

УДК 911.3:33

АТАЕВ З.А., д.г.н., доцент,
РГУ имени С.А. Есенина, г. Рязань

ВАРИАНТЫ ЗОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ

Для любой страны или региона качественное электроснабжение является базовым условием социально-экономического развития. Поэтому вопросы централизации и децентрализации энергоснабжения значимы для формирования и построения систем энергетики, что и актуализирует тему настоящей работы.

Централизованное электроснабжение подразумевает удовлетворение потребностей от энергосистемы, а *децентрализованное* — от источника, не имеющего связи с энергосистемой. Понятие «изолированная энергосистема» имеет сходный признак отсутствия связи для параллельной работы с иными энергосистемами [9-10]. Отсюда исходит второй признак: такая система не получает энергию от внешних источников и не отдаёт её другим энергосистемам.

В Советском Союзе коэффициентом централизации производства признавался удельный вес производства электроэнергии Единой энергосистемы в общем производстве этой энергии всеми электростанциями страны [7]. Уровень (степень) централизации электроснабжения рассматривается как доля централизованного электроснабжения в суммарном электроснабжении (здесь взяты единицы энергии, мощности, число потребителей и т.д.). Количественные показатели могут быть представлены и как качественный признак.

На основе признака уровня централизации электроснабжения возможна квалификация территории, или систематизация. Сложность квалифицированных видов территории (таксонов) возрастает при переходе от ареала к зоне.

Ареал — территория, в пределах которой наблюдаются географические явления, не наблюдаемые на сопряженных территориях. *Зона* — территория, в пределах которой наблюдается однозначность показателей, характеризующих явление; при этом показатели в пределах зоны могут варьировать, не выходя за пределы принятого интервала (интенсивность явления).

Таким образом, ареал отвечает на вопрос, «есть/нет» явление на территории (централизованное электроснабжение от Единой энергосистемы России). Так как между «есть и нет» не существует переходных форм, подареал в данном случае не выделяется. Соответственно, можно выделить два ареала: ареал электрификации от ЕЭС России и ареал электроснабжения от изолированных (децентрализованных) энергосистем (см. рис. 1).

ОЭС — Объединенные энергосистемы.

2,96

Объем обмена электроэнергии,
млрд кВт · ч / год

1. ОЭС
Северо-Запада
23,6

Номер ОЭС ЕЭС России
Наименование ОЭС
Установленная мощность
электростанций, тыс. МВт.



Линии
электропередач (ЛЭП):

- ЛЭП - 110 кВ;
- ЛЭП - 220 кВ;
- ЛЭП - 330 кВ;
- ЛЭП - 400 кВ;
- ЛЭП - 500 кВ;
- ЛЭП - 750 кВ;
- ЛЭП - 1150 кВ.

Зона
изолированных
энергосистем.

Европейская интеграция энергосистем

ENTSO-E



Рисунок 1. Энергетическое пространство Российской Федерации (2020 г.) [2].

Так как ареал не демонстрирует интенсивность явления (уровень централизации электроснабжения), то для квалификации территории востребовано зонирование. Обзор литературы свидетельствует о том, что таким зонированием интересуются экономисты и энергетики. Из-за множества подобных работ выборка для этой статьи ограничена последним десятилетием (см. табл. 1, рис. 2). Из анализа материала следует, что на данный момент устоялась трехзвенная основа зонирования.



Рисунок 2. Зонирование по степени централизации электроснабжения России [8]

Таблица 1. Зонирование России по уровню централизации электроснабжения

Вариант	1 зона. Централизация	2 зона. Децентрализация, уровни изоляции			*
		Районы, узлы	Автономная схема		
1	+	—		+	+
2	ЕЭС России		+	+	—
3	1 зона ЕЭС России	2 синхронная зона ЕЭС России (Сибирь и Дальний Восток, ОЭС Востока)		+	—
4	ЕЭС России		≥ 100 МВт, сеть 110-220 кВ	5-100 МВт, сеть ≤ 35 кВ (иногда 110-220 кВ)	1- 5 МВт, сеть 6-10 кВ
				до 1 МВт, сеть до 10 кВ	+

Примечание: знаком (*) отмечена третья зона без электрификации.

Варианты зонирования: 1. В.В. Елистратов (2015) [8]; 2. О.А. Суржикова (2012) [4]; 3. Информационно-технический справочник (2023) [3]; 4. К.В. Суслов (2019) [5].

