



Zamonaviy elektr energetika tizimlarida talabni boshqarish

Olga V. Radionova¹, Rashid A. Situdikov^{1,a)}

^{1a)} DSc, prof., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

¹ PhD, dots., Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent, 100095, O'zbekiston; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>

Dolzarbli: so'nggi yillarda dunyoning ko'plab mamlakatlarida sodir bo'layotgan energetika almashinuvi munosabati bilan O'zbekistonda energetika almashinuvi jarayonlari amalga oshirilmoxda. Yashil energiyaga burilish va energiya manbalarini diversifikasiya qilish, bozor munosabatlarini rivojlantirish, energetika sohasini raqamlashtirish va intellektuallashtirishning jiddiy muammolari bilan bog'liq. Bunday sharoitda o'tishning barcha bosqichlarida iste'molchilarни elektr energiyasi bilan ta'minlashning ishonchliligini va turli rejimlarda elektr energiya tizimlarini (EET) ta'minlashni bajarish kerak. Shu sababli, iste'molchilarни yuqori sifatlari elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun ishonchli tadqiqot usullaridan foydalanish, shu jumladan beqaror rejimga ega shamol va quyosh elektr stantsiyalarini ishlatalmoqda. Bunday usullardan biri - talabni operativ boshqarishdir (demand response).

Maqsad: shamol va quyosh elektr energiyasi manbalarining beqaror ishlab chiqarilishi bilan taqchillik rejimlarini operativ muvozanatlash uchun talabni boshqarish usullaridan foydalanishni tahlil qilish va asoslash.

Usullari: xalqaro tajriba va talabni boshqarishning qiyosiy tahlil usullaridan foydalaniildi.

Natijalar: yashilga o'tish davrida va O'zbekiston EETda shamol va quyosh qurilmalari bilan bozor munosabatlarini joriy etish davrida, shamol va quyosh qurilmalarining beqaror ishlashini samarali muvozanatlash uchun talabni operativ boshqarish usullaridan foydalanish zarur. Tahlil asosida talabni boshqarish usullaridan foydalanish bo'yicha tegishli takliflar kiritiladi.

Kalit so'zlar: EET energiyaga o'tish, shamol va quyosh energiyasini ishlab chiqarish, talabni boshqarish, taqchillik rejimlari, muvozanatlash rejimlari, shartnoma munosabatlari, iste'molchi reguluatorlari.

Управление спросом в современных электроэнергетических системах

Ольга В. Радионова¹, Рашид А. Ситдиков^{1,a)}

^{1a)} DSc, проф., Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

¹ PhD, доц., Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>

For citation: Radionova O.V., Situdikov R.A. Demand response in the modern power systems. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2025, no. 1, pp. 17-23.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15094558>

Received: 12.01.2025
Revised: 08.02.2025
Accepted: 23.03.2025
Published: 26.03.2025

Copyright: © Olga V. Radionova, Rashid A. Situdikov, 2025. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/> 4.0).

Актуальность: в последние годы, в связи с энергетическим переходом, происходящим во многих странах мира, начались процессы энергетического перехода в Узбекистане. Переход связан с разворотом к зелёной энергетике и решением проблемы диверсификации источников энергии, развитием рыночных отношений, цифровизацией и интеллектуализацией энергетической сферы. В таких условиях, на всех этапах перехода необходимо обеспечить надежность электроснабжения потребителей и функционирования электроэнергетических систем (ЭЭС) в различных режимах. Поэтому проведение исследований по использованию эффективных методов надёжного обеспечения потребителей качественной электрической энергией, в том числе при эксплуатации ветровых и солнечных электростанций с неустойчивыми режимами, является актуальным. Одним из таких эффективных методов является оперативное управление спросом (demand response).

Цель: анализ и обоснование применения методов управления спросом для оперативной балансировки дефицитных режимов при неустойчивой генерации ветровых и солнечных источников электроэнергии.

