

УДК 621.311

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БАЛАНСЫ МОЩНОСТИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ЮГА КАЗАХСТАНА С УЧЕТОМ ИНТЕГРАЦИИ ВИЭ

А.Т. Мирзаев<sup>1</sup>, С.И. Тошкенбоева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Главный диспетчер КДЦ «Энергия» - международная негосударственная некоммерческая организация, доц., <sup>2</sup>Младший инженер СП ООО UzAssystem

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14909992>

**Аннотация:** В статье приводится анализ быстрого роста выработки электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии в мире. С учетом указанной тенденции отмечена необходимость проведения анализа состояния генерирующих источников в Объединенной энергосистеме Центральной Азии (ОЭС ЦА) в целях определения перспективы развития региона. Проведен анализ текущего состояния генерирующих источников энергосистем Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Составлены перспективные балансы электроэнергии и мощности по энергосистемам, а также совмещенный баланс Единой энергосистемы (ЕЭС) Казахстана и ОЭС ЦА с учетом интеграции возобновляемых источников энергии в регионе. Определен общий объем прогнозного потребления электроэнергии ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА к 2030 году. На основе выполненного анализа и перспективного баланса электроэнергии и мощности приведены выводы по рассматриваемому вопросу.

**Ключевые слова:** Возобновляемые источники энергии, интеграция, потребление электроэнергии, производство.

## PROSPECTIVE BALANCES OF POWER AND ELECTRICITY OF THE UNIFIED ELECTRIC POWER SYSTEM OF CENTRAL ASIA AND SOUTHERN KAZAKHSTAN TAKING INTO ACCOUNT THE INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

**Abstract:** The article analyzes the rapid growth of electricity generation based on renewable energy sources worldwide. Considering this trend, the necessity of analyzing the state of generating sources in the Unified Energy System of Central Asia to determine the region's development prospects is highlighted. The current state of generating sources in the energy systems of Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, and Uzbekistan has been analyzed. Prospective electricity and capacity balances have been developed for these energy systems, as well as a combined balance for the Energy System of Kazakhstan and Unified Energy System of Central Asia, taking into account the integration of renewable energy sources in the region. The total forecasted electricity consumption for Energy System of Kazakhstan and Unified Energy System of Central Asia by 2030 has been determined. Based on the conducted analysis and prospective electricity and capacity balance, conclusions on the examined issue are presented.

**Keywords:** Renewable energy sources, integration, electricity consumption, production.

### ВВЕДЕНИЕ

Общемировая выработка электроэнергии из всех типов возобновляемых источников – включая солнечные, ветровые, гидроэлектростанции и установки на биомассе – в 2023 г. выросла на 5,1%, а в абсолютном выражении – на 431 ТераВатт.час, что сопоставимо с годовым потреблением электроэнергии во Франции (464 ТВтч в 2023 г.).

По данным Ember, доля ВИЭ в глобальной структуре выработки электроэнергии увеличилась с 29,4% в 2022 г. до 30,3% в 2023 г., впервые в истории преодолев отметку в 30%.

Ключевой причиной стал рекордный ввод инфраструктуры возобновляемой энергетики. По данным Международного агентства по ВИЭ (IRENA), общемировой ввод солнечных панелей и ветроустановок достиг 461,5 гигаватта (ГВт), превзойдя установленную мощность атомных реакторов (374,6 ГВт к маю 2024 г., согласно данным МАГАТЭ). В результате в 2023 г. глобальная выработка на солнечных электростанциях увеличилась на 23% (на 307 ТВт ч), а на ветровых – на 10% (на 206 ТВт ч). Китай, обеспечивший свыше 60% глобального ввода мощности ветровых и солнечных генераторов, сыграл решающую роль и в фактическом приросте выработки электроэнергии. По данным Ember, на долю КНР в 2023 г. пришлось 60% прироста генерации на ветроустановках и 51% – на солнечных электростанциях [1].

Возобновляемые источники энергии становятся предпочтительной технологией, составив почти две трети глобальных добавочных мощностей к 2040 году, благодаря снижению затрат и поддержке правительственной политики. Это трансформирует глобальную энергетическую структуру: к 2040 году доля возобновляемых источников энергии в генерации вырастет до 40%, с 25% сегодняшних, хотя уголь остается крупнейшим источником, а газ остается вторым по величине [2].

