
УДК 621.311.1

ИНДИКАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИБИРСКОГО И ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИИ

© 2022 г. С. М. Сендеров¹, Е. М. Смирнова¹, *

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия

*e-mail: smirnova.e.m@sem.irk.ru

Поступила в редакцию 16.11.2021 г.

После доработки 02.02.2022 г.

Принята к публикации 15.02.2022 г.

В статье представлен анализ основных тенденций и масштабов изменения состояния энергетической безопасности (ЭБ) субъектов РФ, расположенных на территориях Сибирского и Южного федеральных округов. Анализ проблем выполнен на основе использования аппарата мониторинга и индикативного анализа ЭБ, разработанного в ИСЭМ СО РАН. Показана динамика изменения значений важнейших индикаторов и интегральных оценок состояния ЭБ в указанных регионах. Представлены причины формирования основных негативных тенденций.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, топливо- и энергоснабжение, Сибирский федеральный округ, Южный федеральный округ, индикативный анализ

DOI: 10.31857/S0002331022030074

ВВЕДЕНИЕ

Понятие энергетической безопасности (ЭБ) трактуется как “состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от угроз дефицита в обеспечении их потребностей в энергии экономически доступными энергетическими ресурсами приемлемого качества от угроз нарушения бесперебойности энергоснабжения” [1–3 и др.].

Необходимой составляющей для формирования контрольных, аналитических и в определенной мере координационных функций государственного регулирования в сфере обеспечения ЭБ является мониторинг и индикативный анализ (ИА). Смысл и суть мониторинга и индикативного анализа состоят в отображении информации о степени реализации угроз ЭБ и об изменении уровня ЭБ в регионах с помощью системы индикаторов. Делается это путем сравнения численных значений важнейших индикаторов ЭБ с их экспертно обоснованными пороговыми значениями. В ИСЭМ СО РАН разработаны специализированный инструментальный и информационная база для обоснования и принятия решений по обеспечению ЭБ РФ и ее регионов [3–5 и др.]. Наряду с оценками одного года, важен анализ динамического ряда значений индикаторов и их качественных оценок с тем, чтобы понять направление складывающихся тенденций с обеспечением ЭБ как на уровне страны, так и в отдельных регионах.

Таблица 1. Состав важнейших индикаторов энергетической безопасности регионального уровня

1. Блок производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения региона
1.1. Отношение суммарной располагаемой мощности электростанций региона к максимальной электрической нагрузке потребителей на его территории.
1.2. Отношение суммы располагаемой мощности электростанций и пропускной способности межсистемных связей региона с соседними к максимальной электрической нагрузке потребителей на его территории.
1.3. Возможности удовлетворения потребностей в КПП из собственных источников региона.
2. Блок надежности топливо- и энергоснабжения региона
2.1. Доля доминирующего ресурса в общем потреблении КПП на территории региона.
2.2. Доля наиболее крупной электростанции в установленной электрической мощности региона.
2.3. Уровень потенциальной обеспеченности спроса на топливо в условиях резкого похолодания (10% наброс потребления) на территории региона.
3. Блок состояния ОПФ систем энергетики на территории региона
3.1. Степень износа ОПФ энергетического хозяйства региона.
3.2. Отношение среднегодового ввода установленной мощности и реконструкции электростанций региона за предшествующий 5-летний период к установленной мощности региона.

1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ

Индикативная оценка уровня ЭБ конкретного региона страны осуществляется по трем взаимосвязанным блокам индикаторов: производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения региона; надежности системы топливо- и энергоснабжения региона; состояния основных производственных фондов (ОПФ) систем энергетики на территории региона. Выделение блоков имеет своей целью получить представление об отдельных аспектах обеспечения ЭБ в регионе. В табл. 1 представлен состав важнейших индикаторов энергетической безопасности регионального уровня.

Для того чтобы получить качественную оценку уровня ЭБ того или иного региона при том или ином состоянии энергетики, необходимо использовать механизм свертки значений индикаторов, то есть произвести некую интегральную оценку уровня ЭБ. Каждый из индикаторов имеет экспертно сформированное и обоснованное пороговое значение с учетом условий энергоснабжения рассматриваемого региона. Таким образом, при сопоставлении количественного значения индикатора с его пороговым значением можно качественно оценить уровень ЭБ в аспекте, описываемом данным индикатором, как в отдельных регионах, так и в стране в целом.

Состояние того или иного индикатора ЭБ в зависимости от расположения его значений на шкале состояний, можно оценить следующим образом:

$$f(S_i) = \begin{cases} \text{Н}, & S_i < S_i^{\text{ПК}} \\ \text{ПК}, & S_i^{\text{ПК}} \leq S_i < S_i^{\text{К}} \\ \text{К}, & S_i \geq S_i^{\text{К}} \end{cases} \quad i = 1, n, \quad (1)$$

где n – количество оцениваемых индикаторов; S_i – фактическое (ожидаемое) значение i -го индикатора; $S_i^{\text{ПК}}, S_i^{\text{К}}$ – значения предкризисного и кризисного пороговых значений i -го индикатора; Н, ПК, К – качественная оценка состояния индикатора: нормальное, предкризисное и кризисное соответственно.

Для получения комплексной интегральной оценки уровня энергетической безопасности по региону важным шагом является определение значимости конкретного (i -го)

	1	2	3	...	n
1	1	v_{12}	v_{13}	...	v_{1n}
2	v_{21}	1	v_{23}	...	v_{2n}
3	v_{31}	v_{32}	1	...	v_{3n}
...	1	...
n	v_{n1}	v_{n2}	v_{n3}	...	1

Рис. 1. Матрица сравнительных характеристик условной значимости индикаторов энергетической безопасности.

индикатора в общей шкале индикаторов или вычисление его “удельного веса” в общей системе ценности индикаторов. Делается это путем попарного сравнения индикаторов экспертным путем (рис. 1).

На основании таких экспертно полученных относительных удельных весов можно сформулировать значения удельного веса каждого конкретного индикатора в общей системе их ценности. Этот удельный вес определяется следующим образом:

$$V_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n v_{ij}, \quad (2)$$

где V_i – удельный вес i -го индикатора в системе оцениваемых индикаторов; v_{ij} – условная значимость i -го индикатора в сравнении с j -м индикатором.

