

УДК 911.3: 33

ОПТИМАЛЬНОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

© 2013 г. З.А. Атаев

Современный технический институт, г. Рязань

Поступила в редакцию

В статье предложен оптимальный вариант территориальной организации локальной энергетики, основанный на принципе комбинирования разных схем энергоснабжения и разных источников генерации энергии. При этом локальная (децентрализованная) и централизованная энергетика рассматриваются как территориальное сочетание, что определяет многовариантность композиционного построения систем энергоснабжения. Полигон исследования – Центральный экономический район.

Введение. В современной России наблюдается сильная социально-экономическая поляризация регионов, обуславливающая резкие различия энергетических проблем “полюсов роста” и депрессивных зон. Это отражается на степени надежности энергоснабжения. Анализ энергетических проблем на разных территориальных уровнях, начиная с локального, позволяет более полно оценить эффективность разных вариантов территориальной организации энергоснабжения. В рамках только лишь технико-экономических подходов решение такой задачи невозможно. Необходимо искать новые подходы, более полно учитывающие связь организации энергетики с конкретными условиями территории.

Ключевая гипотеза данной работы заключается в следующем: одним из эффективных способов повышения надежности энергоснабжения на разных уровнях пространства является сопряжение вертикальной интеграции централизованных с горизонтальной интеграцией локальных систем, т.е. комбинированное развитие разномасштабных энергосистем (с учетом региональных и локальных особенностей территории).

Цель исследования заключается в выявлении территориальных закономерностей рационального сопряжения разномасштабных энергосистем в условиях староосвоенных регионов; в разработке модели организации более устойчивого многоуровневого энергетического пространства Центрального экономического района России (ЦЭР), способной ослабить негативные последствия в

случае каскадных сбоев и аварий в централизованной системе.

Практическая значимость работы связана с возможностью существенного повышения надежности энергоснабжения потребителей в староосвоенном районе за счет сопряженного развития централизованных и локальных энергосистем.

Отраслевая ориентация темы и одновременно ее высокая межпредметность определяют необходимость использования положений теории долгосрочного технико-экономического развития и закономерностей смены технологического уклада [8, 9], базирующейся на концепции “энергетических порогов”, разработанной Г.М. Кржижановским и развитой Л.А. Мелентьевым [14–16]. В пространственном выражении эти положения “накладываются” на научные подходы “районной школы” экономической географии Н.Н. Баранского – Н.Н. Колосовского [6, 13, 20]. В теоретико-методологическом усилении “территориально-энергетической связки” необходимо искать новые научные подходы, более комплексно учитывающие связь энергетики с конкретными и все усложняющимися условиями территории.

Территориальный масштаб и адекватный ему ранг энергосистемы определяют выбор разных подходов к анализу задач моделирования в энергетике: в отраслевом разрезе чаще всего используется универсализм, а в региональном разрезе – уникализм. Такой подход реализован на примере следующего масштабного ряда: ЦЭР России; регион (область); локалитет (поселение, сельский

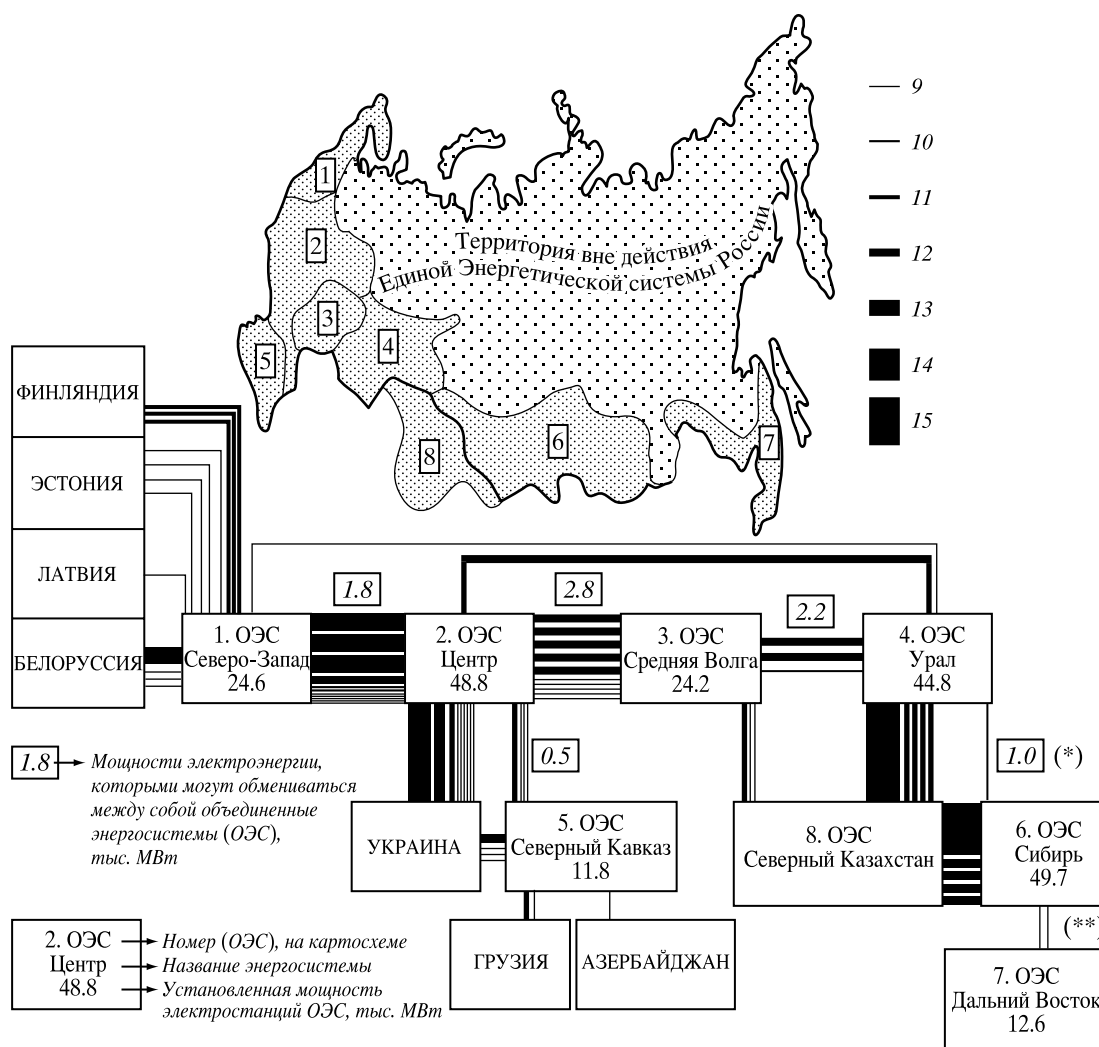


Рис. 1. Установленные мощности электростанций ОЭС России, структура и пропускная способность электрических связей между ОЭС (2005 г.)

Электрические сети, линии электрических передач (ЛЭП): 9 – 220 кВ; 10 – 330 кВ; 11 – 400 кВ; 12 – 500 кВ; 13 – 750 кВ; 14 – 800 кВ; 15 – 1150 кВ. Значком (*) отмечено наличие технологической связи между ОЭС Урала и Сибири только через ОЭС “Северный Казахстан”, (**) – наличие аналогичной связи между объединенной энергосистемой Сибири и ОЭС Дальнего Востока только по двум отпайкам ЛЭП-220 кВ [1, с. 23].