В варианте В.В. Елистратова существуют зона централизованного, децентрализованного (автономного) электроснабжения и зона без электрификации (до 65% площади России) [8]. В свою очередь, Суржикова

О.А. предлагает иную вариацию. Согласно её концепции, первая зона включает развитые территории; это сфера действия объединенных энергосистем ЕЭС России. Вторая зона охватывает районы, находящиеся на более низких стадиях формирования систем централизованного электроснабжения (изолированные энергорайоны, узлы). Третья зона включает небольшие изолированные узлы (сельские поселения), не охваченные централизованным электроснабжением, удаленные от топливных баз и имеющие сложную схему доставки топлива (они расположены повсеместно в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока) [4, с. 103]. Таким образом, признак выделения — связность и иерархия масштаба энергосистем: ЕЭС России; крупные изолированные энергорайоны (узлы); автономная система.

Схема трехзвенного зонирования также сохранена в информационно-техническом справочнике. Первая зона — это зона централизованного электроснабжения (первая синхронная зона ЕЭС России). Вторая зона охватывает технологически изолированные энергосистемы Сибири и Дальнего Востока (вторая синхронная зона ЕЭС России). Третья зона — децентрализованная, где функционируют локальные, в основном сельские энергоузлы, удаленные от топливных баз и имеющие сложную и затратную схему доставки топлива (зоны децентрализации электроснабжения) [3, с. 8]. Таким образом, зона технологической изоляции ЕЭС России объединена с зоной изоляции энергорайонов (узлов). Это разные уровни централизации электроснабжения, поэтому их объединение не объективно. При этом, вероятно, можно говорить о наличии схемы «матрешки» по масштабу энергосистем и централизации электроснабжения.

Понимание этих аспектов привело к эволюции взглядов на предмет. К примеру, К.В. Суслов сохранил выделение трех зон. Две из них, по сути, ареалы — зоны централизованного электроснабжения и зоны без электрификации. В третьей, децентрализованной, зоне выделены составные части. Признак членения — показатель интенсивности явления (мощность генерации и напряжение сети). В конечном итоге здесь выделены структурные подзоны: крупные, средние и малые энергосистемы [5, с. 19-20].

3.1. Крупные изолированные энергосистемы с установленной мощностью более 100 МВт и сетями 110-220 кВ. По потенциалу равны региональным энергосистемам (мощные станции и сети): Норильский, Центральный энергорайоны Магаданской энергосистемы и Западный район Якутии (имеют суммарную мощность генерации около 1000 МВт), а также Центральные районы Сахалинской области, Камчатского края и Якутии.

3.2. Средние изолированные энергосистемы 5-100 МВт и сети напряжением 6-10-35 кВ (иногда 110-220 кВ). Электроснабжение здесь обеспечивают средние по мощности станции, что характерно для разобщенных энергоузлов Чукотки (Чаун-Билибинский, Анадырский и Эгвекинотский), Охинского узла (Сахалинская обл.), а также энергоузлов Усть-Камчатска

(Камчатский край), поселков Тикси, Депутатский и Накын, Новиковского узла (Республика Саха-Якутия), Северо-Курильска Сахалинской области и др.

3.3. Малые изолированные энергосистемы от 1 до 5 МВт (сети 6-10 кВ), которые обеспечивают автономное электроснабжение потребителей за счет использования объектов малой энергетики на разной ресурсной основе (ВИЭ, ДЭС, мини ГТУ-ТЭЦ и газопоршневые установки и т.д.).

3.4. Малые автономные энергосистемы – до 1 МВт и сеть до 10 кВ.

Минусом рассмотренного варианта является отсутствие дробления первой зоны. ЕЭС России не является монолитным (см. рис. 1); кроме того, даже в региональных энергосистемах Единой энергосистемы есть переходные формы, а также зоны изоляции и даже автономного электроснабжения (см. рис. 2). В таксономизации практически значимым становится учёт реально существующей иерархии уровней централизации электроснабжения России (табл. 2).