Таким образом, качественная интегральная оценка общего состояния ЭБ в стране или в регионе по индикаторам имеет следующий вид:

$$Q_u = \begin{cases} \text{Н, } \sum_{i=1}^n V_i^{\text{H}} \geq \delta_{\text{H}} \\ \text{ПК, } \sum_{i=1}^n V_i^{\text{K}} < \delta_{\text{K}} \text{ и } \sum_{i=1}^n V_i^{\text{H}} < \delta_{\text{H}}, \quad i = 1, n, \\ \text{К, } \sum_{i=1}^n V_i^{\text{K}} \geq \delta_{\text{K}} \end{cases} \quad (3)$$

где Q_u – интегральная оценка качественного состояния энергетической безопасности по индикативной оценке; V_i^{H} , V_i^{K} – удельный вес i -го индикатора, находящегося в области нормальных и кризисных значений соответственно; δ_{H} , δ_{K} – коэффициенты, характеризующие уровень достижения нормального или кризисного состояния соответственно.

С учетом особенностей энергоснабжения отдельных регионов в [3–5] были экспертно определены пороговые значения индикативных показателей для разных групп регионов РФ.

Чтобы реализовать и проверить работоспособность методического подхода к оценке уровня ЭБ, приведенного выше, а также выделить и оценить тенденции в изменении важнейших факторов обеспечения ЭБ, были выбраны субъекты, располагающиеся на территориях Сибирского (СФО) и Южного (ЮФО) федеральных округов РФ. Ниже представлены результаты оценки уровня энергетической безопасности субъектов.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭБ РЕГИОНОВ

2.1. Регионы Сибирского федерального округа

Исходная информация для исследования принята в соответствии со статистической информацией за 2015–2019 гг. [6–8], а также с текущей информацией по отдельным регионам. В результате анализа соответствующих данных по субъектам СФО, можно судить о присущих энергетике исследуемых территорий тенденций в обеспечении энергетической безопасности.

Индикаторы блока “Производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения региона”

В табл. 2 представлена информация по оценке состояния индикаторов по блоку производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения за 2015 и 2019 гг. в субъектах СФО.

Анализ показывает, что в Алтайском крае по индикаторам 1.1, 1.2 ситуация приемлемая: максимальная электрическая нагрузка потребителей обеспечивается, причем более 80% из собственных электрогенерирующих источников, также регион обладает сильными межрегиональными электрическими связями, что позволяет перекрыть максимум нагрузки втрое. По индикатору 1.3 первого блока ситуация остается кризисной, так как из производства КПП здесь только незначительные объемы добычи угля и прочих видов топлива.

В Новосибирской и Омской областях по индикаторам 1.1 и 1.2 ситуация приемлемая: достаточное количество электрической мощности и высокие пропускные способности межсистемных связей обеспечивают соответствующий резерв в покрытии минимальной электрической нагрузки. По индикатору 1.3 оба региона с 2019 г. находятся в области предкризисных значений, так как за счет собственных источников обеспечивается менее 40% потребностей в КПП.

В Республике Тыва собственные возможности покрытия максимальной электрической нагрузки оцениваются как кризисные, так как покрытие нагрузки собственными электрогенерирующими источниками составляет только 23%. На протяжении последних лет ввода новых мощностей в регионе не производилось. В 2015 г. была увеличена пропускная способность межсистемных связей за счет модернизации подстанций (ПС Кызылская, ПС Чадан) до 280 МВт. Соответственно по индикатору 1.2 значения, характеризующие суммарные возможности покрытия максимальной электрической нагрузки, значительно увеличились и определяют состояние региона как приемлемое. По индикатору 1.3 – возможности удовлетворения потребностей КПП из собственных источников региона, республика имеет приемлемые значения, так как объемы добываемого здесь угля полностью покрывают потребности.

В Республике Алтай значения индикаторов 1.1 и 1.2 находились в кризисном состоянии до 2015 г. включительно, однако за последние пять лет региону удалось обеспечить требуемый уровень резерва возможностей в обеспечении максимальной электрической нагрузки. Ситуация улучшилась, когда в 2015 г. была введена в эксплуатацию солнечная электростанция (СЭС) мощностью 5 МВт – Кош-Агачская СЭС-2. Следом вводились мощности на Усть-Канской и Онгудайской СЭС. В 2017 г. была введена Майминская СЭС мощностью 20 МВт и стала самым крупным источником генерации в республике. В 2019 г. был введен в эксплуатацию целый ряд СЭС, в числе которых: Ининская СЭС мощностью 25 МВт, Усть-Коксинская СЭС мощностью 40 МВт и Чемальская СЭС с установленной мощностью 10 МВт, а также увеличилась мощность Майминской СЭС за счет ввода третьей очереди мощностью 5 МВт. За счет небольшого увеличения пропускных способностей межсистемных связей с соседними регионами в республике улучшилась ситуация по индикатору 1.2. В то же время здесь

Таблица 2. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов СФО округа по блоку производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения за 2015, 2019 гг.

Край, область	Индикатор ¹	Ед. изм.	Пороговые значения индикатора ²		Значение и состояние индикатора			
			Н	К	2015		2019	
Алтайский край	1.1	ед.	0.5	0.3	0.73	Н	0.74	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3	Н	3	Н
	1.3	%	60	40	2	К	2	К
Кемеровская область	1.1	ед.	0.5	0.3	1.03	Н	1.00	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3	Н	3	Н
	1.3	%	40	20	100	Н	100	Н
Новосибирская область	1.1	ед.	0.5	0.3	1.05	Н	1.01	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	2	Н	2	Н
	1.3	%	40	20	42	Н	36	ПК
Омская область	1.1	ед.	0.5	0.3	0.88	Н	0.87	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3	Н	2	Н
	1.3	%	40	20	39	ПК	39	ПК
Томская область	1.1	ед.	0.5	0.3	0.77	Н	0.80	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3	Н	3	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Красноярский край	1.1	ед.	0.7	0.5	2.10	Н	2.01	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3	Н	3	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Иркутская область	1.1	ед.	0.7	0.5	1.63	Н	1.52	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	2	Н	2	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Республика Хакасия	1.1	ед.	0.7	0.5	2.32	Н	2.59	Н
	1.2	ед.	1,5	1.2	4	Н	5	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Республика Тыва	1.1	ед.	0.5	0.3	0.23	К	0.22	К
	1.2	ед.	1.5	1.2	2	Н	2	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Республика Алтай	1.1	ед.	0.5	0.3	0.09	К	1.14	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	1	К	3	Н
	1.3	%	60	40	11	К	13	К

¹ Номер индикатора соответствует нумерации в табл. 1.