Методы: используется международный опыт и сравнительный анализ методов управления спросом.

Результаты: при зелёном переходе и внедрении рыночных отношений в ЭЭС Узбекистана с ветровыми и солнечными установками необходимо использование методов оперативного управления спросом для эффективной балансировки неустойчивой работы ветровых и солнечных установок. На основе анализа сделаны соответствующие предложения по применению методов управления спросом.

Ключевые слова: ЭЭС, энергетический переход, ветровая и солнечная генерация, управление спросом, дефицитные режимы, балансировка режимов, договорные отношения, потребители-регуляторы.

Demand response in the modern power systems

Olga V. Radionova¹, Rashid A. Situdikov^{1,a)}

^{1a)} DSc, prof., Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-0761-0787>

¹ PhD, assoc.prof., Tashkent State Technical University, Tashkent, 100095, Uzbekistan; tstu_energy@mail.ru <https://orcid.org/0009-0009-3909-4888>



Relevance: in recent years, due to the energy transition taking place in many countries of the world, energy transition processes are taking place in Uzbekistan. The transition is associated with a turn to green energy and serious problems of diversification of energy sources, development of market relations, digitalization and intellectualization of the energy sector. In such conditions, at all stages of the transition, it is necessary to ensure the reliability of electricity supply to consumers and the provision of electric power systems (EPS) in various modes. Therefore, conducting a study on the use of reliable methods for providing consumers with high-quality electrical power, including when operating wind and solar power plants with unstable modes, is relevant. One of such methods is operational demand response.

Aim: analysis and justification of the use of demand management methods for the operational balancing of deficit modes with unstable generation of wind and solar electricity sources.

Methods: international experience and methods of comparative analysis of demand management are used.

Results: in the green transition and implementation of market relations in the EPS of Uzbekistan with wind and solar installations, it is necessary to use operational demand response methods for effective balancing of the unstable operation of wind and solar installations. Based on the analysis, appropriate proposals were made for the application of demand response methods.

Keywords: EPS, energy transition, wind and solar generation, demand response, deficit modes, mode balancing, contractual relations, consumer-regulators.

1. Введение (Introduction)

Мировой энергетический переход [1-3], активно развивающийся во многих странах после 2000-х годов, дал толчок процессам изменений и в энергетике Республики Узбекистан. Необходимость энергетического перехода связана с истощением запасов ископаемых видов топлива, экологическими и климатическими изменениями, интенсивным развитием зелёной энергетики, увеличивающимся энергопотреблением, внедрением цифровизации и интеллектуализации, углублением рыночных принципов в энергетике и др. Под энергетическим переходом понимается значительное структурное изменение в электроэнергетической системе (ЭЭС), когда в ходе энергоперехода увеличивается доля новых первичных источников энергии, происходит постепенное вытеснение старых источников в общем объёме энергопотребления [4,5], приводящее к изменениям различных процессов в ЭЭС; всё это характерно для сегодняшней ситуации в энергетике Узбекистана.

Проблема заключается в том, что на всех этапах перехода, а также в перспективе, необходимо обеспечить надёжное и эффективное функционирование ЭЭС, в состав которой включается всё большее количество мощных ветровых и солнечных электростанций (ВЭС и ФЭС) имеющих переменчивые, неустойчивые режимы. Необходимо проведение научно-прикладных исследований по обеспечению надёжности потребителей качественной электрической энергией в условиях энергоперехода. Международный опыт показывает, что одним из эффективных методов повышения надежности ЭЭС является управление спросом (demand response), поэтому весьма актуален анализ и обоснование применения методов управления спросом (УС) для повышения надёжности и гибкости режимов ЭЭС Узбекистана.

Необходимо отметить, что в настоящее время в Республике Узбекистан принят и реализуется ряд нормативно-правовых документов нового поколения, касающийся сферы энергетики [6-8], и связанные с энергопереходом; такие как закон № ЗРУ-939 «Об электроэнергетике» от 07.08.2024 г., закон № ЗРУ-940 "Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности" от 07.08.2024 г., постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 204 «О дополнительных мерах по внедрению рыночных механизмов в топливно-энергетической сфере» от 16.04.2024 г. и другие.