С учетом изложенного, в целях определения развития региона в электроэнергетической сфере необходимо провести анализ состояния генерирующих источников в Объединенной энергосистеме Центральной Азии, куда входят энергосистемы Юга Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. Рассмотреть перспективные балансы мощности и электроэнергии с учетом интеграции возобновляемых источников энергии на основе ветряных и солнечных станций.

#### Текущее состояние генерирующих источников электрической мощности.

##### Казахстан

На 1 января текущего 2021 года установленная мощность электростанций Казахстана составила 23 621,6 МВт. Структура установленной мощности по типу электростанций Республики Казахстан представлена на нижеследующем рисунке.

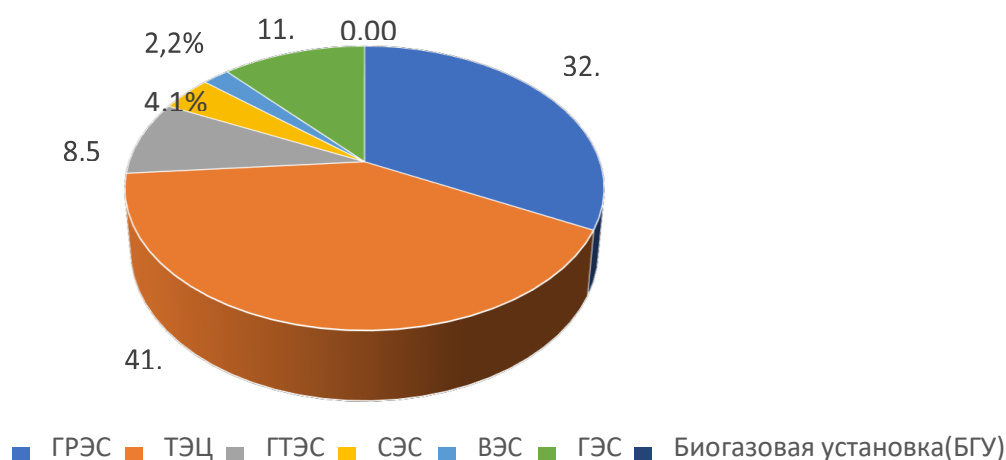


Рисунок 1. – Структура генерации установленной мощности по типу электростанций Казахстана

Отличительной особенностью электроэнергетики Казахстана является высокая доля пылеугольных ТЭС, в структуре паротурбинных ЭС РК. Мощность таких ТЭС составляет 13 407,0 МВт (или 56,76% мощности всех ЭС РК), при этом мощность ТЭС, использующих в качестве топлива низкосортный (высокозольный и низкорекреационный) Экибастузский уголь составляет 10 967,0 МВт (или 46,43% мощности всех ЭС РК).

Необходимо отметить, что основная масса угольных ТЭС были введены в эксплуатацию в 60-70 годах. Несмотря на постоянно проводимые работы по реконструкции действующего оборудования и замещению отработавшего свой ресурс, более 55% мощностей ТЭС имеют возраст более 30 лет и значительный физический износ.

#### Узбекистан

На 1 января 2021 года установленная мощность электростанций Узбекистана составляла 16 153 МВт. Структура установленной мощности по типу электростанций Республики Узбекистан представлена на нижеследующем рисунке.



Рисунок 2. – Структура выработки электроэнергии в 2021 г. в Узбекистане

Основной отличительной особенностью производства электрической энергии в Узбекистане высокая доля газовой генерации, более 85%.