округ, административный район). Вместе с тем, важно подчеркнуть, что универсализм и уникализм – это “две стороны одной медали” [22–23], точно так же, как и тенденции централизации – децентрализации в энергетике [14–16].

Тенденция централизации и децентрализации в электроэнергетике. Современные процессы глобализации способствуют росту уровня централизации электроэнергетики, вплоть до объединения национальных рынков.

В этом контексте появляется перспектива формирования глобальной энергетической системы, где место России будет определяться не только богатством ее топливных ресурсов, но и уникальной ролью своеобразного континентального

моста “Запад – Восток” (рис. 1). Сегодня Единая энергосистема России (ЕЭС) имеет предпосылки для работы с Трансевропейским объединением энергосистем (TESIS), границы сетевых комплексов ЕЭС России вплотную приблизились к границам стран Европейского союза, что позволяет прогнозировать усиление инфраструктурных связей в западном направлении.

Анализ азиатского сегмента ЕЭС России также подтверждает реальность развития системы в направлении: Россия – Китай – Япония – Канада – США. Главной предпосылкой для реализации такого межгосударственного энергетического “кольца” является наличие у стран – участников крупных общенациональных и региональных

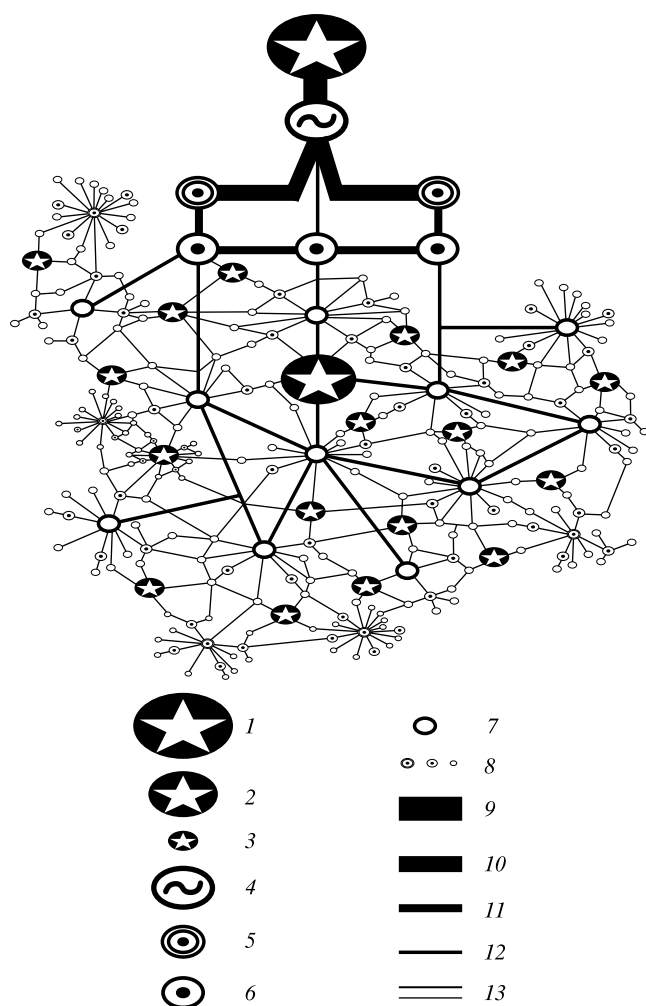


Рис. 2. Модель разномасштабной (двухуровневой) организации энергетического пространства (сопряжения централизованной и локальной энергетической системы).

Электростанции: 1 – тепловая станция мощностью ≥ 1 тыс. МВт; 2 – тепловая станция региональной энергосистемы (до 1 тыс. МВт); 3 – малая станция в составе локальной энергосистемы (до 30 МВт). Подстанции: 4 – системообразующие 750 кВ; 5 – системообразующие 500 кВ; 6 – питающие 220 кВ; 7 – питающие 35–110 кВ; 8 – распределительные 10–6–0.4 кВ. Линии электропередач: 9 – системообразующие 750 кВ; 10 – системообразующие 500 кВ; 11 – питающие 220 кВ; 12 – питающие 35–110 кВ; 13 – распределительные 10–0.4 кВ [2, с. 43].

энергосистем, что наряду с другими факторами (несовпадение во времени максимумов нагрузки и т.д.) позволяет получить системный эффект: рост потенциала генерации в базисной нагрузке; снижение потребности энергосистем в резерве аварийных мощностей; рост выработки, снижение себестоимости и др.

Но сетевая связь между европейским и восточным сегментом в ЕЭС России крайне слаба, осложнена наличием разнополюсных энергосистем (энергоизбыточных – энергодефицитных) и

значительными расстояниями. В результате происходит рост объемов транзита электроэнергии, а соответственно и технических потерь, обострение проблемы несбалансированности региональных энергосистем (по мощности, напряжению, объему перетоков энергии) и, как следствие, рост числа каскадных сбоев, аварий, отключений и т.д. Поэтому тенденция централизации в энергетике имеет свои пространственные пределы, выход за которые обуславливает снижение надежности энергоснабжения потребителей.

Одновременно географическое разнообразие России и специфика ее расселения (высокая мозаичность, дисперсность, распыленность и т.д.) определяют наличие обширной “ниши” для развития местных систем – децентрализации энергетики. Для преодоления высокой уязвимости энергоснабжения именно на локальном уровне централизованные энергосистемы должны дополняться относительно независимыми от них малыми энергосистемами.

Это дает возможность увеличить многообразие форм и вариантов территориальной организации обслуживания населения на локальном уровне, повышает системную надежность энергообеспечения. Учитывая отечественную специфику расселения [17, с. 8], речь идет о $4/5$ населения страны.

Нужно учесть еще одно важное правило: чем дальше расположен потребитель, тем выше должен быть уровень надежности его снабжения [15]. Это аксиоматичное правило энергоэкономики все чаще игнорируется, поскольку такие комплексные меры коммерчески не выгодны в зонах социально-экономической депрессии. Тем самым игнорируется и сама социальная сущность энергетики.

Именно в таких условиях наиболее востребованы локальные энергосистемы, способствующие решению важной экономико-географической задачи “каркасной экономики расстояний в море периферии” [22, с. 32].

Между тем, территория является не только ареной возникновения какой-либо проблемы, но и поиска путей ее решения: “хозяйствование есть постоянное пространственное моделирование” [19, с. 22].

Модель территориальной организации разномасштабных энергосистем представляется в виде двухуровневого энергетического пространства (рис. 2), где по вертикали доминируют универсальные связи централизованных энергосистем, а по горизонтали – связи локальных систем

с уникальными свойствами, определяемыми конкретными местами (“месторазвитиями”). Такая модель есть ни что иное, как комбинированное сочетание двух видов энергоснабжения – централизованного (вертикально соподчиненного) и рассредоточенного, децентрализованного, локального масштаба (горизонтально соподчиненного). Под комбинированным сочетанием понимается, что в каждом отдельном регионе (районе, ареале, локалитете) в силу специфики конкретной территории существуют и специфичные предпосылки–лимиты комбинирования организационных и видовых схем централизации–децентрализации энергоснабжения.