² Границы перехода индикатора в состояние ("Н" – приемлемое (нормальное); "К" – кризисное состояние ЭБ). Промежуточная ситуация признается предкризисным состоянием – "ПК".

Таблица 3. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов СФО по блоку надежности топливо- и энергоснабжения

Край, область	Индикатор	Ед. изм.	Пороговые значения			Значение и состояние индикатора, год			
			Н	ПК	К	2015		2019	
Алтайский край	2.1	%	40		70	92	К	87	К
	2.2	%	50		70	36	Н	35	Н
Кемеровская область	2.1	%	>90			96	Н	96	Н
	2.2	%	50		70	24	Н	24	Н
Новосибирская область	2.1	%	40		70	69	ПК	72	К
	2.2	%	50		70	39	Н	39	Н
Омская область	2.1	%	40		70	53	ПК	58	ПК
	2.2	%	50		70	43	Н	43	Н
Томская область	2.1	%	>90			56	Н	67	Н
	2.2	%	50		70	28	Н	27	Н
Красноярский край	2.1	%	>90			73	Н	75	Н
	2.2	%	40		50	33	Н	33	Н
Иркутская область	2.1	%	>90			71	Н	70	Н
	2.2	%	40		50	34	Н	34	Н
Республика Хакасия	2.1	%	90	>90		97	ПК	96	ПК
	2.2	%	40		50	89	К	89	К
Республика Тыва	2.1	%	90	>90		96	ПК	100	ПК
	2.2	%	50		70	71	К	71	К
Республика Алтай	2.1	%	40		70	49	ПК	56	ПК
	2.2	%	50		70	94	К	49	Н

практически нет собственных источников КПП (за исключением дров) соответственно, показатели индикатора 1.3 определяются как кризисные.

В Кемеровской, Томской и Иркутской областях, в Красноярском крае и Республике Хакасия по первому блоку индикаторов ситуация приемлемая. С достаточным запасом обеспечивается максимальная электрическая нагрузка. Добыча значительных объемов угля, топочного мазута и природного газа обеспечивает положительные значения индикатора обеспеченности собственными КПП.

Индикаторы блока “Надежности топливо- и энергоснабжения региона”

Ситуация по данному блоку индикаторов представлена в табл. 2. По второму блоку индикаторов ситуация в большей части регионов усугубляется чрезмерно высокой долей доминирования в балансе КПП одного из видов ТЭР (индикатор 2.1, табл. 3), 80% в целом по СФО приходится на долю угля.

При анализе ситуации доминирования одного вида ТЭР в потреблении КПП региона следует учитывать, что в регионах с достаточным по объемам производства кризисной ситуации не будет, соответственно нет и кризисного порогового значения индикатора. Ситуация в таких регионах даже при доминировании одного вида ТЭР в 96–97% может быть признана как приемлемая.

Следует отметить, в части обсуждения пороговых значений индикаторов качественная оценка “предкризис” или “кризис” в самообеспеченных ТЭР регионах говорит о желательности большей видовой диверсификации топливо- и энергоснабжения

с целью повышения готовности систем к потенциальным изменениям в структуре ТЭБ страны и ее регионов по различным причинам. В необеспеченном своими ТЭР Алтайском крае – доля угля превышает кризисное пороговое значение. По индикатору 2.2 Алтайский край располагается в диапазоне приемлемых значений (35%). На территории Алтайского края работают 11 тепловых электростанций общей мощностью 1536.3 МВт, а установленная мощность крупнейшей станции (Бийская ТЭЦ-1) составила 535 МВт.

В Кемеровской, Иркутской областях, в Красноярском крае доминирующим видом топлива является уголь (>70%), при этом добыча его в регионе полностью покрывает объемы потребления, и ситуация с позиций ЭБ приемлемая. Также приемлемая ситуация в регионах и по индикатору 2.2 (<40%).

В Новосибирской области по индикатору 2.1 из предкризиса ситуация перешла в кризис: доля угля в балансе потребления КПП выросла до 72%, что является кризисным значением. Доля наиболее крупного источника в располагаемой мощности региона составляет 40%, что находится в пределах нормы.

В Омской области ситуация с долей природного газа в балансе КПП ухудшилась, что обуславливает предкризисное значение индикатора 2.1. Производство значительных объемов топочного мазута и незначительных объемов природного газа не способны удовлетворить суммарную потребность области в КПП. Доля наиболее крупного электрогенерирующего источника в регионе находится в пределах нормы (43% – Омская ТЭЦ-5).

В Республике Хакасия в балансе КПП доминирует уголь, в 2019 г. его доля составила уже 96%, что отражает ситуацию с точки зрения энергетической безопасности как предкризисную. При этом кризисным в республике с позиций ЭБ является и слишком большое доминирование электрогенерирующего источника – 89% (Саяно-Шушенская ГЭС) (индикатор 2.2).

В Республике Тыва – доля угля в потреблении КПП составляет 100%, и, хотя полностью обеспечивается собственными возможностями, но ситуация может быть признана предкризисной в силу отсутствия любого маневра в замене другим видом ТЭР. Республика Тыва по индикатору 2.2 находится в состоянии кризиса. Основными электрогенерирующими мощностями Республики Тыва являются Кызылская ТЭЦ – 17 МВт (71% установленной мощности республики) и дизельные электростанции общей мощностью 7 МВт.