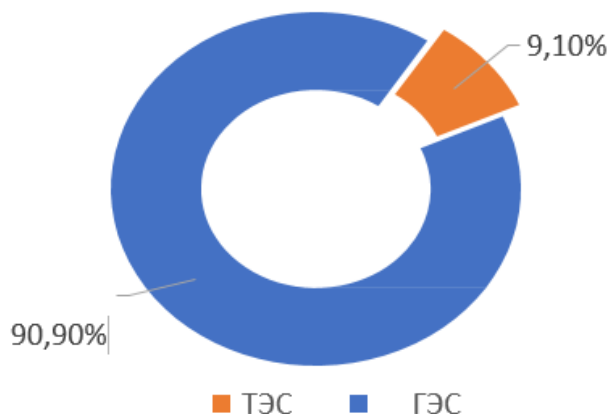
Тепловые электрические станции, суммарной мощностью 14 102,8 МВт (использующих в качестве топлива уголь, мазут и природный газ), доля которых в структуре электростанций (ЭС) страны, составляет 87,3 %, при этом:

Гидроэлектростанции, суммарной мощностью 2050,2 МВт (12,7 %), в том числе малые ГЭС мощностью менее 10 МВт - 85,7 МВт (0,53 %);

Одним из острых вопросов электроэнергетики Узбекистана – это весьма значительный износ основного генерирующего оборудования ТЭЦ и ТЭС несмотря на ввод в последние годы значительного объема ПГУ. Из 68 энергоблоков ТЭС, 75% имеют возраст выше 30 лет, суммарной мощностью 8 000 МВт.

#### Кыргызстан

На 1 января 2021 года установленная мощность электростанций Киргизии составляла 3 932,2 МВт, при этом следует отметить, что установленная мощность электростанций не меняется с 2016 года, когда на Бишкекской ТЭЦ-2 были введены два блока по 150 МВт. Структура установленной мощности по типу электростанций Республики Кыргызстан представлена на нижеследующем рисунке.



**Рисунок 3. – Структура выработки электроэнергии в 2020 г. в Киргизии**

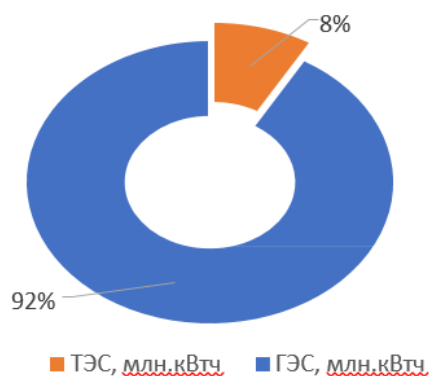
В составе электростанций Республики Кыргызстан находятся: Тепловые электрические станции, суммарной мощностью 862 МВт (использующих в качестве топлива уголь, мазут и природный газ), доля которых в структуре электростанций (ЭС) страны, составляет 22 %;

Гидроэлектростанции, суммарной мощностью 3070,2 МВт (78 %), в том числе малые ГЭС мощностью менее 10 МВт - 40,2 МВт (1 %).

Анализ показывает, что возраст более 82% генерирующего оборудования ГЭС, суммарной мощностью 2 790 МВт, превышает более 30 лет. Аналогичная ситуация складывается на ТЭЦ возраст более 63% основного генерирующего оборудования суммарной мощностью 447 МВт превышает более 30 лет.

#### **Таджикистан**

На 1 января текущего 2021 года установленная мощность электростанций Таджикистана составляла 6 418,1 МВт. Структура установленной мощности по типу электростанций Республики Таджикистан представлена на нижеследующем рисунке.



**Рисунок 4. – Структура выработки электроэнергии в 2020 г. в Таджикистане**

Мощность энергосистемы Таджикистана составляет 6418,1 МВт, причем на долю гидроэлектростанций приходится 5700,1 МВт (88,8%) всей установленной мощности, в том числе мощность малых ГЭС 11,6 МВт. Доля тепловых электростанций – 718 МВт или 11,2% от общей установленной мощности.

Возраст более 64% генерирующего оборудования электростанций Таджикистана, суммарной мощностью 4116 МВт, превышает более 30 лет. Из них более 66% установленных мощностей ГЭС и более 44% установленных мощностей ТЭС.

Перспективные балансы мощности и электроэнергии

Для рассмотрения прогнозных величин генерации и потребления электрической энергии и мощности использована информация, полученная как от национальных диспетчерских центров, так и в общедоступных источниках.

Балансы мощности и электроэнергии сформированы:

- на прогноз электропотребления и электрических нагрузок;
- развитие существующей генерации, вводы новых электростанций и объёмы ВИЭ, принятых в Концепции.

Балансы электроэнергии выполнены для генерации с учётом указанного развития существующих станций и ввода новых электростанций.