Такие документы знаменуют активное становление разворота энергетики республики к диверсификации источников для повышения надёжности и увеличения производства энергии, интенсификации использования зелёной (безуглеродной) энергетики, внедрению рыночных принципов, применению передовых технологий и др. Для надёжного обеспечения потребителей топливно-энергетическими ресурсами в документах предусматривается поэтапный переход, внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ), широкое использование энергосберегающих технологий и постепенный переход на рыночное ценообразование энергоресурсов.

В работе анализируется применение методов управления спросом для повышения надёжности, управляемости и эффективности режимов ЭЭС, в том числе в период дефицитных ситуаций, часто возникающих из-за переменчивых режимов ВЭС и ФЭС.

2. Методы и материалы (Methods and materials)

Управления спросом. В мире даётся следующее толкование этому процессу: управление спросом на электроэнергию (demand response) - это изменение потребления электроэнергии конечными потребителями относительно их нормального профиля нагрузки для того, чтобы



снизить потребление в периоды высоких цен на электроэнергию на оптовом рынке или когда системная надёжность под угрозой [2]. Управление спросом (УС) на электроэнергию означает планирование и осуществление комплексной деятельности как в ЭЭС, так и в среде её потребителей, которая воздействует на характеристики генерирования и использования электроэнергии, изменяет конфигурацию графика нагрузки энергосистемы при сохранении баланса между генерацией и потреблением [9,10].

Управление спросом может снижать цены на электроэнергию на оптовом рынке, что, в свою очередь, приводит к снижению цен на розничном рынке [11]. В мире управление спросом получило широкое признание как средство обеспечения надёжности энергоснабжения, интеграции возобновляемых источников энергии, повышения конкуренции на рынке электроэнергии и расширения возможностей потребителей [12]; УС используется как способ выравнивания резкоизмененных графиков нагрузки ЭЭС, применяется для оптимального управления дефицитными режимами ЭЭС и др.

Применение УС при оптимизации дефицитных режимов. Особую актуальность приобретает управление спросом (электропотреблением) в период дефицитных, а также послеаварийных режимов ЭЭС. Дефицитные режимы, по различным причинам, могут возникать в целом по ЭЭС или в локальных её частях из-за проведения ремонтов ЛЭП и оборудования подстанций, оперативных ограничений на топливные (на ТЭС) и водные ресурсы (на ГЭС); могут быть вызваны неустойчивыми режимами работы ВЭС и ФЭС и других причинами. В периоды таких режимов, для обеспечения надёжности и бесперебойности электроснабжения, рационально использовать механизмы управления спросом на основе договорных ограничений с потребителями, позволяющих оптимизировать режимы как ЭЭС, так и её потребителей в дефицитных периодах. Механизмы основаны на том, что многие потребители, в том числе промышленные, имеют возможности в определённых периодах времени ограничивать свою потребление на 3-20 % и более, от своей нагрузки, участвуя в управлении спросом без больших ущербов и капиталовложений. Это положительно отражается на конфигурации суммарного графика нагрузки ЭЭС, поэтому системному оператору (или агрегатору) необходимо заключать соответствующие договоры с такими потребителями об использовании их регулировочных возможностей при управлении спросом.

Вопросы регулирования графиков электрической нагрузки с целью их выравнивания непосредственно связаны с задачами прогнозирования режимов работы ЭЭС, в том числе с оперативными прогнозами режимов ВЭС и ФЭС. Прогнозирование и последующая оптимизация режимов заключаются в том, что на основе прогноза суммарного графика потребления на последующий период времени (часы, сутки), производится оптимальное распределение нагрузки между всеми электростанциями ЭЭС; а при появлении прогноза о дефиците генерации в какой-то период из-за переменчивых режимов ВЭС или ФЭС, планируются мероприятия по управлению спросом.