Состояние предкризиса в Республике Алтай по индикатору 2.1 обусловлено долей доминирования угля больше 50%. По индикатору 2.2. за последнее время ситуация в республике Алтай улучшилась, перейдя из кризиса в область приемлемых значений за счет ввода новых электрогенерирующих мощностей.

В состав важнейших индикативных показателей входит еще один индикатор – 2.3, отражающий уровень потенциальной обеспеченности спроса на ТЭР в условиях резкого похолодания (10% наброс потребления) на территории региона. Оценивается он по результатам исследований на модели ТЭК [9, 10] как величина обеспеченности потребителей котельно-печным топливом при возможном похолодании, увеличивающим потребление топлива на 10%.

Субъекты СФО относятся к регионам с холодным климатом (температура наиболее холодной пятидневки ниже минус 30°C). Кризисное пороговое значение для таких регионов принято 100%. Исследования проводились при одновременном гипотетическом понижении средней температуры января на большинстве территорий Сибирского ФО. Учитывая достаточно жесткое пороговое значение индикатора, ситуация в регионах в этой части может быть оценена как стабильно приемлемая. Почти для всех субъектов СФО увеличенное потребление может быть полностью обеспечено, что соответствует зоне приемлемых (нормальных) состояний. Исключение составляет Республика Алтай. Здесь половину потребления КПП занимает природный газ, который

Таблица 4. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов СФО по блоку состояния ОПФ систем энергетики

Край, область	Индикатор	Ед. изм.	Пороговые значения		Значение и состояние индикатора, год			
			Н	К	2015		2019	
Алтайский край	3.1	%	40	60	59	ПК	62	К
	3.2	%	2	1	1.7	ПК	0	К
Кемеровская область	3.1	%	40	60	42	ПК	46	ПК
	3.2	%	2	1	4.9	Н	0.1	К
Новосибирская область	3.1	%	40	60	59	ПК	66	К
	3.2	%	2	1	0.8	К	0	К
Омская область	3.1	%	40	60	36	Н	40	ПК
	3.2	%	2	1	5.6	Н	1.7	ПК
Томская область	3.1	%	40	60	39	Н	43	ПК
	3.2	%	2	1	1.1	ПК	0.4	К
Красноярский край	3.1	%	40	60	38	Н	42	ПК
	3.2	%	2	1	4.9	Н	0.9	К
Иркутская область	3.1	%	40	60	52	ПК	57	ПК
	3.2	%	2	1	0.7	К	0	К
Республика Хакасия	3.1	%	40	60	39	Н	47	ПК
	3.2	%	2	1	6.2	Н	0	К
Республика Тыва	3.1	%	40	60	57	ПК	63	К
	3.2	%	2	1	0	К	0	К
Республика Алтай	3.1	%	40	60	70	К	51	ПК
	3.2	%	2	1	27.3	Н	38	Н

не сможет быть в увеличенном объеме подан потребителям республики в силу ограничения пропускной способности соответствующего газопровода.

Индикаторы блока “Состояние ОПФ систем энергетики на территории региона”

Важным аспектом, влияющим на обеспечение энергетической безопасности регионов, является состояние энергетического хозяйства. Усредненные данные по износу ОПФ энергетических отраслей позволяют оценить износ в энергетическом хозяйстве территорий (табл. 4).

Анализ данных табл. 4 показывает, что в последние годы обострилась и продолжает ухудшаться достаточно быстрыми темпами ситуация с изношенностью энергетического оборудования почти во всех субъектах Сибирского федерального округа.

На территории Алтайского края износ оборудования энергетического хозяйства территории составляет 62%, что соответствует кризису по индикатору 3.1. По индикатору 3.2 показатели находятся в кризисе из-за отсутствия ввода новых генерирующих мощностей.

В Кемеровской области степень износа ОПФ энергетического хозяйства нарастает и составила 46%, что определяется как предкризисное состояние. После проведенных

капитальных ремонтов “Кузбассэнерго” 11 турбоагрегатов, а также после ввода в работу трех энергоблоков на Новокузнецкой ГТЭС (450 МВт), следующим поэтапным вводом мощностей стал ввод конденсационной электростанции ПАО “Кокс” общей мощностью 24 МВт только в 2016 и в 2019 гг. Такая активность по обновлению ОПФ явилась недостаточной, и регион в 2019 г. по индикатору 3.2 перешел из приемлемых в область кризисных значений.

В Новосибирской области по индикатору 3.1 ситуация определяется как кризисная при степени износа ОПФ в энергетике 66%. За последние пять лет, только в 2016 г., была произведена модернизация Новосибирской ГЭС, с увеличением мощности на 5 МВт. Однако данных мер недостаточно, что привело к снижению уровня энергетической безопасности региона до кризиса в аспекте, описываемым индикатором 3.2.

В Омской области приемлемые показатели по индикаторам третьего блока перешли в предкризисное состояние: 40% по инд. 3.1 и 2% по инд. 3.2. Это связано со снижением активности по проведению капитальных ремонтов и реконструкции электрогенерирующих мощностей за прошедший пятилетний период. Из обновления производственных фондов можно отметить ввод 120 МВт на Омской ТЭЦ-3, а также модернизацию первого турбоагрегата на Омской ТЭЦ-5. За счет изменения технологических параметров повышена экономичность работы и мощность турбины на 20 МВт (2016 г.).

В Томской области состояние по индикатору 3.1 оценивается как предкризисное. Также область находится в кризисном положении в аспекте, отражаемом индикатором 3.2, где за предшествующий анализу 5-летний период не было достаточных вводов новых мощностей, и практически не проводилось серьезных работ по модернизации установленного оборудования (ввод 24 МВт на Шингинской ГТЭС, 2016 г.).

В Красноярском крае по индикатору 3.1 ситуация перешла в предкризисную в связи с постепенным увеличением износа ОПФ за последние пять лет и недостаточным обновлением оборудования в топливных отраслях и теплоэнергетике. По индикатору 3.2 в 2019 г. ситуация оценивается как кризисная. В 2015 г. был введен в эксплуатацию энергоблок № 3 на Березовской ГРЭС мощностью 800 МВт, однако в 2016 г. на этом же блоке произошло возгорание и аварийный останов оборудования. В 2016 г. была проведена модернизация энергоблоков на Красноярской ГРЭС-2 с общим увеличением мощности на 8 МВт. В результате этих недостаточных действий по вводу мощностей и технического перевооружения электростанций территории за рассматриваемый пятилетний период значения по индикатору 3.2 перешли в кризис из области приемлемых.