За максимальное число часов использования максимума (Тмакс) приняты:

- для тепловых э/с - на уровне отчетного 2020 года;
- для ВЭС, СЭС, мГЭС – согласно статистическим данным отчетного 2020 года;
- для мГЭС и ГЭС – на уровне отчетного 2020 года либо выработка по средней за период 2016–2020 гг.

В балансах предусмотрены объёмы и структура резервов:

- первичного в размере 2,5% от располагаемой мощности станций;
- вторичного в размере 8% от максимума нагрузки (текущее потребление), но не менее установленной мощности самого крупного блока.
- нормативный объем первичного и вторичного резервов мощности не регламентированы нормативными документами.

В балансе мощности учтены следующие величины рабочих мощностей возобновляемых и альтернативных источников энергии:

ветрогенераторных электростанций = 20% от их располагаемой электрической мощности;

солнечных (фото-) электростанций = 0, т.к. часы максимума приходятся на зимние месяцы и тёмное время суток;

мини ГЭС = 30% от их располагаемой электрической мощности;

Избыток (дефицит) электрической мощности (энергии) определяется как разность между генерацией и потребностью при учёте необходимого резерва.

Прогнозные балансы мощности и электроэнергии

### **Казахстан**

Перспективное увеличение нагрузок составит 22%, и к 2030 г. объем потребляемой мощности с учетом поддержания необходимых резервов составит 22 870 МВт. Объем располагаемой генерации вырастит на 39% и составит 26 042 МВт.

При этом, основной ввод мощностей начнется с 2024 г., соответственно дефицит мощности до 300 МВт будет сохраняться до конца 2024 г., далее баланс меняется в положительную сторону с избытком генерирующих мощностей свыше 1000 МВт.

На период до 2030 года в ЕЭС Казахстана планируется ввести ряд новых генерирующих мощностей в том числе ВИЭ. К крупным энергообъектам относится ввод третьего энергоблока на Экибастузской ГРЭС-2, перевод Алматинской ТЭЦ-2 на газ, строительство на территории Алматинской ТЭЦ-3 ПГУ-450, строительство манёвренной

генерации ПГУ-1000 Туркестан и ПГУ-250 Кызылорда и т.д., также намечается значительное увеличение возобновляемой и альтернативной энергетики, доля которой укрупненно составит порядка 30%.

Баланс Южной зоны ЕЭС Казахстана складывается с непокрываемым дефицитом в объеме 500-600 МВт до 2024 год. Далее после ввода новой генерации на Алматинских ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, малых ГЭС и т.д, дефицит южной зоны будет покрываться по транзиту «Север-Юг». К 2030 году избыток генерации позволит разгрузить транзит «Север-Юг», что создаст возможность обеспечения пропускной способности.

**Таблица 1. Баланс электроэнергии ЕЭС Казахстана до 2030 года.**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Дефицит (+)/ избыток (-)	5 100	4 800	1 400	1 300	1 300	1 200	1 300	1 300	1 300	1 200
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	117 600	119 700	123 200	125 800	129 700	131 900	134 500	136 900	138 900	141 200
Производство электроэнергии	112 500	114 900	121 800	124 500	128 400	130 700	133 200	135 600	137 600	140 000

Баланс электроэнергии до 2030 года складывается с незначительно дефицитным до 1,2 млрд.кВтч или 0,8%. При этом, несмотря на опережающий ввод генерации высокая доля возобновляемых и альтернативных источников имеют низкую выработку электроэнергии из-за природных факторов и соответствующего КИУМ.

#### **Узбекистан**

Перспективное увеличение нагрузок составит 76%, и к 2030 г. объем потребляемой мощности с учетом поддержания необходимых резервов составит 22 604 МВт. При этом, объем располагаемой генерации вырастит на 57% и составит 21 947 МВт. Следует отметить, что баланс мощности к 2030 году складывается дефицитным до 700 МВт. На период с 2023 г. ожидается дефицит до 1300 МВт, после 2024 г. появляется профицит в пределах 600-900 МВт.