Основу первого уровня энергетического пространства составляют замкнутые циклы централизованной питающей электросети (вертикальная соподчиненность). Второй уровень – это территориальное сочетание локальных энергосистем, ориентированных на энергоносители разной природы и имеющих связь с централизованной системой через распределительные электрические сети (горизонтальная соподчиненность). В случае выхода из строя сети или электростанции первого уровня, малая электростанция второго уровня замыкает потребителей на локальный цикл обслуживания. Таким образом можно предпринять попытку моделирования устойчивого энергетического пространства разного таксономического масштаба и функционального назначения.

С этой целью морфология электрической сети рассматривается на основе математической теории графов О. Оре [18], а для структурирования всего многообразия сетевых образований использована методика описания топологического строения сетей сухопутного транспорта и их морфологического расчленения на циклические ярусы [21, с. 47–53].

Методика адаптирована к специфике электронного вида транспорта. Для оценки уровня надежности энергоснабжения использована методика выбора морфологического типа управляющей структуры энергетической системы [12, 23] (рис. 3–4).

Центральный экономический район. Последующий геосетевой анализ (рис. 3–4) выявляет характерную для электросетей любого класса пространственную закономерность: от фокуса энергосистемы к периферии зоны обслуживания растет распыленность размещения потребителей, упрощается “рисунок” сетевых комплексов и управляющей структуры, снижается уровень надежности энергоснабжения (при одновременном снижении мощности нагрузки).

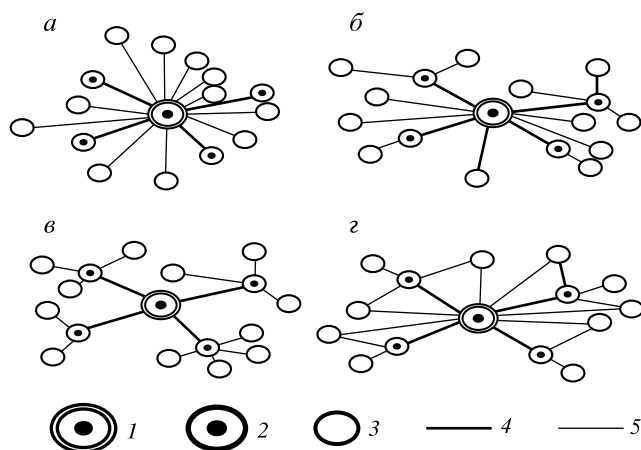


Рис. 3. Графы, отражающие морфологические типы и свойства управляющей структуры энергосистемы

1–3 – энергетические узлы разной мощности и назначения (электростанция–подстанция).

4–5 – линии электрических передач разного класса и назначения.

Использованы данные и схема [24, с. 14].

Характеристика морфологических типов и свойств управляющей структуры энергосистемы (к рис. 3):

а – строго централизованный тип. Очень низкая потребность в автоматизированных каналах передачи информации. Очень низкие технологические возможности для поэтапного ввода разных сегментов энергосистемы в эксплуатацию в случае аварий или иных сбоев. *Очень высокая уязвимость энергосистемы и энергоснабжения потребителей в зоне обслуживания в случае аварий.*

б – централизованный тип. Низкая потребность в автоматизированных каналах передачи информации. Средние технологические возможности для поэтапного ввода сегментов энергосистемы в эксплуатацию в случае аварий и сбоев. *Высокая уязвимость энергосистемы и потребителей в случае аварий и сбоев.*

в – иерархический тип. Очень высокая потребность в автоматизированных каналах передачи информации. Низкие технологические возможности для поэтапного ввода сегментов энергосистемы в эксплуатацию в случае аварий и сбоев. *Низкая уязвимость энергосистемы и потребителей в случае аварий и сбоев.*

г – смешанный тип. Низкая потребность в автоматизированных каналах передачи информации. Очень высокие возможности для поэтапного ввода сегментов системы в эксплуатацию в случае аварий. *Очень низкая уязвимость энергосистемы и потребителей в зоне обслуживания в случае аварий и сбоев.*

Поэтому периферийные, приграничные и глубинные части территории ЦЭР – это зоны, наиболее подверженные обострению энергетических проблем (рис. 4). Использование методики описания топологического строения электрических сетей и их морфологического расчленения на циклические ярусы демонстрирует, что питающие электросети в Центральном районе формируют 722 замкнутых цикла и образуют в регионах от одного до четырех топологических ярусов (рис. 5), что свидетельствует о высоком уровне