В Иркутской области в течение последних пяти лет (2015–2019 гг.) проводились капитальные ремонты оборудования и реконструкции. Однако эти действия явились недостаточными. По индикатору 3.1 ситуация оценивается как предкризисная (57% износ ОПФ) и кризисная по индикатору 3.2. При этом ситуация ухудшается.

В республике Хакасия по индикатору 3.1 степень износа ОПФ энергетики региона составила 47%, ситуация перешла в предкризис из приемлемого состояния. Положительные тенденции с обновлением и модернизацией ОПФ энергетики в Хакасии за счет активного восстановления и модернизации Саяно-Шушенской ГЭС, а также модернизации на Абаканской ТЭЦ с вводом двух энергоблоков общей мощностью 256 МВт остановились в 2015 г. За последующие годы модернизации и вводов нового оборудования практически не было. Таким образом, к 2019 г. ситуация по индикатору 3.2 из приемлемой изменилась на кризисную.

Что касается Республики Тыва, то за прошедшие пять лет не произошло значительного обновления оборудования, как и не вводилось в работу новых мощностей. Таким образом, по третьему блоку индикаторов к 2019 г. ситуация перешла в кризис.

В Республике Алтай по третьему блоку индикаторов за последние пять лет ситуация изменилась в лучшую сторону. Так по индикатору 3.1 ситуация перешла из кризисной

в предкризисную благодаря активному расширению и обновлению базы энергетического хозяйства региона. Следует отметить, что Республика Алтай является единственным регионом России, на территории которого большая часть электроэнергии производится солнечными электростанциями. В целом, по состоянию на конец 2019 г., на территории Республики Алтай эксплуатировались восемь солнечных электростанций (введенных в эксплуатацию в период 2014–2019 гг.) общей мощностью 120 МВт, а также 2 малые гидроэлектростанции общей мощностью 1.3 МВт и 10 небольших дизельных электростанций. В 2019 г. они произвели 65 млн кВт · ч электроэнергии. Таким образом, предшествующий анализу 5-летний период по индикатору 3.2 оценивается как приемлемый.

Результаты интегральной оценки уровня ЭБ Сибирского федерального округа

Выше были представлены и проанализированы значения основных индикаторов, составляющие основу для интегральной оценки уровня энергетической безопасности на территории субъектов Сибирского федерального округа. Для получения такой оценки использован подход, основанный на свертке значений индикаторов с учетом их удельных весов. Качественные характеристики состояния всех обсуждаемых индикаторов из табл. 2–4 были собраны по соответствующим территориям и обработаны согласно специально разработанной методике [3–5]. В результате была получена качественная интегральная оценка состояния энергетической безопасности территорий субъектов Сибирского федерального округа, представленная в табл. 5.

Исходя из анализа данных табл. 5, приемлемое состояние по энергетической безопасности наблюдается в Кемеровской и Томской областях, Красноярском крае и в Иркутской области. С уровнем энергетической безопасности в состоянии предкризиса находятся Новосибирская и Омская области, Республики Хакасия и Алтай. Необходимо обратить серьезное внимание на индикаторы, значения которых на этих территориях располагаются в зонах “кризисных” и “предкризисных” значений. Это сигнализирует о серьезных проблемах в области топливо- и энергообеспечения территорий в части, описываемой значениями соответствующих индикаторов. Кроме того, достичь лучшего положения мешает, прежде всего, негативное состояние индикаторов, характеризующих состояние ОПФ и обновления энергетики этих территорий.

Кризисную ситуацию с обеспечением энергетической безопасности нужно отметить в Алтайском крае и Республике Тыва. Здесь отмечено кризисное состояние большинства из отслеживаемых индикаторов. В Алтайском крае это касается недостаточной возможности удовлетворения потребностей в КПП из собственных источников производства топлива в регионе (индикатор 1.3). Доля доминирующего ресурса в общем потреблении КПП на территории превышает 85% (индикатор 2.1). Кроме того, по третьему блоку индикаторов территория Алтайского края находится в кризисной ситуации: износ оборудования энергетического хозяйства составляет 62%, а также отсутствует ввод новых генерирующих мощностей и значительных реконструкций электростанций региона за предшествующий 5-летний период.

Анализ динамики качественных оценок энергетической безопасности в регионах и количественных показателей сумм удельных весов индикаторов, пребывающих в различных состояниях с 2015 по 2019 гг., позволяет сделать вывод, что ситуация с обеспечением энергетической безопасности в этот период в среднем имела положительные тенденции, но в некоторых субъектах Сибирского федерального округа ухудшилась, особенно в части повышения износа ОПФ энергетики.

2.2. Результаты индикативного анализа ЭБ по регионам Южного ФО

В данном разделе статьи представлена информация о качественном состоянии индикаторов ЭБ по субъектам РФ на территории Южного ФО, а также качественная характеристика состояния энергетической безопасности данных субъектов за 2015 и

Таблица 5. Интегральная качественная оценка состояния энергетической безопасности на территории субъектов СФО