При традиционном подходе к задаче оптимального управления режимами ЭЭС, уравнение баланса (без учёта потерь) имеет вид:

$$\sum (P_i^{\text{per}}) + \sum (P_j^{\text{непер}}) = \sum \Pi_k; \quad (1)$$

где правая часть уравнения $\sum \Pi_k$ – суммарная мощность всех потребителей, $k = \{1, r\}$, r – количество потребителей; левая часть $\sum (P_i^{\text{per}}) + \sum (P_j^{\text{непер}})$ – сумма мощностей всех станций ЭЭС, P_i^{per} – мощности регулируемых (расчетных) станций; $P_j^{\text{непер}}$ – мощности нерегулируемых (нерасчётных) станций, мощности ВЭС и ФЭС входят в состав нерасчётных станций, $\{i = 1, m\}$, m – количество расчётных станций, $\{j = 1, n\}$, n – количество нерасчётных станций.

Рассмотрим правую часть уравнения баланса (1), разделив её на две части: регулируемую и нерегулируемую:

$$\sum \Pi_k = \sum \Pi_k^{\text{per}} + \sum \Pi_k^{\text{непер}}. \quad (2)$$

Здесь Π_k^{per} – регулируемая часть мощности потребителей; $\Pi_k^{\text{непер}}$ – нерегулируемая часть мощности потребителей.

Уравнение (1) приобретает вид:

$$(\sum P_i^{\text{per}} + \sum P_j^{\text{непер}}) = (\sum \Pi_k^{\text{per}} + \sum \Pi_k^{\text{непер}}); \quad (3)$$

где левая часть – это сумма графиков нагрузок станций с регулируемыми (P_i^{per}) и нерегулируемыми ($P_j^{\text{непер}}$) мощностями. Правая часть состоит из регулируемых (Π_k^{per}) мощностей для управлению спросом и нерегулируемых ($\Pi_k^{\text{непер}}$) мощностей потребителей. Управляющие воздействия можно накладывать на регулируемые мощности как в левой, так и правой частях балансового уравнения (3). Возможность варьирования составляющими в обеих частях уравнения значительно повышает гибкость и эффективность управления режимами ЭЭС.

Договорные мероприятия с потребителями по управлению спросом являются современны-



ми энергосберегающими способами повышения энергоэффективности различных режимов, особенно дефицитных. Управление спросом охватывает функции, связанные с воздействием на потребителей по регулированию графиков нагрузки, которое увеличивает возможности энергосистемы по эксплуатационной маневренности и принятию гибких решений при балансировке мощностей потребления и генерации.

Взаимосвязь УС с энергоэффективностью. При управлении спросом на электроэнергию происходит смещение потребления с пиковых периодов на внепиковые, повышается энергоэффективность за счёт снижения потребления электроэнергии в пиковый период и повышения во внепиковый. Внедрение во внепиковый период более эффективного оборудования и/или эффективное управление существующим оборудованием, проводимое совместно с УС, может значительно повысить энергоэффективность ЭЭС. Кроме этого, управление спросом может оказывать также влияние на уменьшение суммарного потребления энергии.

Способы привлечения потребителей к управлению нагрузкой. Существуют два основных подхода к привлечению потребителей к управлению нагрузкой [13]:

- неявное управление спросом (*implicit demand response*), основанное на применении различных видов дифференцированных по времени тарифов на электроэнергию и/или поведенческих стимулов,
- явное управление спросом (*explicit demand response*), предполагающее непосредственное управление нагрузкой потребителя.

Использованию дифференцированных тарифов способствуют системы АИИСКУЭ, оснащённые электронными счётчиками, приспособленными для работы с различными видами тарифов. Основным видом дифференциированного тарифа является тариф по времени (зонам) суток (*time-of-use pricing*), который предполагает разделение суток на несколько (два и более) интервалов («зон»), для каждого из которых установлена фиксированная цена на электроэнергию. Имеются и другие виды тарифов, а также система скидок для привлечения потребителей к процессам управления спросом.