На прогнозируемый период до 2030 года в НЭС Узбекистана структура генерации значительно изменится, планируется ввести ряд новых генерирующих мощностей в том числе, такие как ВИЭ и АЭС. К крупным энергообъектам относится ввод Джизакской АЭС мощностью 2400 МВт, ПГУ ACWA Power на СДТЭС-1 мощностью 1500 МВт, угольной станции Stone City Energy в районе Сурхана мощностью 1560 МВт, ПГУ на СДТЭС-2 мощностью 1500 МВт ожидается существенный ввод ВИЭ и гидроэнергетики. В результате при сравнении с 2021 годом к 2030 году доля ВИЭ (СЭС+ВЭС) составит 25%, АЭС-7,6%, при этом несмотря на существенный ввод новых мощностей доля гидроэнергетики снизится с 12,84% до 10,5%, газовая генерация снизится с 75% до 50,6%, угольная генерация снизится с 11,8 % до 5,6 %.

**Таблица 2. – Баланс электроэнергии ЭС Узбекистана до 2030 года.**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	г.	г.	г.	г.	г.	г.	г.	г.	г.	г.
Экспорт в Афганистан	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851	-2 851
Импорт (Туркменистан, Казахстан, Таджикистан), всего	5 307	4 471	5 801	5 601	7 244	7 110	7 615	8 459	9 118	11 743
Дефицит (+)/ избыток (-)	2 456	1 620	2 950	2 750	4 393	4 259	4 765	5 608	6 267	8 892
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	73 210	78 463	84 142	87 906	93 125	98 597	104 515	110 771	117 713	125 654
Производство электроэнергии	70 753	76 843	81 192	85 155	88 732	94 338	99 751	105 163	111 446	116 762

Прогнозируемый баланс электроэнергии по энергосистеме Узбекистана до 2030 года будет дефицитным, при чем дефицит будет увеличиваться с нарастанием и составит в среднем 9 млрд.кВтч или 7,6%. При этом следует отметить, что дефицит электроэнергетики будет непокрываемым собственной генерацией. Вместе с этим, стабильно сохраняется экспорт электроэнергии в Афганистан в объеме 2,8 млрд.кВтч. В общем балансе покрытие потребления будет осуществляться за счет импорта из Туркменистана и Таджикистана в объеме от 5 до 11 млрд.кВтч к 2030 году.

### **Кыргызстан**

Перспективный рост нагрузок составит 30%, в результате к 2030 г. объем потребляемой мощности с учетом поддержания необходимых резервов составит 4 642 МВт.

Вместе с этим, объем располагаемой генерации вырастит на 84% и составит 7 019 МВт. При этом до 2025 г. в связи с отставанием реабилитации на Токтогульской ГЭС, и переносов ввода Камбаринской ГЭС-2, в кыргызской энергосистеме будет дефицит мощности до 100 МВт. Далее к 2030, году ожидается профицит до 2300 МВт.

К 2030 году структура генерации в кыргызской энергосистеме существенно изменится, в связи с строительством СЭС Балыкчи 500 МВт, и СЭС Тору-Айгыр 300 МВт доля ВИЭ составит 9,6%. Далее ожидается поэтапный ввод Кара-Кечинской ТЭС мощностью 900 МВт и доля угольной генерации составит 21,3%. Из крупных ГЭС ожидается поэтапный ввод Камбарата-2 ГЭС -210 МВт, Камбарата-1 ГЭС - 1800 МВт. В результате доля ГЭС составит 68,7%. Следует отметить, что строительство Камбаринской ГЭС-1 позволит существенно увеличить экспорта электроэнергии.

**Таблица 3. Баланс электроэнергии ЭС Узбекистана до 2030 года**

	2021	2022 г.	2023 г.	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	г.			г.	г.	г.	г.	г.	г.	г.
в.т.ч Экспорт по проекту “CASA-1000”	-	-	-		-1 545	-1 595	-1 740	-1 740	-1 738	- 1738

Дефицит (+)/ избыток (-)	618	954	308	815	-1 332	-3 821	-5 746	-7 415	-8 676	-8 563
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	16 020	17 070	17 403	17 909	18 345	18 734	19 238	19 584	19 935	20 294
Производство электроэнергии	15 408	16 115,9	17 094,3	17 094	21 222	24 150	26 454	28 739	30 348	30 596

