынок стран-основателей ЕАЭС наиболее близок к формированию единых рыночных правил, но его развитию препятствует реализация ряда инвестиционных проектов в электроэнергетике. Ввод АЭС, способной производить электроэнергию с низкой себестоимостью, неизбежно обусловит сокращение импорта электроэнергии Республикой Беларусь. Возведение “обходных” ЛЭП (в Западной Сибири в обход Казахстана и в Западном Казахстане в обход России) позволит организовать поставки электроэнергии между Уралом и Сибирью, а также между северными и западными регионами Казахстана без использования электросетевых объектов сопредельных стран и без проведения сопутствующих финансовых расчетов.

Напротив, инвестиционные проекты закавказских энергокомпаний направлены на строительство новых ГЭС и международных ЛЭП, но формирование единых рыночных правил в Закавказье ожидается только в долгосрочной перспективе, исключительно при условии политического урегулирования между Арменией и Азербайджаном.

Между среднеазиатскими государствами сохраняется серьезная напряженность в вопросах водопользования, что ограничивает перспективы электроэнергетического сотрудничества. Сооружение новых трансграничных ЛЭП принципиально возможно (например, предлагается развитие транзита Казахстан – Киргизия – Таджикистан в обход Узбекистана), но требует привлечения внешнего финансирования.

Рынок Украины и Молдовы выделен достаточно условно: перетоки между этими странами незначительны по объему. В то же время Украина – крупный экспортер электроэнергии в страны Евросоюза, Беларусь и Республику Крым. Однако достройка Белорусской АЭС, развитие электро-

<sup>8</sup> European Network of Transmission System Operators for Electricity – европейская сеть операторов МЭС.

<sup>9</sup> Россия, Беларусь и Казахстан.



энергетики Крыма и стагнация электропотребления в Евросоюзе позволяют предположить, что в ближайшее время спрос на электроэнергию из Украины сократится. С 2014 г. начало сокращаться и предложение электроэнергии вследствие конфликта в Донбассе, который привел к выводу из эксплуатации ряда энергоблоков ТЭС и к дефициту энергетического угля. Кроме того, экономическая ситуация в стране не способствует обновлению генерирующего оборудования.

**Выводы.** Постсоветское пространство характеризуется общими тенденциями: демонтаж трансграничных ЛЭП, возведение магистральных ЛЭП в обход соседних стран, сокращение объемов торговли электроэнергией и ее транзита, возведение “импортозамещающих” электростанций. Огромный потенциал международного сотрудничества в отрасли используется крайне слабо.

Исключение представляют страны Прибалтики, которые сформировали целостное энергообъединение благодаря унификации параметров электроэнергетических рынков. Сохранению и развитию этого международного энергообъединения способствуют дисбалансы, связанные с закрытием Игналинской АЭС и активным вводом ветровых электростанций, а также общеевропейская стратегия по развитию энергетических сетей.

Перспективы развития других международных рынков на постсоветском пространстве ограничены. Развитию рынка стран-основателей ЕАЭС препятствует реализация импортозамещающих инвестиционных проектов в электроэнергетике, развитию среднеазиатского рынка – внешнеполитические проблемы, в первую очередь связанные с вопросами водопользования. Международные конфликты ограничивают развитие и закавказского рынка. Сразу три фактора: внешнеполитическая напряженность, реализация импортозамещающих инвестиционных проектов и стагнация электропотребления в Европе – ограничивают экспортный потенциал электроэнергетики Украины.

В перспективе, при разрешении ряда внешнеполитических проблем, возможно создание энергообъединений, основанных на использовании электроэнергии ГЭС, между Киргизией, Таджикистаном и Афганистаном, между Грузией и соседними странами, а также развитие энергорынка стран-основателей ЕАЭС.

Для многих стран характерно наращивание экспорта электроэнергии в азиатские страны. Две национальные энергосистемы уже вышли из ЕЭС России и перешли на синхронную работу с энергосистемой Ирана.

Главная предпосылка развития международной торговли электроэнергией – дисбаланс между растущим электропотреблением в одних странах и наличием дешевых энергоресурсов в других. К второстепенным факторам относятся: колебания валютных курсов, активность интеграционных процессов и внутренняя политика в отношении регулирования электроэнергетики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ауелбаев Б.А.* Условия развития энергетического и транспортного взаимодействия между странами Центральной Азии и Афганистаном // Казахстан–Спектр. 2012. № 1. С. 5–19.
2. *Бондаренко А.Ф., Кучеров Ю.Н., Петряев Е.И., Портной М.Г., Руденко Ю.Н.* Перспективы развития Единой электроэнергетической системы и вопросы параллельной работы энергообъединений Европы // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика. 1992. № 5. С. 24–44.
3. *Валев Э.Б., Илинич Ю.В.* Территориальные особенности развития энергетики европейских стран-членов СЭВ // Вопросы географии. Сб. 123. М.: Мысль, 1984. С. 176–189.
4. *Валева Т.Э., Горлов В.Н.* Экономико-географические аспекты интеграции европейских стран-членов СЭВ в области электроэнергетики // Вопросы географии. 1984. Сб. 123. С. 189–197.
5. *Винокуров Е.Ю.* Инвестиции и сотрудничество в гидроэнергетике Центральной Азии // Континент партнерства. 2007. С. 42–54.
6. *Винокуров Е.Ю.* Общий электроэнергетический рынок СНГ как инструмент экономического развития и региональной интеграции // Евразийская экономическая интеграция. 2008. № 1. С. 54–74.
7. Внешние экономические связи СССР в 1990 г.: Статистический сборник. М.: Министерство внешних экономических связей СССР, 1991. 228 с.
8. *Волкова Е.Д., Захаров А.А., Подковальников С.В., Савельев В.А., Чудинова Л.Ю.* Электроэнергетическая кооперация на постсоветском пространстве // Евразийская экономическая интеграция. 2011. № 3 (12). С. 26–45.
9. *Зверев Ю.М.* Электроэнергетическая кооперация в Балтийском регионе и роль в ней России // Балтийский регион. 2013. № 2 (16). С. 84–100.
10. *Максаковский В.П.* Концепция интеграционного региона стран-членов СЭВ // Вопросы географии. 1984. Сб. 123. С. 130–151.
11. *Неклепаев Б.Н., Крючков И.П.* Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 608 с.
12. Отчет о функционировании ЕЭС России. ОАО “Системный оператор Единой энергетической системы”, 2010–2015. [Электронный ресурс]. URL: [http://so-ups.ru/index.php?id=tech\\_disc](http://so-ups.ru/index.php?id=tech_disc) (дата обращения: 1.07.2015).