Год	Индикаторы ЭБ								Сумма удельных весов по состояниям			Качественное состояние ЭБ
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Границы состояний			
	Удельные веса индикаторов								К ¹	ПК	Н ²	
	0.104	0.138	0.133	0.120	0.079	0.170	0.127	0.129				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Алтайский край												
2015	Н	Н	К	К	Н	Н	ПК	ПК	0.253	0.256	0.491	ПК
2019	Н	Н	К	К	Н	Н	К	К	0.509	0	0.491	К
Кемеровская область												
2015	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	Н	0	0.127	0.873	Н
2019	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	К	0.129	0.127	0.744	Н
Новосибирская область												
2015	Н	Н	Н	ПК	Н	Н	ПК	К	0.129	0.247	0.624	ПК
2019	Н	Н	ПК	К	Н	Н	К	К	0.376	0.133	0.491	ПК
Омская область												
2015	Н	Н	ПК	ПК	Н	Н	Н	Н	0	0.253	0.747	Н
2019	Н	Н	ПК	ПК	Н	Н	ПК	ПК	0	0.509	0.491	ПК
Томская область												
2015	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	0	0.129	0.871	Н
2019	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	К	0.129	0.127	0.744	Н
Красноярский край												
2015	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	0	0	1	Н
2019	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	К	0.129	0.127	0.744	Н
Иркутская область												
2015	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	К	0.129	0.127	0.744	Н
2019	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	К	0.129	0.127	0.744	Н
Республика Хакасия												
2015	Н	Н	Н	ПК	К	Н	Н	Н	0.079	0.120	0.801	Н
2019	Н	Н	Н	ПК	К	Н	ПК	К	0.208	0.247	0.545	ПК
Республика Тыва												
2015	К	Н	Н	ПК	К	Н	ПК	К	0.183	0.247	0.570	ПК
2019	К	Н	Н	ПК	К	Н	К	К	0.439	0.12	0.441	К
Республика Алтай												
2015	К	К	К	ПК	К	К	К	Н	0.751	0.120	0.129	К
2019	Н	Н	К	ПК	Н	К	ПК	Н	0.303	0.247	0.450	ПК

¹ Состояние ЭБ в регионе признается кризисным, если сумма удельных весов индикаторов в состоянии “К” превышает 0.4

² Состояние ЭБ в регионе признается нормальным, если сумма удельных весов индикаторов в состоянии “Н” превышает 0.7.

Таблица 6. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов ЮФО округа по блоку производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения за 2015, 2019 гг.

Край, область	Индикатор ¹	Ед. изм.	Пороговые значения индикатора ²		Значение и состояние индикатора			
			Н	К	2015		2019	
Краснодарский край и Республика Адыгея	1.1	ед.	0.5	0.3	0.49	ПК	0.44	ПК
	1.2	ед.	1.5	1.2	1.93	Н	1.7	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Астраханская область	1.1	ед.	0.5	0.3	1.14	Н	1.18	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3.98	Н	4.10	Н
	1.3	%	60	40	100	Н	100	Н
Волгоградская область	1.1	ед.	0.5	0.3	1.8	Н	1.57	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3.97	Н	3.46	Н
	1.3	%	40	20	30.01	ПК	24.3	ПК
Ростовская область	1.1	ед.	0.5	0.3	2.12	Н	2.08	Н
	1.2	ед.	1.5	1.2	3.45	Н	3.34	Н
	1.3	%	40	20	34.2	ПК	47.1	Н
Республика Калмыкия	1.1	ед.	0.7	0.5	0.22	К	0.19	К
	1.2	ед.	1.5	1.2	3.36	Н	2.86	Н
	1.3	%	60	40	18.83	К	18.8	К
Республика Крым и г. Севастополь	1.1	ед.	1.2	1.1	0.86	К	0.96	К
	1.2	ед.	1.5	1.2	2.05	Н	2.28	Н
	1.3	%	100	80	35	К	35	К

¹ Номер индикатора соответствует нумерации в табл. 1.

² Границы перехода индикатора в состояние (“Н” – приемлемое (нормальное); “К” – кризисное состояние ЭБ). Промежуточная ситуация признается предкризисным состоянием – “ПК”.

2019 гг. (табл. 6–9). Кроме того, территориально, так как Республика Адыгея находится внутри Краснодарского края, а г. Севастополь на территории Крымского полуострова на границе с Республикой Крым – в данной работе было принято объединить данные субъекты для дальнейшего анализа. Индикаторы, по которым проводился анализ, рассматриваются те же как и при анализе ситуации в СФО.

По первому блоку индикаторов (табл. 6) наблюдается приемлемая ситуация за пятилетний период только в Астраханской области за счет достаточного количества электрической мощности в регионе и наличия межсистемных связей. Производство КПП (доля газа в балансе 90%) превышает объемы его потребления в регионе почти в пять раз.

В Краснодарском крае и Республике Адыгея наблюдается предкризис по инд. 1.1. Однако заметна положительная динамика благодаря увеличению мощности региона в 2019 г. за счет ввода ряда СЭС. При этом обеспечение максимальной электрической нагрузки достигается наличием достаточных по мощности возможных перетоков связей.

В Волгоградской области предкризисная ситуация связана с недостаточными возможностями покрытия требуемых объемов КПП из собственных источников. Производство топочного мазута и добыча природного газа составляют менее 30% от требуемых объемов потребляемого топлива в регионе.

В Ростовской области наблюдается изменение ситуации по данному индикатору (1.3) из предкризиса в приемлемое состояние с увеличением доли собственных источ-

Таблица 7. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов ЮФО по блоку надежности топливо- и энергоснабжения

Край, область	Индикатор	Ед. изм.	Пороговые значения			Значение и состояние индикатора, год			
			Н	ПК	К	2015		2019	
Краснодарский край и Республика Адыгея	2.1	%	40		70	98.6	К	98.7	К
	2.2	%	50		70	46.2	Н	38.7	Н
Астраханская область	2.1	%	>90			97.5	Н	98.5	Н
	2.2	%	50		70	51.1	ПК	33.1	Н
Волгоградская область	2.1	%	40		70	97.06	К	98.1	К
	2.2	%	50		70	67.72	ПК	61.9	ПК
Ростовская область	2.1	%	40		70	82.5	К	79.5	К
	2.2	%	50		70	37.5	Н	30.5	Н
Республика Калмыкия	2.1	%	40		70	98.9	К	99.5	К
	2.2	%	50		70	94.7	К	36.3	Н
Республика Крым и г. Севастополь	2.1	%	40		70	93.5	К	97.3	К
	2.2	%	50		50	7.05	Н	23.2	Н

Таблица 8. Характеристика состояния индикаторов на территории субъектов ЮФО по блоку состояния ОПФ систем энергетики