Непосредственно управление нагрузкой потребителя может осуществляться как самим потребителем, так и автоматизированным или автоматическим управлением нагрузкой потребителя через АИИСКУЭ из диспетчерского центра (системным оператором или организацией - агрегатором).

Виды нагрузок для участия в управлении спросом. В управлении спросом могут принимать участия самые разные виды оборудования промышленных, сельскохозяйственных, коммерческих и бытовых потребителей. Большим разнообразием в контексте управления спросом отличаются промышленные потребители, участие которых в управлении спросом связано со смещением графика потребления на периоды более низких цен, остановом или снижением интенсивности производственного процесса. УС может быть связано с полным или частичным отключением систем освещения, вентиляции и кондиционирования, а также использованием собственных источников и/или накопителей электроэнергии.

Бытовые и коммерческих потребители также имеют возможности для управления спросом, особенно если у них внедрены АИИСКУЭ, технологии «умного дома», имеются источники бесперебойного питания, накопители электроэнергии, «интернет вещей» и другие инновации, позволяющие оперативно и дистанционно управлять потреблением электрооборудования.

Массовое внедрение электромобилей с аппаратурой для их зарядки, может эффективно использовать для управления спросом на электроэнергию.

Роль организаций-агрегаторов. В условиях развития энергетического рынка, потребители с регулируемой нагрузкой могут участвовать в УС как самостоятельно, так и с помощью специализированных организаций - агрегаторов нагрузки (*demand response aggregators*). Необходимость появления таких организаций обусловлена тем, что розничные потребители не являются субъектами оптового рынка электроэнергии, не связаны с его инфраструктурой, и в большинстве случаев не знают правил работы рынка. При этом единичная мощность потребителя может быть слишком низкой, а количество потребителей — слишком большим для организации, управляющей работой энергорынка. Компании-агрегаторы организуют и объединяют регулировочные возможности отдельных потребителей в более крупные блоки, выступая в качестве посредников между потребителями и инфраструктурой энергетического рынка. Агрегаторы нагрузки могут оснащать потребителя необходимым для снижения потребления оборудованием, консультировать по вопросам технологии разгрузки, разрабатывать оптимальные программы участия потребителей в управлении спросом и т.д. [14]. В качестве агрегаторов нагрузки могут выступать энергосбытовые организации или независимые компании.

Агрегаторы управления спросом, являясь участниками оптового рынка электроэнергии, управляют изменением нагрузки группы потребителей, чтобы продавать совокупность регулировочных способностей этих потребителей как единый объект в качестве товара/услуги на оптовом рынке и/или на рынке системных услуг. Агрегатор осуществляет приём сигналов на



изменение потребления от инфраструктурных организаций, в соответствии с предъявляемыми на оптовом рынке требованиями, распределяет необходимый объем разгрузки между потребителями и информирует их в удобном формате - электронное письмо, телефонный звонок или дистанционный сигнал непосредственно в систему управления оборудованием [15,16].

Обеспечивая применение ресурса УС в механизмах оптового рынка, агрегаторы управления спросом способствуют повышению эффективности управления ЭЭС, снижению цен на электрическую энергию, получают вознаграждение от системного оператора.

3. Результаты и обсуждение (Results and discussion)

Результаты анализа показывают, что управление спросом (УС) эффективно для решения оперативных задач оптимального управления и балансировки в условиях рынка, особенно при дефицитных режимах ЭЭС возникающих, в том числе, из-за стохастической и переменчивой генерации мощных ВЭС и ФЭС.