Таблица 2. Уровни централизации электроснабжения России
(по В.А. Стенникову, 2015) [6, с. 60]

Уровень	Содержание
1	Высокоцентрализованное электроснабжение от электростанций Единой энергосистемы России, включая работающие на единой сети блок-станции промышленных и других предприятий.
2	Централизованное электроснабжение от электростанций энергосистем, электрически не связанных с ЕЭС России (также включая соответствующие блок-станции).
3	Распределенная системная генерация (центрально-децентрализованное снабжение), снабжение потребителей от одной электростанции — однако имеющей связь, хотя бы и слабую, с ЕЭС России, с целью обеспечения минимальной взаимопомощи при авариях и других экстремальных ситуациях.
4	Распределенная изолированная генерация (децентрализованное снабжение), — то же, что и 3, но без электрической связи с ЕЭС России. Схемы 3-4 предполагают дополнительно выдачу мощности на напряжение распределительной электросети (как правило 35 кВ и ниже, в отдельных случаях – 110 кВ); мощность электростанции – от 1,1 до 100 МВт (как правило до 50 МВт); наличие у электростанции одного или чаще нескольких потребителей/абонентов.
5	Локальное децентрализованное электроснабжение одного отдельного потребителя (домохозяйства, отдельного учреждения, производственного объекта малого бизнеса, отдельного помещения, объекта коммуникационной, сигнальной или мониторинговой системы) от собственной электроустановки (группы установок, мини- или микроэлектростанции) мощностью до 1 МВт.

В целом, трехзвенное зонирование объективно, но последующая его систематизация упрощена и схематична. Понятия смешались, и только третий таксон демонстрирует интенсивность явления (зона). Это результат непонимания закономерностей формирования (развития) сложных территориальных образований и их таксономизации (квалификации). Реальная градация уровня централизации электроснабжения очень мозаична. Рассмотрим её на примере Московской области (рис. 3).