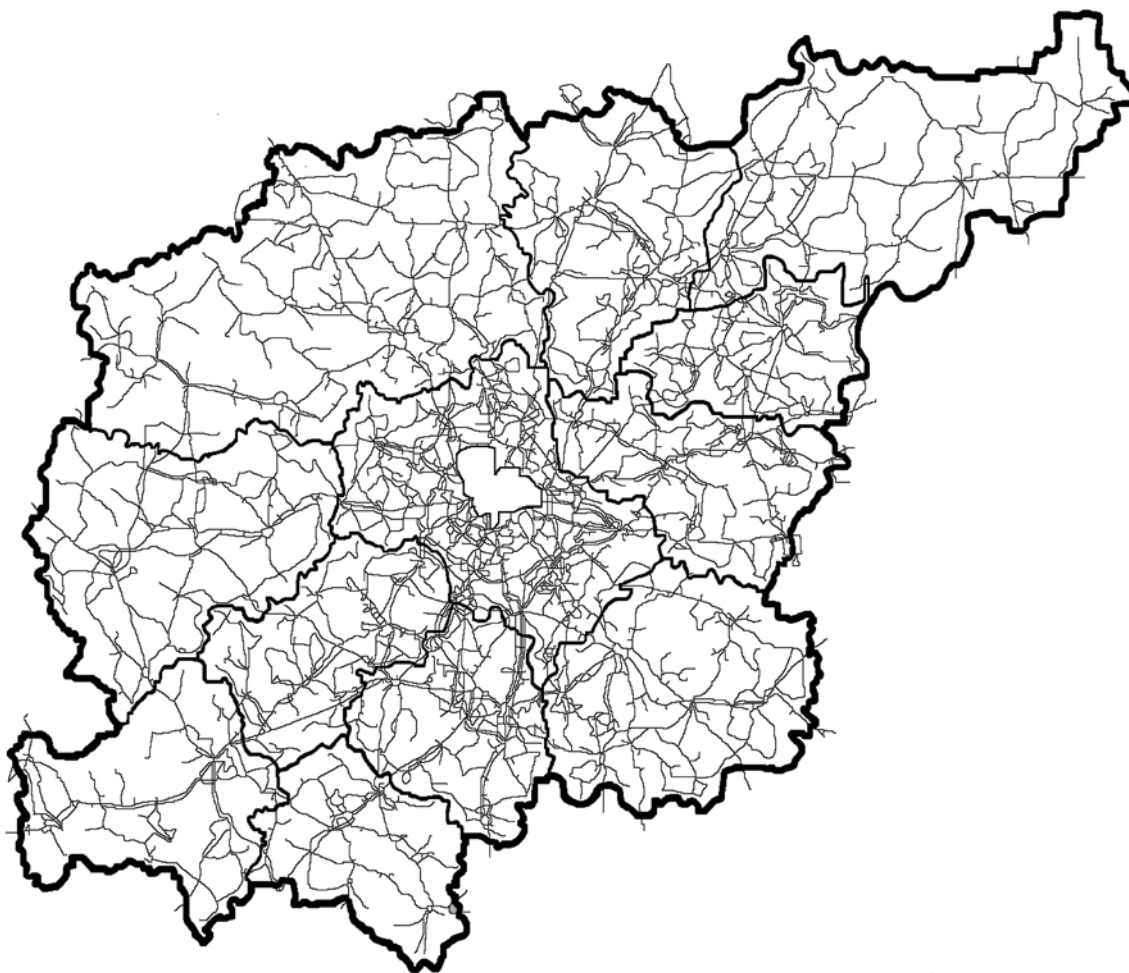


Рис 4. Региональная морфология питающей электросети ЦЭР России [2].

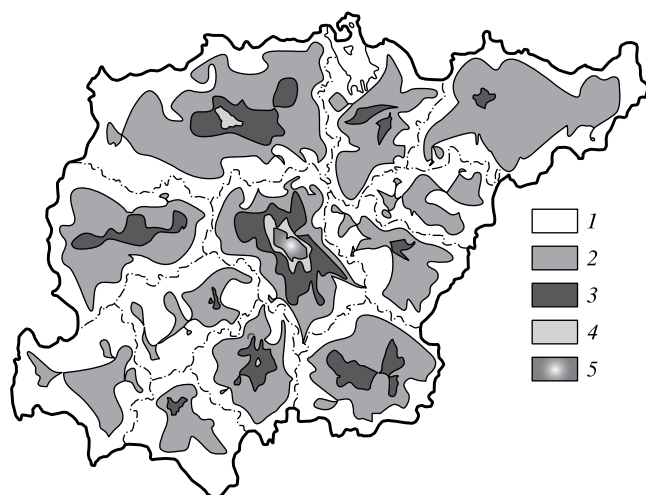


Рис. 5. Морфология топологических ярусов питающей сети регионов ЦЭР России:

1 – зона распространения древовидных электросетей, 2 – первый топологический ярус циклической сети, 3 – второй ярус, 4 – третий ярус, 5 – четвертый сетевой ярус [1].

вертикальной централизации региональных энергосистем.

Вместе с тем, контрастность, мозаичность и полицентричность морфологии циклов питающей электрической сети свидетельствует о невысоком уровне горизонтальной интеграции систем. Так, в региональном разрезе вне ярусов циклических сетей доминирует строго централизованный морфологический тип управления энергосистемой ($\frac{1}{2}$ площади областей), а с внутренней стороны первого топологического яруса (от 20 до 70% площади областей) – централизованный тип. Следовательно, с точки зрения надежности функционирования питающей электросети почти $\frac{4}{5}$ площади ЦЭР является проблемной в случае возникновения системной аварии в региональных энергосистемах.

Следующий шаг – это региональный масштаб исследования проблемы.

Регион. Эти же вопросы рассмотрены на примере Московской области, где насчитывается

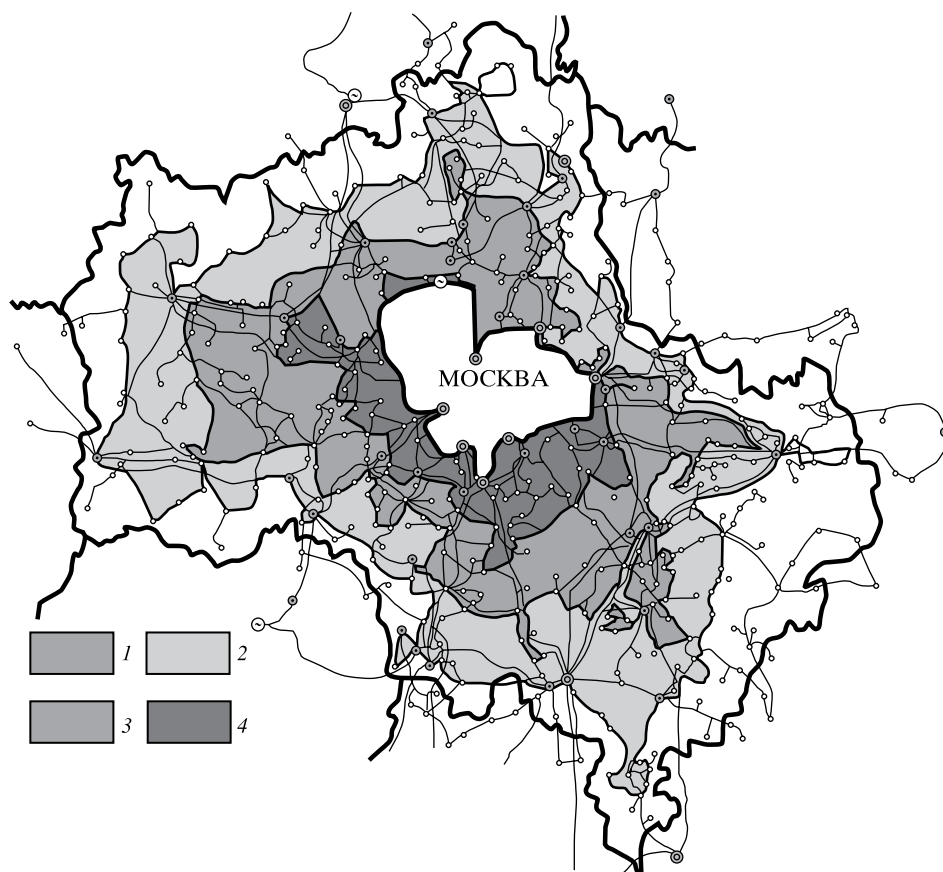


Рис 6. Топологические ярусы циклов питающей электрической сети Московской области:
1 – первый ярус, 2 – второй ярус, 3 – третий ярус, 4 – четвертый ярус [3].

300 циклов в составе четырех ярусов питающей сети (рис. 6).

Сопреженный анализ морфологии сетевых циклов по ярусам с признаками типа управляющей структуры свидетельствует (рис. 3, 6), что с точки зрения надежности функционирования циклической сети почти ½ области может быть признана проблемной в случае возникновения системной аварии.

Таким образом, региональный уровень анализа также позволяет выявить самые разряженные зоны и уязвимые сетевые циклы питающей электрической сети, перспективные для развития схемы разномасштабных энергосистем.

Выбор вариантов взаимного дополнения будет зависеть от специфики с конкретного “месторазвития”. Тогда на основе пространственного моделирования может быть решена задача повышения функциональной надежности энергетической системы за счет роста сложности морфологического типа структуры, управляющей сетевыми комплексами региона (рис. 7).