Таблица 1. Перспективная структура мероприятий по управлению спросом на электроэнергию для условий Узбекистана

Table 1. Prospective structure of electricity demand response for Uzbekistan's conditions

Постоянные неявные мероприятия по управлению спросом	
1	внедрение дифференцированных тарифов и скидок при УС
2	проектирование и строительство потребителей-регуляторов (ПР) и накопителей энергии
3	повышение точности моделей прогнозирования режимов мощных ВЭС и ФЭС
4	субсидирование внедрения и применения аккумулирующего оборудования
5	улучшение степени компенсации реактивной мощности в электросетях и у потребителей
6	административно-организационные мероприятия по усилению разновременности электропотребления, стимулирование многосменной работы предприятий.
7	разработка и внедрение различных программ, способствующих управлению спросом
8	внедрение энергоэффективных технологий и методов энергосбережения
9	периодическое проведение энергоэкспертиз и энергоаудитов о возможностях УС
10	субсидирование покупок потребителями энергоэффективного оборудования
11	стимулирование применения ВИЭ и зелёных закупок
12	соглашения о совместном УС с ЭЭС и потребителями стран Центральной Азии
13	государственная и правовая поддержка всех мероприятий по управлению спросом
Оперативные мероприятия управлению нагрузкой ЭЭС при дефицитных режимах	
14	УС согласно заключённым с потребителями договорам с использованием АИИСКУЭ
15	балансировка мощности ЭЭС изменением нагрузок потребителей-регуляторов (ПР)
16	допустимые снижения напряжения и частоты в пределах стандартных параметров
17	обращения по радио и телевидению к населению отключить неиспользуемые приборы
18	важные отключения потребителей 3 категории при дефиците мощности
19	использование накопителей-аккумуляторов и ГАЭС
20	подключение резервной мощности ЭЭС стран Центральной Азии
Аварийные мероприятия	
21	срабатывание очередей автоматической частотной разгрузки (АЧР)
22	отключения потребителей при авариях
23	коммутация мощностей от ЭЭС стран Центральной Азии и России

Применение конкретных методов зависит от многих факторов, связанных с параметрами ЭЭС, видов ВИЭ, потребителей и другими условиями. Например, от категории потребителей, их мощностей, технологических процессов, технической оснащенности; от типов и параметров резервирующих видов установок и оборудования ЭЭС, видов используемых тарифов, степени внедрения локальных и возобновляемых источников энергии, времени суток и года, климатических и географических условий и т.д. Каждая энергосистема, любые её элементы, как и потребители, имеют свои индивидуальные качества, которые влияют на выбор и применение того и/или иного метода управления спросом.

Мировой опыт. Управление спросом на электроэнергию сегодня стало востребованным и значимым инструментом регулирования баланса спроса и предложения на рынках электроэнергии по всему миру. Рынок управления спросом на электроэнергию в последние годы остаётся стабильным и, как ожидается, будет расти в будущем.

На сегодняшний день доминирующим рынком остается Северная Америка, а на Азиатско-



Тихоокеанский регион приходится более 10% мирового рынка управления спросом на электроэнергию, при этом увеличение числа интеллектуальных приборов учёта является важным фактором для дальнейшего роста.

В зарубежных энергосистемах внедрение механизма управления спросом позволило организовать централизованное управление ресурсами потребителей в объёме 2–6% от пикового спроса, или 0,5–14 ГВт мощности (США (PJM) - 13,9 ГВт, Южная Корея (KEPCO) — 3,2 ГВт, Онтарио, Канада (IESO) - 0,7 ГВт, Великобритания (National Grid) - 0,5 ГВт), что позволяет потребителям уменьшать платежи за электроэнергию на 0,6-1,7% [2].

Кроме того, надо отметить, что в зарубежных механизмах управления спросом реализованы различные возможности участия, например:

- прямое управление спросом (применяется, прежде всего, для обеспечения участия в управлении спросом бытовых потребителей);
- гарантированный сброс нагрузки (применяется для аварийного управления спросом, включаемого в последнюю очередь при крайней необходимости и поэтому оплачивается по сниженной ставке);
- программа быстрого резерва (применяется для обеспечения стабильности частоты системы в случае непредвиденного роста спроса или снижения предложения и недостаточности частотного регулирования).