В связи с зависимостью выработки электроэнергии на Токтогульской ГЭС от наполнения водой водохранилища, а также уменьшением приотчности реки Нарын в период до 2025 г. кыргызская энергосистема будет испытывать дефицит электроэнергии в пределах 800 млн.кВтч. С 2025 г. ожидается экспорт электроэнергии по линии CASA-1000 в сторону Пакистана в объеме контракта 1 545 млн. кВтч. При этом следует отметить, что в случае отставания реабилитации Токтогульской ГЭС и Камбартинской ГЭС-2 и обеспечения поставок электроэнергии по проекту CASA-1000 кыргызской энергосистема столкнется с еще более масштабным дефицитом для внутреннего покрытия нагрузок.

#### Таджикистан

К 2030 г. прогнозный объем потребления вырастет на 20% и составит 5 088 МВт, при этом объем располагаемой генерации возрастет на 80 % до 10 700 МВт. Ожидаемый избыток мощности будет колебаться в интервале 5 500 МВт.

На прогнозируемый период структура генерации в таджикской энергосистеме произойдут следующие изменения, в 2024 г. ввод в эксплуатацию Сев.Таджикской СЭС и Гулистонской СЭС общей мощностью 60 МВт, в 2024 г. по этапный ввод в эксплуатацию Душанбинской ТЭЦ-3 общей мощностью 450 МВт, с 2025 г. по этапный ввод в эксплуатацию Фон-Ягнобкая ТЭС общей мощностью 600 МВт. По этапное увеличение мощности на Рогунской ГЭС до 3600 МВт, в 2025 г. по этапный ввод в эксплуатацию Шуробской ГЭС до 750 МВт. Таким образом, доля СЭС к 2030 г. составит 0,5%, доля ГЭС 86%, доля газовой генерации 3,4%, доля угольной генерации вырастит с 2% до 9,4%.

Таблица 4. – Баланс электроэнергии энергосистемы Таджикистана до 2030 года.

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Экспорт в Афганистан	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500
Экспорт в Узбекистан	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500	-1 500
в.т.ч Экспорт по проекту “CASA- 1000”	-	-	-	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000	-3 000
Дефицит (+)/ избыток (-)	-1 037	-1 057	-1 080	-4 781	-6 083	-6 391	-6 087	-7 117	-7 010	-7 039
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	17 987	18 347	18 713	19 088	19 469	19 859	20 256	20 661	21 074	21 496



Производство электроэнергии	22 024	22 404	22 793	29 869	31 552	32 250	32 343	33 778	34 084	34 535
--------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

На период до 2030 г. баланс электроэнергии складывается следующим образом экспорт электроэнергии в Афганистан до 1 500 млн.кВтч, экспорт в Узбекистан до 1500 млн.кВтч, с 2024 г. экспорт по проекту CASA-1000 в объеме 3 000 млн.кВтч. При этом, обеспечивая указанный экспорт электроэнергии, в связи со значительным вводом генерации таджикская энергосистема будет обладать избытком до 7 000 млн.кВтч.

**Совмещенный баланс ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА**

При совместном рассмотрении баланса мощности ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА, можно сказать, что нагрузка к 2030 году составит 65,6 ГВт, и прирост составит 54%. При этом рассмотрение баланса мощности в общем составе всех энергосистем показывает достаточно позитивную ситуацию с избытком генерации.

**Таблица 5. Прогнозный баланс мощности ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА до 2030 г.**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Генерация	42 384	44 016	43 646	47 238	53 223	58 235	59 848	61 061	61 676	65 685
Дефицит (+)/ избыток (-)	-3 205	-3 222	-909	-3 109	-7 236	-10 591	-10 479	-9 919	-8 674	-10 480
Потребность	38 784	40 399	42 343	43 734	45 571	47 212	48 913	50 665	52 506	54 698

Однако учитывая, сетевые ограничения по пропускной способности транзита «Север-Юг», а также подключение к параллельной работе энергосистемы Таджикистана в 2024 г, складывается следующий баланс мощности.