Из анализа рис. 7 вытекает, что в Московской области за счет усложнения сетевой морфологии может быть сформировано 450 сетевых циклов. Соответственно, возрастает и число топологических ярусов циклической питающей сети – от трех до пяти (без учета Московского кольца ЛЭП – 500 кВ). В результате главный остов электроснабжения области смыкается сетевыми циклами на территории соседних регионов, а энергетическое пространство самой Московской области приобретает двухуровневое построение. Первый уровень составляют циклы централизованной питающей электрической сети, а второй уровень представлен многообразием форм и видов энергосистем локального значения.

В такой модели необходимо определить стратегию выбора типа малых электростанций в качестве основы локальных систем. В столичном регионе особые надежды возлагаются на газотурбинные технологии [10], но их эффективность ограничена сетевыми циклами прохождения магистральных газопроводов (*линейно-узловой локационный тип энергосистем*). Еще более перспективно развитие локальных систем на основе газопоршневых

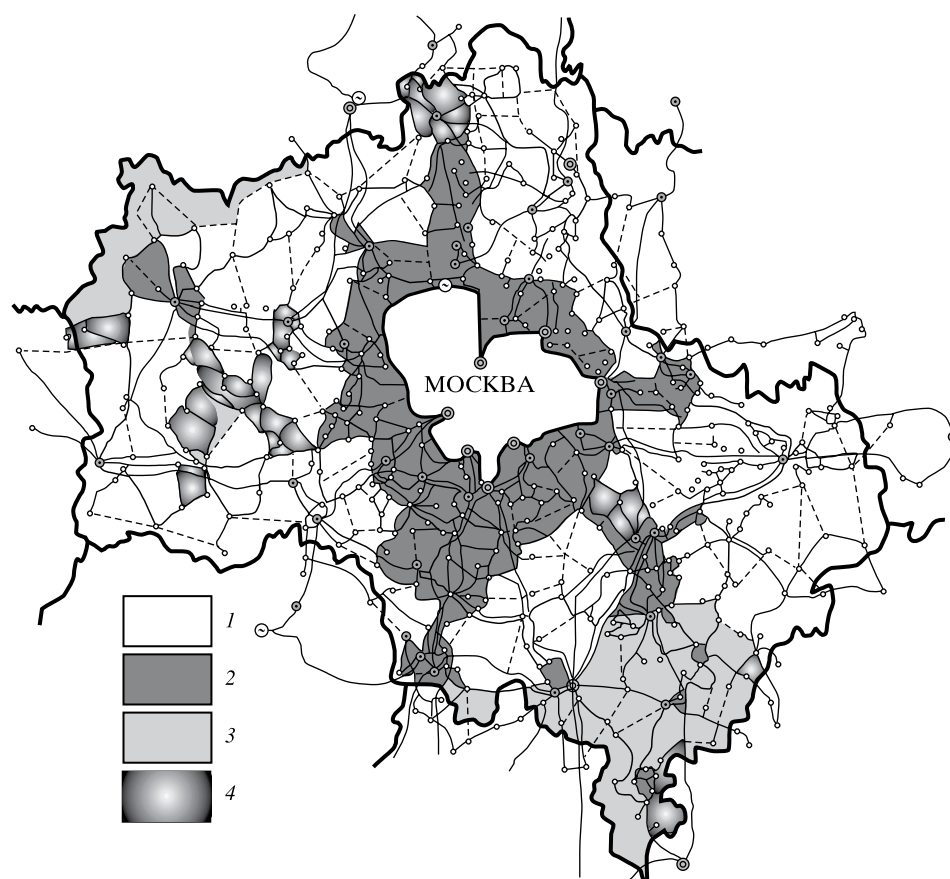


Рис. 7. Морфология (модель) двухуровневой организации энергетического пространства Московской области (зоны сопряжения централизованных и локальных энергосистем).

Основа генерации и зона обслуживания локальных энергосистем в пределах циклов питающей сети централизованной системы (сам город Москва – исключение): 1 – малые дизельные электростанции, газопоршневые генераторы, малые гидро-аккумулирующие станции (1–30 МВт)), микро-ГЭС (до 0.1 МВт), ветроэнергетические установки (до 1 кВт, среднегодовая скорость ветра 3.0–3.5 м/с); 2 – то же, плюс малые газотурбинные ТЭЦ (1–30 МВт); 3 – то же, плюс ветроэнергетические установки 1–10 кВт (среднегодовая скорость ветра 4–5 м/с); 4 – то же, плюс малые-ГЭС (1–30 МВт). Пунктирными линиями обозначены новые отпайки питающих ЛЭП, нейтрализующие топологическую инверсию, увеличивающие цикличность сети и как следствие – надежность энергоснабжения потребителей [1].

двигателей, шире адаптированных для работы от газопроводов коммунально-бытового стандарта. Однако сетевым вариантом газоснабжения в Московской области охвачено всего до 45% сельских поселений (в ЦЭР России – от 10 до 45%), что выступает жестко лимитирующим фактором (*ареально-узловой локационный тип*).

Однако следует заметить, что при любом сценарии развития тепловой энергетики остается неизменной ее зависимость от истощаемых ресурсов и варьирования цен на ископаемое топливо. Поэтому перспективны программы использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (*ареальный локационный тип энергосистем*), что рассмотрено на примере Рыбновского района Рязанской области.

Локалитет. Геосетевой анализ Рыбновского района (рис. 8) свидетельствует, что преимуще-

ственно в центральной его части функционирует 15 циклов распределительной электрической сети. На остальной территории (70% площади района) характерны разомкнутые сети с очень низкой надежностью снабжения (рис. 8А), что требует дополнительных вставок ЛЭП для “кольцевания” конечных участков (рис. 8Б). Однако в условиях дисперсного расселения эти меры экономически не оправданы. В результате возникает проблема снижения надежности энергоснабжения маломощных и “распыленных” потребителей, при одновременном росте уровня социально-экономической деградации территории. Возможный путь решения проблемы – это внедрение и развитие разномасштабных энергосистем (рис. 8Б).

Так, в сельской местности Мещеры (северная часть Рыбновского района, плотность населения 0.3 чел/км²) решение энергетических проблем