Край, область	Индикатор	Ед. изм.	Пороговые значения		Значение и состояние индикатора, год			
			Н	К	2015		2019	
Краснодарский край и Республика Адыгея	3.1	%	40	60	37	Н	43.0	ПК
	3.2	%	2	1	13.6	Н	0	К
Астраханская область	3.1	%	40	60	44.3	ПК	50	ПК
	3.2	%	2	1	7.9	Н	2.4	Н
Волгоградская область	3.1	%	40	60	58.5	ПК	60.8	К
	3.2	%	2	1	0.8	К	0.3	К
Ростовская область	3.1	%	40	60	37.7	Н	42.2	ПК
	3.2	%	2	1	4.5	Н	1.1	ПК
Республика Калмыкия	3.1	%	40	60	49.7	ПК	46.9	ПК
	3.2	%	2	1	2.5	Н	10.5	Н
Республика Крым и г. Севастополь	3.1	%	40	60	55.7	ПК	39.7	Н
	3.2	%	2	1	8.3	Н	9.3	Н

Таблица 9. Интегральная качественная оценка состояния энергетической безопасности на территории субъектов ЮФО

Год	Порядковые номера оцениваемых индикаторов ЭБ								Сумма удельных весов по состояниям			Качественное состояние ЭБ
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	Границы состояний			
	Удельные веса индикаторов								К ¹	ПК	Н ²	
	0.104	0.138	0.133	0.120	0.079	0.170	0.127	0.129				
Краснодарский край и Республика Адыгея												
2015	ПК	Н	Н	К	Н	ПК	Н	Н	0.12	0.274	0.606	ПК
2019	ПК	Н	Н	К	Н	ПК	ПК	К	0.249	0.401	0.35	ПК
Астраханская область												
2015	Н	Н	Н	Н	ПК	Н	ПК	Н	0	0.206	0.794	Н
2019	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ПК	Н	0	0.127	0.873	Н
Волгоградская область												
2015	Н	Н	ПК	К	ПК	Н	ПК	К	0.249	0.339	0.412	ПК
2019	Н	Н	ПК	К	ПК	Н	К	К	0.376	0.212	0.412	ПК
Ростовская область												
2015	Н	Н	ПК	К	Н	Н	Н	Н	0.12	0.133	0.747	Н
2019	Н	Н	Н	К	Н	Н	ПК	ПК	0.12	0.256	0.624	ПК
Республика Калмыкия												
2015	К	Н	К	К	К	Н	ПК	Н	0.436	0.127	0.437	К
2019	К	Н	К	К	Н	Н	ПК	Н	0.357	0.127	0.516	ПК
Республика Крым и г. Севастополь												
2015	К	Н	К	К	Н	К	ПК	Н	0.527	0.127	0.346	К
2019	К	Н	К	К	Н	К	Н	Н	0.423	0	0.577	К

¹ Состояние ЭБ в регионе признается кризисным, если сумма удельных весов индикаторов в состоянии “К” превышает 0.4.

² Состояние ЭБ в регионе признается нормальным, если сумма удельных весов индикаторов в состоянии “Н” превышает 0.7.

ников в балансе КПП с 30 до 50%. С достаточным запасом обеспечивается максимальная электрическая нагрузка. В результате по первому блоку индикаторов Ростовская область в 2019 г. имеет высокие показатели с точки зрения ЭБ.

Немного отличается ситуация в Республике Крым и Республике Калмыкия. На данный момент регионы недостаточно обеспечены собственными источниками электроэнергии для покрытия требуемых объемов и основной упор сделан на межсистемные связи. Производства КПП в регионах практически нет, поэтому ситуация, описываемая данным индикатором, оценивается как кризисная.

По второму блоку индикаторов (табл. 7) в Краснодарском Крае и Республике Адыгея кризисная ситуация по инд. 2.1 обусловлена долей газа в балансе КПП почти 99%. Добыча природного газа ведется в том числе и на рассматриваемых территориях, однако составляет от объемов потребления только 35%.

В Астраханской области показатели инд. 2.2 перешли в область приемлемых значений за счет снижения доли Астраханской ТЭЦ-2 при увеличении установленной мощности региона на 120 МВт за пятилетний период.

В Волгоградской и Ростовской области, Республике Крым и Калмыкии наблюдается кризисная ситуация с точки зрения ЭБ по индикатору 2.1 из-за слишком высокой доли газа в балансе потребления КПП.

Переход из кризисных значений в область приемлемых отмечен в республике Калмыкия (инд. 2.2). Благодаря вводу Малодербетовской СЭС (15 МВт) и Яшкульской СЭС (33.5 МВт, крупнейшая), доля доминирующего источника в располагающей мощности региона снизилась с 95 до 36.3%.

Индикатор 2.3, отражающий уровень потенциальной обеспеченности спроса на ТЭР в условиях резкого похолодания (10% наброс потребления) на территории региона, также учитывался при анализе рассмотренных выше субъектов ЮФО.

Почти для всех субъектов ЮФО увеличенное потребление может быть полностью обеспечено, что соответствует зоне приемлемых (нормальных) состояний. Исключение составляет Краснодарский край и Республика Адыгея, где ситуация оценивается как предкризисная. Республика Крым относится к регионам со сравнительно мягким климатом (температура наиболее холодной пятидневки – 17°C [11]), однако из-за недостаточных возможностей обеспечения региона ТЭР по данному индикатору ситуация кризисная.

По третьему блоку индикаторов полностью приемлемой ситуацию нельзя назвать ни в одном из субъектов.

Краснодарский край и Республика Адыгея. Переход в предкризис и кризис по индикаторам из приемлемых состояний (табл. 8) за пять лет. Были проведены капитальные ремонты и модернизация на Сочинской ТЭС и на Краснополянской ГЭС с общим увеличением мощности на 10 МВт.

В Астраханской области значения индикатора износа ОПФ энергетики находятся в области предкризисных значений. По инд. 3.2 состояние приемлемое, обусловленное развитием в регионе возобновляемых источников энергии, таких как солнечные электростанции: ввод в 2017 г. СЭС Заводская (15 МВт), в 2019 г. – Ахтубинская, Михайловская и Лиманская, общей мощностью 105 МВт.