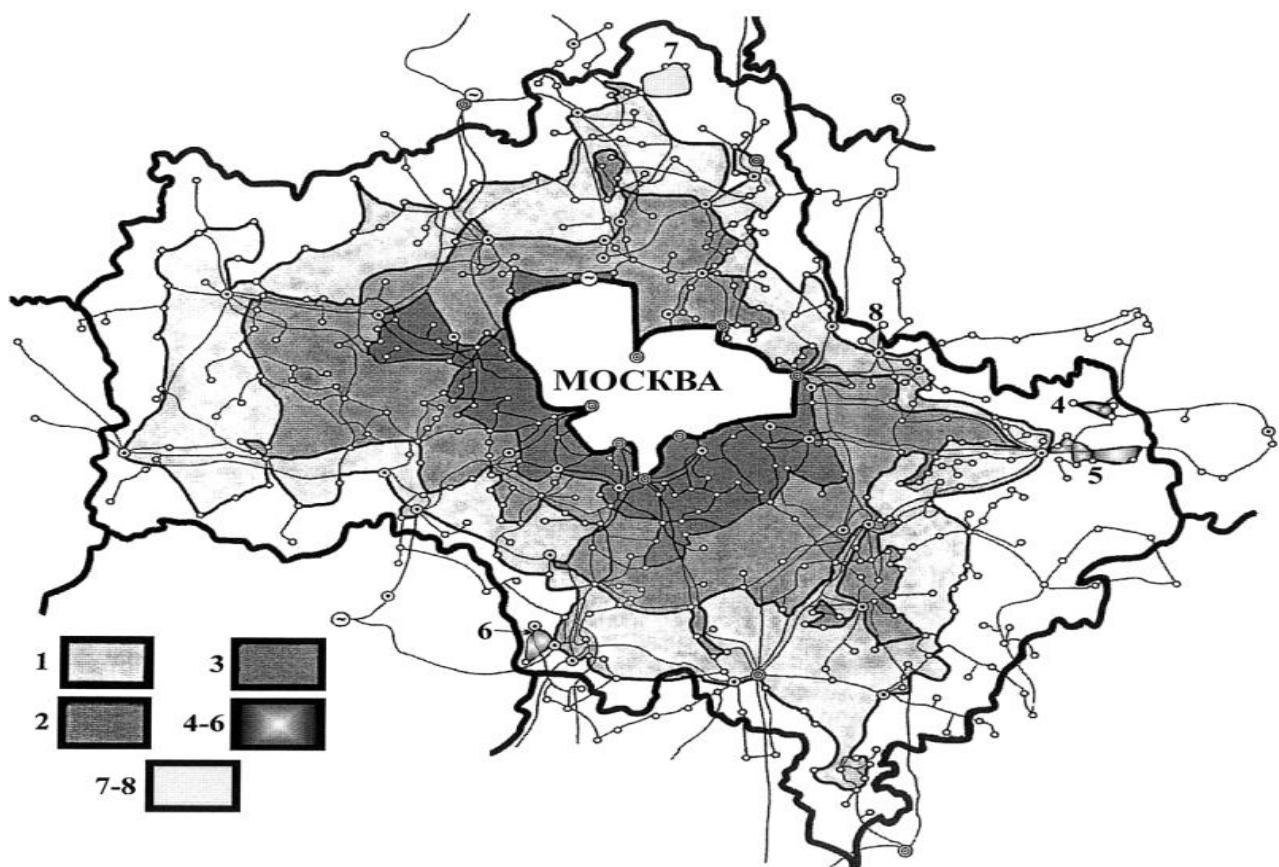


Рисунок 3. Топологические ярусы питающей и системообразующей электрической сети Московской области (35 – 220 кВ) [1, с. 41].

1 – первый топологический ярус, 2 – второй ярус, 3 – третий ярус, 4 – простой побочный остов из 2 циклов, 5 – простой петлевой остов из 5 циклов, 6 – простой петлевой остов из 2 циклов. Внеостовные циклы питающей электрической сети: 7-8 – цикл-петля.

Без фоновой закраски представлены ареалы электроснабжения только от распределительной электрической сети. Это периферия Московской области, где целесообразно развитие распределенных энергосистем, в том числе по схеме изолированного и автономного электроснабжения. Если ситуация выглядит таким образом в столичном регионе, то вполне можно представить реальный «рисунок» централизации электроснабжения в иных, не столь благополучных энергосистемах. Здесь напрашивается вывод о актуальности «матрешечной» концепции для разработки отраслевого зонирования России.

Как следствие, можно заключить, что ставка только на технико-экономические подходы в отраслевой таксономизации приводит к пространственным нестыковкам и противоречиям, а в итоге — ожидаемой территориальной организации низкоэффективных энергосистем. Поэтому актуальным становится зонирование с учетом потенциала конструктивной географии. Это сложная научная задача (с учётом масштаба страны, пяти уровней централизации и высокой вариативности схем электрификации). Однако можно предположить, что найдется молодой пытливый исследователь,

который выявит реальные закономерности формирования, развития и функционирования уровней централизации электроснабжения России.

Список литературы

1. Атаев З.А. Географические основы локальной энергетики Центрального экономического района России : монография / Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань, 2008. 284 с.
2. Атаев З.А. Структурные части Единой энергосистемы России в постсоветский период // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. Том 87, №3 / Май-Июнь, С.348-357. DOI: 10.31857/S2587556623030044
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям сжигания топлива на крупных установках. Fossil fuel combustion for production of energy by large plants. ИТС 38-2022. Режим доступа: https://e-ecolog.ru/docs/-LZFRItKef6koERWh_dhU/full (дата обращения 05.01.2024).
4. Суржикова О.А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России. Вестник науки Сибири. 2012 № 3 (4). С.103-108.
5. Суслов К.В. Модели и методы комплексного обоснования развития изолированных систем электроснабжения: дис. доктора техн. наук, 05.09.03 / Суслов Константин Витальевич - Иркутск, 2019. 297 с.
6. Стенников В.А., Славин Г.Б. (технари, ИСЭМ СО РАН). Структуризация уровней централизации энергоснабжения. Энергетическая политика. Актуальные проблемы надежности и структуры энергетических систем. 2015. Выпуск 2. С.55-63.
7. Энергетический комплекс СССР / под ред. Л.А. Мелентьева и А.А. Макарова. М.: Экономика, 1983. 264 с.
8. Энергетическое снабжение изолированных территорий России / В.В. Елистратов // Академия энергетики. 2015. № 4(66), С.26-33.
9. ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения. [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ohranatruda.ru/upload/iblok./069/4294833923.pdf> (дата обращения 10.01.2024).
10. ГОСТ Р 53905—2010. Энергосбережение. Термины и определения. Москва: Стандартинформ, 2011. 15 с. [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ohranatruda.ruupload/iblock/bb6/4293809672.pdf> (дата обращения 10.01.2024).