13. Подковальников С.В., Савельев В.А., Чудинова Л.Ю. Целесообразные направления развития межгосударственных электрических связей и торговли электроэнергией России с сопредельными странами. // Мат-лы 8-й междунар. конф. “Энергетическая кооперация в Азии: риски и барьеры”. Иркутск: Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 2012. 9 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://sei.irk.ru/AEC-2012/papers/S4-1%20ru.pdf> (дата обращения: 1.07.2015).
14. Пути эффективной интеграции энергосистем стран Южного Кавказа. Баку–Ереван–Тбилиси, 2004. 348 с.
15. Рыльский В.А. Экономика межрайонных электроэнергетических связей в СССР (на примере ЛЭП Восток–Запад). М.: Наука, 1972. 132 с.
16. Электроэнергетика Содружества Независимых Государств. 2002–2012. М.: ИК ЭЭС СНГ, 2013. 220 с.
17. Bahar H. and Suavage J. Cross-Border Trade in Electricity and the Development of Renewables-Based Electric Power / OECD Trade and Environment Working Papers, 2013/02. OECD. 78 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5k4869cdwnzren> (дата обращения: 01.07.2015)
18. Bielecki J. and Desta M.G. Electricity Trade in Europe: Review of Economic and Regulatory Challenges. The Hague: Kluwer Law International, 2004. 350 p.
19. BP Statistical Review of World Energy 2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 01.07.2015).
20. Dodsworth J.R., Mathieu P.H. and Shiells C.R. Cross-Border Issues in Energy Trade in the CIS countries. International Monetary Fund, 2002. 32 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/pdp/2002/pdp13.pdf> (дата обращения: 01.07.2015).
21. ENTSO-E Statistics and Data. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.entsoe.eu/publications/statistics/Pages/default.aspx> (дата обращения: 01.07.2015).
22. International Energy Agency Electricity Information. Luxembourg: Imprimerie Centrale, 2012. 882 p.
23. Lagendijk V. and van der Vleuten E. Inventing Electrical Europe: Interdependencies, Borders, Vulnerabilities // The Making of Europe’s Critical Infrastructure: Common Connections and Shared Vulnerabilities. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2013. P. 62–101.
24. Meeus L., Purchala K., and Belmans R. Development of the Internal Electricity Market in Europe // Electricity Journal. 2005. Vol.18. No. 6. P. 25–35.
25. Peyrouse S. The Hydroelectric Sector in Central Asia and the Growing Role of China // China and Eurasia Forum Quarterly. 2007. Vol. 5. No. 2. P. 131–148.
26. US EIA International Energy Statistics. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm> (дата обращения: 01.07.2015).
28. Ushasurendra S. and Parathasarthy S.S. Congestion Management in Deregulated Power Sector Using Fuzzy Based Optimal Location Technique for Series Flexible Alternative Current Transmission System (FACTS) Device // Journal of Electrical and Electronics Engineering Research. 2012, August. Vol. 4 (1). P. 12–20.

## Features of International Electricity Trade in the Post-Soviet Space

A.M. Faddeev

*Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia  
e-mail: faddeev@list.ru*

In last years, a lot of studies dealing with international electricity trade in the post-Soviet space were published, but they had not examined regional specificity of this phenomenon. The aim of this work is to identify the regional characteristics of development and degradation of international electricity trade in the post-Soviet space in 1990–2015. The work was performed using the comparative-geographical, historical-evolutionary and cartographic methods. The directions of building and dismantling cross-border transmission lines, cross-border power flows and the load factor of cross-border transmission lines were analyzed. The analysis of these parameters showed that the general trend for post-Soviet space is the degradation of international electricity trade and service infrastructure despite of high potential of international cooperation in the industry. The exception is the Baltic States, which have formed a holistic energy association by unifying the parameters of electric power markets. The construction of cross-border transmission lines in the Baltic countries is made due to the imbalances associated with the closure of the Ignalina nuclear power plant and active commissioning of wind power plants, and the requirements of pan-European strategies. Assessment of prospects showed that after resolution of a number of foreign policy problems it is possible to create energy associations based on the use of hydro-generated electricity in the East of Central Asia and in the West of Transcaucasia. Many countries are characterized by the build-up of electricity exports to Asian countries (China, Afghanistan, Iran, and Turkey). The main prerequisite for the development of international trade in electricity is an imbalance between the growing consumption in some regions and the availability of cheap energy in others. Exchange rate fluctuations, the foreign policy phenomena, and the development program of national power systems are less important.

**Keywords:** fuel and energy complex, electric power industry, electricity transmission, energy infrastructure, geography of industry, international trade, post-Soviet space, CIS.

doi: 10.15356/0373-2444-2016-2-39-48