В Волгоградской области наблюдается ухудшение ситуации по третьему блоку индикаторов. Отсутствие серьезных капитальных ремонтов, демонтаж и выводы оборудования, недостаточная модернизация, все это усугубило общее состояние ОПФ энергетического хозяйства региона. Из последних вводов мощностей до 2019 г. была запущена в работу только Волгоградская СЭС (25 МВт) в 2017 г.

Ростовская область в предкризисное состояние перешла из приемлемых. Ввод мощностей за последние пять лет только в 2017 г. на Новочеркасской ГРЭС (324 МВт), а также модернизация на Ростовской ТЭЦ 2 (20 МВт).

Республика Калмыкия находится в предкризисном состоянии по степени износа ОПФ, однако наблюдается динамика улучшения. Благодаря вводу СЭС и ВЭС в регионе за последние пять лет ситуация оценивается как приемлемая.

В Республике Крым проходит обновление и модернизация ОПФ энергетического хозяйства с 2016 г. и по индикатору 3.2 в республике отмечено приемлемое состояние. Энергосистема Крыма была подключена к ЕЭС России за счет ввода энергомоста мощностью 800 МВт в 2015–2016 гг., ввода в 2019 г. 940 МВт (ПГУ на Балаклавской и Таврической ТЭС). В 2017 г. запустили 4 Мобильных ГТЭС общей мощностью 90 МВт. В результате чего степень износа ОПФ энергетического хозяйства по региону изменилась по показателям и общее состояние оценивается как приемлемое.

Интегральная оценка ЭБ по регионам ЮФО

Результаты интегральной оценки состояния ЭБ по регионам ЮФО представлены в табл. 9.

По результатам проведенного индикативного анализа субъектов ЮФО приемлемое состояние энергетической безопасности можно отметить только в Астраханской области. В остальных субъектах ситуация остается предкризисной или даже ухудшается (Ростовская область). Кризисную ситуацию в республике Крым определяют следующие факторы: за счет собственной добычи газа республика обеспечивает только 35% потребностей; в республике не могут быть обеспечены пиково возрастающие потребности в ТЭР в условиях возможных резких похолоданий; доля газа в балансе КПП составляет 97%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены вопросы анализа ситуации с обеспечением ЭБ в регионах, значительно отличающихся по климатическим условиям, а также по системам топливо- и энергоснабжения.

Анализ показал, что в регионах СФО в большей степени обладающих собственными источниками ТЭР продолжает ухудшаться ситуация с долей доминирующего ресурса в общем потреблении КПП и с долей наиболее крупного генерирующего источника. В регионах ЮФО ситуация изменилась в основном по первому блоку индикаторов, производственной и ресурсной обеспеченности системы топливо- и энергоснабжения регионов.

В целом следует отметить, что практически во всех регионах быстрыми темпами ухудшается ситуация со старением ОПФ энергетики, а, следовательно, и с возможностями увеличения числа ЧС с топливо- и энергоснабжением потребителей по причинам выхода из строя того или иного оборудования. Таким образом, представленный индикативный анализ позволяет выявить проблемы в различных аспектах обеспечения ЭБ регионов и помогает в разработке мер, направленных на ее повышение.

Исследование выполнено в рамках проекта государственного задания № FWEU-2021-0003 (регистрационный номер: АААА-А21-121012090014-5) программы фундаментальных исследований РФ на 2021–2030 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушуев В.В., Воронай Н.И., Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. и др. Энергетическая безопасность России. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1998. С. 302.
2. Пяткова Н.И., Сендеров С.М., Чельцов М.Б. и др. Применение двухуровневой технологии исследований при решении проблем энергетической безопасности // Известия РАН. Энергетика. 2000. № 6. С. 31–39.
3. Пяткова Н.И., Рабчук В.И., Сендеров С.М., Славин Г.Б., Чельцов М.Б. Энергетическая безопасность России: проблемы и пути решения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. С. 198.
4. Сендеров С.М., Пяткова Н.И., Рабчук В.И., Славин Г.Б., Воробьев С.В., Смирнова Е.М. Методика мониторинга состояния энергетической безопасности России на региональном уровне, Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2014. С. 146.
5. Сендеров С.М. Оценка уровня энергетической безопасности регионов России и основные принципы создания системы мониторинга энергетической безопасности // Безопасность объектов топливно-энергетического комплекса. 2012. № 1(1). С. 125–130.
6. Статистическая форма Росстата: Сведения об остатках, поступлении и расходе топлива и теплоэнергии, сборе и использовании отработанных нефтепродуктов за 2015–2019 гг.
7. Статистическая форма Росстата: Сведения об использовании топливно-энергетических ресурсов за 2015–2019 гг.
8. Статистическая форма Росстата: Техничко-экономические показатели электростанций, районных котельных за 2015–2019 гг.
9. Бушуев В.В., Воронай Н.И., Мастепанов А.М., Шафраник Ю.К. и др. Энергетическая безопасность России. Новосибирск: Наука. Сиб. Изд. Фирма РАН, 1998. С. 302.

10. Пяткова Н.И., Сендеров С.М., Чельцов М.Б. и др. Применение двухуровневой технологии исследований при решении проблем энергетической безопасности // Известия РАН. Энергетика. 2000. № 6. С. 31–39.
11. Свод правил СП 131.13330.2018 “Строительная климатология” СНиП 23-01-99, Москва, 2018.

Indicative Analysis of Trends in the Level of Energy Security on the Example of the Siberian and Southern Federal Districts

S. M. Senderov^a and E. M. Smirnova^{a, *}

^a*Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia*
**e-mail: smirnova.e.m@sem.irk.ru*

The article presents an analysis of the main trends and scales of changes in the state of energy security (ES) of the constituent entities of the Russian Federation located on the territories of the Siberian and Southern Federal Districts. The analysis of the problems was carried out on the basis of the use of the apparatus for monitoring and indicative analysis of electronic security, developed at the ISEM SB RAS. The dynamics of changes in the values of the most important indicators and integral assessments of the state of electronic security in the indicated regions is shown. The reasons for the formation of the main negative trends are presented.

Keywords: energy security, fuel and energy supply, Siberian Federal District, Southern Federal District, indicative analysis