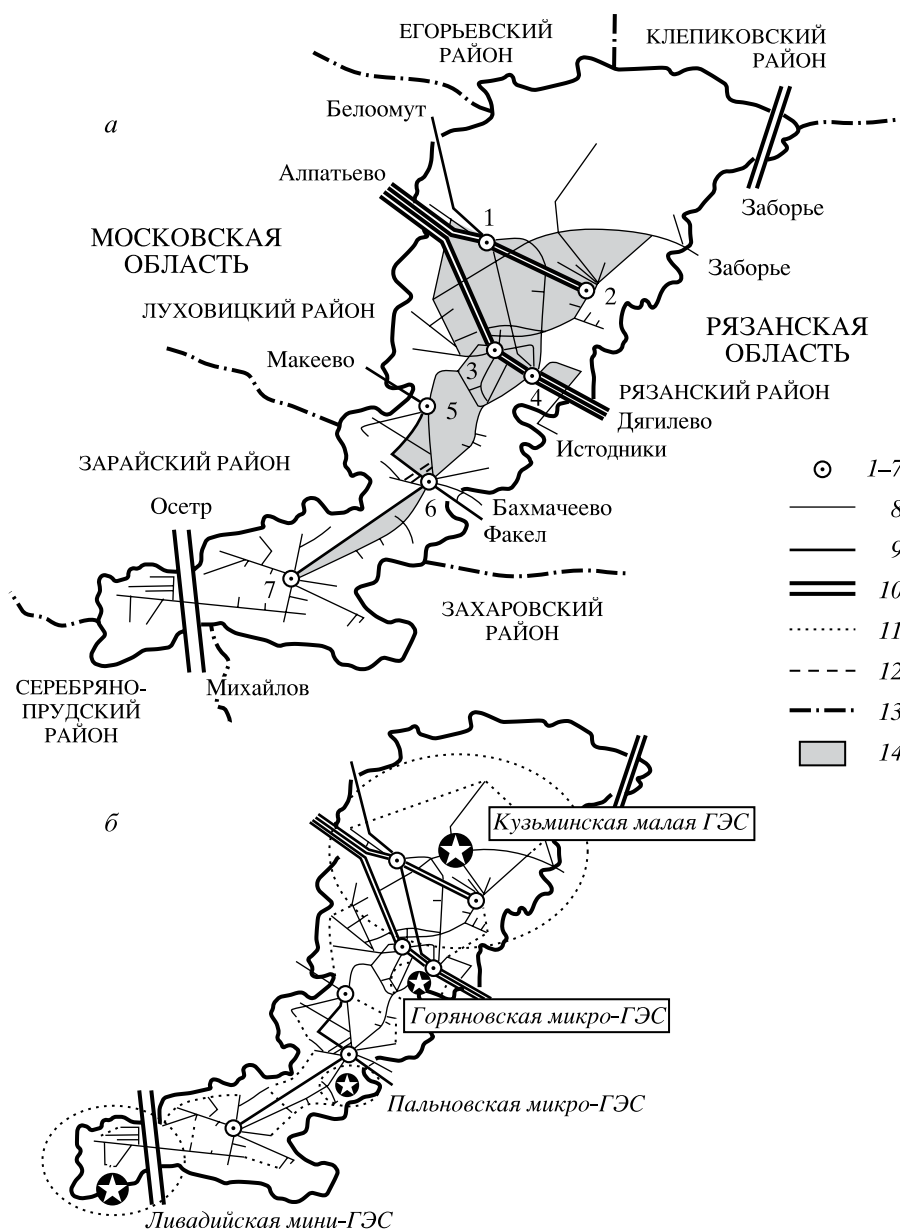


Рис. 8. Территориальная организация электроснабжения Рыбновского района Рязанской области [4].

а. Современная система электроснабжения. Питающие электроподстанции 110 / 10 кВ (ПС): 1 – ПС “Есенино”; 2 – “Костино”; 3 – “Источники”; 4 – “Ока”; 5 – “Житово”; 6 – “Воза”; 7 – ПС “Пионерская”. ЛЭП: 8 – 10 / 0.4 кВ; 9 – 110 кВ; 10 – 220 кВ (двухцепная, транзитная по функции ЛЭП-220: Михайлов – Осетр).

б. Модель реконструкции существующей системы электроснабжения: 11 – радиус обслуживания локальной системы на основе объектов малой гидроэнергетики; 12 – дополнительные вставки ЛЭП 10 / 0.4 кВ, позволяющие замкнуть концевые участки сети в циклы; 13 – границы сопредельных административных районов; 14 – современные циклы распределительной электросети.

перспективно за счет “кольцевания” ЛЭП с локальной системой на основе возрождения Кузьминской малой ГЭС (р. Ока, 1 МВт). Центральная часть района (33 чел./км²) представляет собой “полюс роста”, это схема сопряжения централизованной и локальной системы на основе малой ГЭС. Южная часть (6–14 чел./км²) – это ареал социально-экономической депрессии: газифика-

ция поселений низка, а растянутые и изношенные сети обрекают ареал на обострение энергетических проблем. Возможный вариант решения проблемы – возрождение Ливадийской мини-ГЭС (р. Осетр, 0.5 МВт), что позволит смягчить ситуацию не только в Рыбновском районе, но и в пограничных периферийных районах Московской области (Серебряно-Прудском и Зарайском).



Рис. 9. Зоны централизованного и децентрализованного электроснабжения Костромской области (1961–1965 гг.).

Объекты малой тепловой энергетики: 1 – ТЭС мощностью до 100 МВт; 2 – малые-ТЭС, 1–30 МВт. Объекты малой гидроэнергетики: 3 – мини-ГЭС мощностью от 0.1 до 1 МВт; 4 – микро-ГЭС до 0.1 МВт. Электрические подстанции: 5 – 220 кВ; 6 – 110 кВ; 7 – 35 кВ. Зона централизации энергетики, даты: 8 – 01.01.1961 г.; 9 – 01.01.1965 г. Действовавшие в области объекты малой гидроэнергетики: 10 – Нерехтинская мини-ГЭС; 11 – Ивакинская микро-ГЭС; 12 – Апраксинская микро-ГЭС; 13 – Царевская микро-ГЭС; 14 – Пустыньская микро-ГЭС; 15 – Фоминская микро-ГЭС; 16 – Чернышевская микро-ГЭС; 17 – Слепцовская микро-ГЭС [1].

Рассмотренный подход комбинирования разных схем энергоснабжения – это практически “давно забытое старое” в практике Центральной России. Поэтому можно рассмотреть эволюцию локальных энергосистем как результат адаптации социально-экономического пространства к “энергетическому порогу” эпохи в ходе циклической смены функций мест. В динамике эти процессы представляют циклические волны вариаций централизации и децентрализации в энергетике.

Динамика энергосистем на локальном уровне (на примере Костромской области). В Центральной России начиная с 1970-х гг. усиление тенденции централизации в энергетике позволило реализовать планы массовой электрификации села, были сформированы центральные усадьбы вблизи транспортных и энергетических коммуникаций. В результате произошла ломка естественной самоорганизации сельской местности, столе-

тиями воспроизводящей видовое многообразие локальных “месторазвитий”. Как следствие, усилилась дифференциация населения, произошло изменение содержания локалитета, что обострило дисбаланс между централизацией и децентрализацией энергоснабжения. Рассмотрим этот процесс на примере Костромской области (рис. 9–10).

В 1960-е гг. предпосылки для сплошной электрификации села существовали только в приволжской части области. В пределах остального огромного Лесного Заволжья такие возможности возникли позже, нужды населения обеспечивали малые тепловые и гидростанции локальных систем. Дальнейшее развитие централизации энергетики шло по пути расширения и кольцевания электросети (циклы), что привело к полной ликвидации децентрализованных систем на 70% площади области с очень низкой плотностью населения (рис. 10).