**Таблица 6. Прогнозный баланс мощности Южной зоны ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА до 2030 г. с учетом сетевых ограничений**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Генерация	27 102	28 855	28 508	31 683	36 938	41 319	43 115	44 121	44 769	47 839
Дефицит (+)/ избыток (-)	1 291	1 525	3 992	2 568	-4 176	-7 132	-7 442	-6 940	-6 530	-7 464
Потребность	20 160	21 355	22 567	23 576	29 469	30 864	32 273	33 752	35 352	37 203

До 2024 г. Южная зона ЕЭС Казахстана, а также энергосистемы Узбекистана и Кыргызстана будут сталкиваться с не покрываемым дефицитом мощности в пределах 1,5-3 ГВт. Далее после подключения к параллельной работе энергосистемы Таджикистана в 2024г. ситуация начнет улучшаться за счет генерирующих мощностей Таджикистана.

**Таблица 7. Прогнозный баланс электроэнергии ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА до 2030 г.**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Дефицит (+)/ избыток (-)	4 137	3 317	2	-6 492	-9 267	-12 348	-13 238	-15 364	-15 856	-13 243
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	224 822	233 580	243 458	250 703	260 639	269 090	278 510	287 916	297 622	308 644
Производство электроэнергии	220 685	230 263	243 456	257 195	269 906	281 438	291 748	303 280	313 478	321 893

К 2030 году общий объем потребления электроэнергии ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА составит 308 млрд.кВтч, что больше по сравнению с 2021 г. на 37,5%.

**Таблица 8. Прогнозный баланс электроэнергии Южной зоны ЕЭС Казахстана и ОЭС ЦА до 2030 г.**

	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Дефицит (+)/ избыток (-)	4 974	4 618	4 682	5 045	-5 478	-5 972	-5 106	-4 826	-3 472	-266
Потребление электроэнергии, с учетом резерва	114 835	121 777	128 545	133 571	159 451	166 350	173 926	181 699	190 193	199 725
Производство электроэнергии	109 861	117 159	123 863	128 526	164 929	172 322	179 032	186 525	193 665	199 992

### ВЫВОДЫ

1. Во всех энергосистемах Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана необходимо при составлении прогнозных балансов учитывать необходимые резервы первичного и вторичного регулирования, первичного в размере 2,5% от располагаемой мощности станций, вторичного в размере 8% от максимума нагрузки (текущее потребление), но не менее установленной мощности самого крупного блока. А также объемы выработки электроэнергии от ВИЭ и малых ГЭС. Ветрогенераторных электростанций = 20% от их располагаемой электрической мощности, солнечных (фото-) электростанций = 0, т.к. часы максимума приходятся на зимние месяцы и темное время суток, мини ГЭС = 30% от их располагаемой электрической мощности.

2. Отдельное рассмотрение перспективных балансов мощности и электроэнергии ЕЭС Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана показывает, что если не учитывать ввод новых генерирующих мощностей в энергосистемах региона, то каждой энергосистеме по отдельности будет сложно или невозможно покрыть растущий объем потребления;

3. Значительный ввод возобновляемых источников энергии таких как ВЭС, СЭС и малые ГЭС увеличивают установленную мощность, однако КИУМ таких станций не высокий в результате выработка электроэнергии от таких видов не обеспечивает избыточный баланс, что обуславливает дефицит генерации в таких странах как Узбекистан и Казахстан.

#### Использованные источники

1. Инновации в энергетике: мировой опыт. НИЦ МКВК Центральной Азии. Ташкент .2024. Доля ВИЭ в глобальной выработке электроэнергии впервые превысила 30%. <https://energyland.info/news-show-tek-alternate-256516> Опубликовано 15.05.2024.
2. К.Р.Аллаев. Современная энергетика и перспективы её развития. Ташкент. «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi». 2021.
3. Концепция обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020-2030гг.[https://minenergy.uz/uploads/1a28427c-cf47-415e-da5c-7d2c7564095\\_media.pdf](https://minenergy.uz/uploads/1a28427c-cf47-415e-da5c-7d2c7564095_media.pdf).
4. Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 г. <https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/>.
5. Программа "Внедрение политики энергосбережения и энергоэффективности в Кыргызской Республике на 2023-2027 годы". <https://cbd.minjust.gov.kg/160277/edition/1264523/ru>.
6. Перспективы развития возобновляемой энергетики в Республике Таджикистан. <https://www.mewr.tj/?p=3129>.