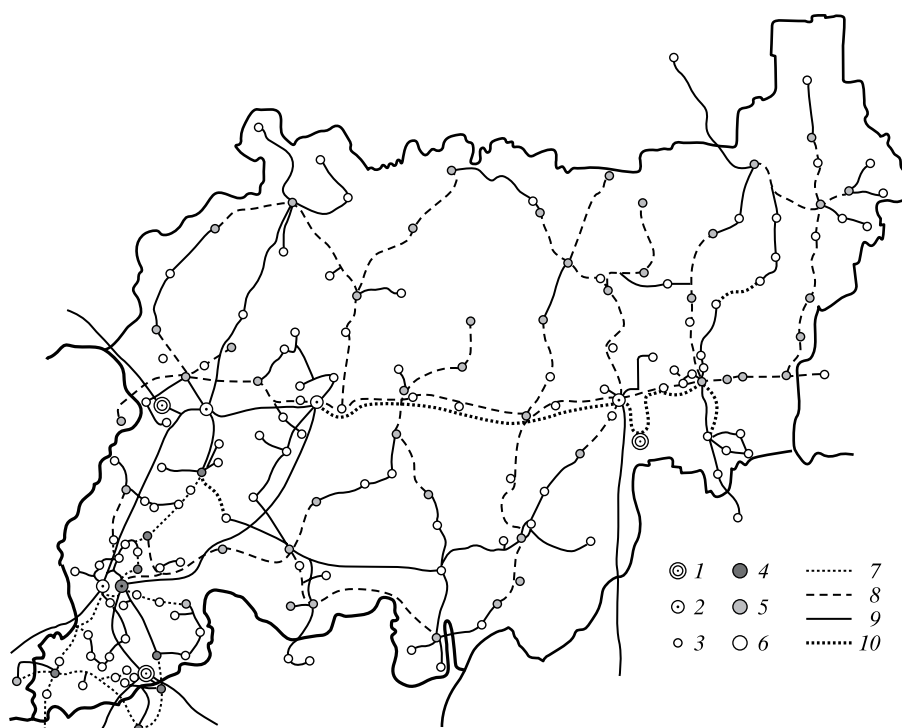


Рис. 10. Эволюция каркаса электросети Костромской области (1961–2006 гг.)

Подстанции: 1 – 500 кВ; 2 – 220 кВ; 3 – 35–110 кВ. Ввод в эксплуатацию: 4 – 1961 г.; 5 – 1965 г.; 6 – 1970–1980 гг. Исключение ПС-500 кВ “Звезда”. Ввод сетей: 7 – до 01.01.1961 г.; 8 – 01.01.1965 г.; 9 – 1970–1980 гг.; 10 – 1990–2005 гг. [1].

В результате произошло забвение объективно необходимой частичной децентрализации в уникальных условиях специфики “месторазвитий”. Это послужило одной из причин возникновения и обострения современных энергетических, экономических и социальных проблем села.

Следовательно, жесткая вертикаль централизации энергоснабжения в условиях крайне растянутых коммуникаций социально-экономического “моря периферии” требует дополнения своим антиподом – обоснованной децентрализации энергоснабжения на локальном уровне (локалитет, “месторазвитие”). Это особенно актуально в современных условиях искусственной смены пространственной парадигмы построения электроэнергетики, что позволяет субъективно запустить механизм “революции цен” и обеспечить превалирование коммерческих интересов энергетических компаний над социальной сущностью энергетики.

В результате реформы энергетики в России (по модели 1992, 2001 гг.), федеральные генерирующие компании игнорируют пространственный принцип построения энергосистем: их электростанции разобщены, зачастую не имеют сетевых связей [1, 2–4]. К тому же в состав генерирующих компаний включены не равнозначные

электростанции (по установленной мощности, топливному балансу, вводу в эксплуатацию, износу фондов и т.д.). Соответственно, отсутствуют и реальные условия для конкуренции. Как следствие, искусственно дефицитные региональные компании ЦЭР с маломощным и изношенным потенциалом генерации закупают недостающий объем более дешевой электроэнергии у “Росатомэнерго”. В итоге крупные ГРЭС испытывают недогруз мощности и искусственно вытесняются из наиболее эффективной базисной нагрузки в режим “пика” и “полупика”, тем самым выполняя несвойственные им функции регулятора нагрузки объединенной энергосистемы “Центр”.

Именно такая ситуация позволяет привести уровень внутренних цен на электроэнергию, как минимум, к уровню европейских цен, а искусственный дефицит регионов гарантирует нишу для сбыта. При одновременном росте цен вывод мощностей из эксплуатации по причине износа $\frac{3}{4}$ потенциала энергетики начнет обострять энергетическую проблему. Тогда вывод мощностей из эксплуатации по причине износа $\frac{3}{4}$ потенциала энергетики обостряет энергетическую проблему при одновременном росте цен. Результаты расчетов свидетельствуют, что тариф у потребителя повысится, как минимум, на 480% относительно

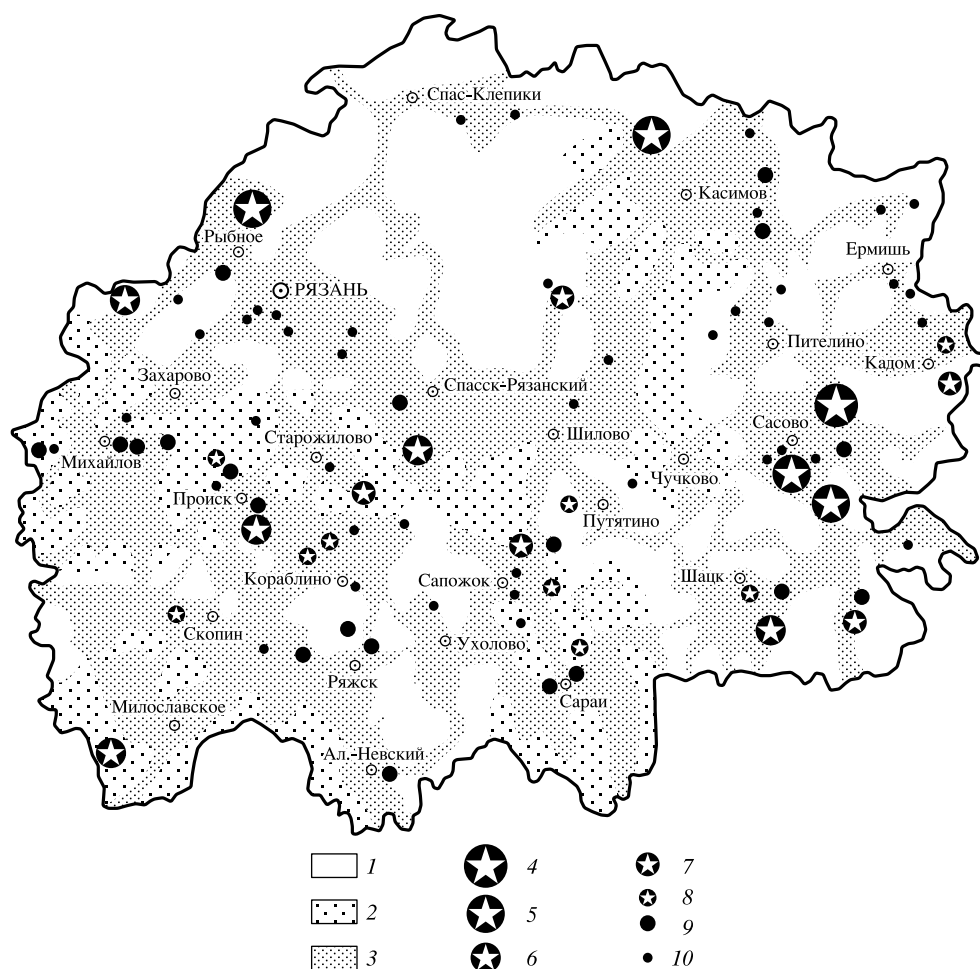


Рис. 11. Плотность сельского населения Рязанской области (2002 г.) и размещение объектов малой гидроэнергетики (1946–1961 гг.)

Зонирование по плотности населения (по сельским округам, без учета населения административных центров районов): 1 – зона депопуляции (0.6–2.0 чел/км²); 2 – зона активного регресса (2.5–4.6 чел/км²); 3 – зона относительной статичности (30–81 чел/км²).

Объекты малой гидроэнергетики: 4 – Рассыпухинская малая ГЭС (2 МВт); 5 – малые ГЭС (0.9–1.0 МВт); 6 – мини-ГЭС (0.4–0.6 МВт); 7 – мини-ГЭС (0.2–0.33 МВт); 8 – мини-ГЭС (0.1–0.18 МВт); 9 – микро-ГЭС (50–80 кВт); 10 – микро-ГЭС (15–45 кВт) [1].

себестоимости производства [1, с. 113–114; 4, с. 64–66]. Такой “ценовой шок” крайне обострит проблемы сельской местности, что ставит под сомнение результативность федеральных целевых программ социально-экономического возрождения села и стимулирует вовлечение в энергобаланс локальных территорий местных энергоресурсов.

Экономический потенциал энергии ветра и малой гидроэнергетики в ЦЭР оценен в 5.6 млрд. кВт · ч. [5], или более 3.5% объема производства электроэнергии в экономическом районе за 2005 г. В целом, Центральный район характеризуется благоприятным сочетанием ключевых предпосылок, стимулирующих масштабное развитие малой ветряной и гидроэнергетик. Это можно

подтвердить на примере Рязанской области, где за 1946–1961 гг. было построено 87 объектов малой гидроэнергетики (рис. 11).

Развитие малой гидроэнергетики в регионе показательно в контексте эволюции взглядов на централизацию-децентрализацию энергетики и развитие разномасштабных энергосистем. До середины 1950 гг. гидростанции были базовым источником генерации в сельской местности и еще в начале 1960-х гг. обеспечивали 33% сельского энергоснабжения. Однако с завершением мероприятий по всеобщей сельской электрификации в регионе (1970 г.), малые ГЭС стали выводить из эксплуатации.

Заключение. Исторически первичная децентрализация сельской энергетики, развивая электри-

фикацию “вглубь”, создала базу для последующей централизации энергоснабжения “вширь”, но благоприятные перспективы одновременного развития “вширь и вглубь” в 1970–1980 гг. не были реализованы, возобладали ставка на укрупнение и централизацию.

Однако период обилия дешевых и энергоэкономичных видов топлива закончился. Поэтому перспективы развития связаны с сочетаниями разных организационных схем энергоснабжения – централизованного (вертикально соподчиненного) и рассредоточенного, децентрализованного (горизонтально соподчиненного). При этом локальные энергосистемы могут базироваться на разных видах энергоносителей, в том числе и на потенциале местных ресурсов возобновляемых источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атаев З.А.* Географические основы локальной энергетики Центрального экономического района России. Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2008. 284 с.
2. *Атаев З.А.* Территориальная организация локальной энергетики ЦЭР России. Монография Рязань: Изд-во МПСИ, 2006. 344 с. 15 с. ил.
3. *Атаев З.А.* Территориальная организация локальной энергетики ЦЭР России // Дисс. ... д-ра. геогр. наук: 25.00.24. М.: ИГ РАН. 2008. 295 с.
4. *Атаев З.А.* Территориальная организация локальной энергетики ЦЭР России // Дисс. ... д-ра. геогр. наук: 25.00.24. (Приложение). М.: ИГ РАН 2008. 155 с.
5. *Атаев З.А.* Экономико-географические предпосылки использования возобновляемых источников энергии в сельской местности Центрального экономического района России (на примере Рязанской и сопредельных областей): Дисс. ... канд. геогр. наук: 11.00.11. (Приложение) / М.: Моск. гос. ун-т землеустройства, 1998. 103 с.
6. *Баранский Н.Н.* Становление советской экономической географии // Избр. тр. / Под ред. Анучина В.А. и др. М.: Мысль, 1980. 287 с.
7. *Безруких П.П., Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А., Виссарионов В.И.* и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. СПб.: Наука, 2002. 314 с.
8. *Глазьев С.Ю.* Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВлаДар, 1993. 310 с.
9. *Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г.* Эволюция технико-экономических систем: Возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992.
10. *Дубинин В.С.* Сопоставление систем централизованного и децентрализованного энергоснабжения в современных условиях России (часть 1) // Промышленная энергетика. 2005. № 9. С. 7–12.
11. *Изменение климата и энергетика: Потенциал России в области энергоэффективности и возобновляемых источников энергии.* М.: Эко-Согласие, 2001. 55 с.
12. *Ильинский Н.Ф., Цацекин В.К.* Приложение теории графов к задачам электромеханики. М.: Энергия, 1968. 200 с.
13. *Колосовский Н.Н.* Теория экономического районирования. М.: Мысль, 1969. 336 с.
14. *Кржижановский Г.М.* Избранное. М.: Полит. лит-ра, 1957. 567 с.
15. *Мелентьев Л.А.* Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. М.: Высш. шк., 1982. 319 с.
16. *Мелентьев Л.А.* Очерки истории отечественной энергетики (развитие научно-технической мысли). М.: Наука, 1987. 277 с.
17. *Нефедова Т.Г.* Сельская Россия на перепутье: географические очерки. М.: Новое изд-во, 2003. 408 с. (Новая история).
18. *Оре О.* Теория графов. 2-е изд. М.: Наука, 1980. 356 с.
19. *Приваловская Г.А., Волкова И.Н.* Эколого-географические противоречия природопользования // Изв. РАН. Сер. географ. 1997. № 1. С. 19–28.
20. *Саушкин Ю.Г.* Избранные труды. Смоленск: Универсум, 2001. 416 с.
21. *Тархов С.А.* Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск; Москва: Универсум, 2005. 384 с.
22. *Трейвиш А.И.* Географическая полимасштабность развития России (город, район, страна, и мир) // Автореф. дисс. ... д-ра. геогр. наук: 25.00.24. ИГ РАН М., 2006. 50 с.
23. *Трейвиш А.И.* Географическая полимасштабность развития России (город, район, страна и мир) // Дисс. ... д-ра геогр. наук: 25.00.24. ИГ РАН. М., 2006. 309 с.
24. *Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях / Под ред. Чебана В.М., Ландмана А.К., Фишова А.Г.* М.: Выс. шк., 1990. 144 с. ил.

Optimal territorial combination of the centralized And decentralized energy systems in central Russia

Z. A. Ataev

Modern Technical Institute, Ryazan

In the article the author suggests the optimal variant of the territorial organization of a local energy systems based on the principle of integration of different distribution models and energy sources. Local (decentralized) and centralized energy systems are viewed as territorial combination. This approach is determining multivariability of composition of energy systems as exemplified by the Central Economic Area of the Russian Federation.