4. Заключение (Conclusion)

Энергетический переход Республики Узбекистан к зелёной энергетике с преобладанием ВЭС и ФЭС [17] требует использования современных методов управления спросом, в том числе для повышения гибкости при балансировке обычных и дефицитных режимов ЭЭС, которые часто возникают из-за переменчивости мощности ветровых и солнечных установок. На основе международного опыта можно сделать вывод о том, что использование методов управления спросом является очень эффективным и экономичным для управления дефицитными режимами ЭЭС, выравнивания графиков потребления и снижения тарифов на электротехнику, особенно в рыночных условиях.

В работе сделан анализ задач управления спросом, разработаны и предлагаются различные методы управления электропотреблением в период энергетического перехода Узбекистана.

Техническое обеспечение выполнения УС на практике осуществляется использованием АИИСКУЭ, в которых заложено использование дифференцированных тарифов, предусмотрены возможности ограничения/отключения потребителей. Требуется переход от простого учета и контроля электроэнергии к взаимовыгодному для ЭЭС, потребителей и государства управлению электропотреблением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мировые запасы природных ресурсов: на сколько лет Земле хватит полезных ископаемых? [Электронный ресурс]: URL: <https://lindeal.com/trends/mirovye-zapasy-prirodnykh-resursov-na-skolkko-let-zemle-khvatit-poleznykh-iskopayemykh> (дата обращения: 21.05.2023).
2. World Energy Council. 2014. Global Energy Transitions. Дата обращения: 16 октября 2021. Архивировано 14 декабря 2017 года.
3. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. –Ташкент: Фан ва технология. 2009. - 463 с.
4. Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики России. [Электронный ресурс] Ж ГКДЖ [https://www.economy.gov.ru/material/file/3723842_eac0fb0c0e7a789f2b8996усиодфт_ъукшзкшифезиозва.\(дата обращения – 28.05.2023\).](https://www.economy.gov.ru/material/file/3723842_eac0fb0c0e7a789f2b8996усиодфт_ъукшзкшифезиозва.(дата обращения – 28.05.2023).)
5. Chappells Heather, Vanessa Taylor, eds. "Energizing the Spaces of Everyday Life: Learning from the Past for a Sustainable Future," RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society 2019, no. 2. doi.org/10.5282/rcc/8735.
6. Закон Республики Узбекистан № ЗРУ-939 «Об электроэнергетике» от 07.08.2024 г.
7. Закон Республики Узбекистан № ЗРУ-940 "Об экономии энергии, ее рациональном использовании и повышении энергоэффективности" от 07.08.2024 г.
8. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 204 «О дополнительных мерах по внедрению рыночных механизмов в топливно-энергетической сфере» от 16.04.2024 г.
9. Сытдыков Р.А. Управление спросом на электроэнергию и режимы электроэнергетических систем //Энергия ва ресурс тежаш муаммолари, 2009. № 3-4. - С. 42-47.
10. Елена Ишкова, Максим Кулешов, Сергей Рычков. Поведенческое управление спросом <http://so-ups.ru> (2018). Дата обращения: 13.09. 2018. Архивировано 13.09. 2018 г.
11. Explicit Demand Response in Europe - Mapping the Market 2017 (англ.). Smart Energy Demand Coalition(SED) (6 апреля 2017). Дата обращения: 22 мая 2017. Архивировано 11 октября 2017 года.



12. Re-powering markets. Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems (англ.). Международное энергетическое агентство (март 2016). Дата обращения: 24 мая 2017. Архивировано из [оригинала](#) 21 июня 2017 года.
13. Charles Goldman, Michael Reid, Roger Levy, and Alison Silverstein. National Action Plan for Energy Efficiency (2010). Coordination of Energy Efficiency and Demand Response (англ.). [epa.gov](#) (2010). Дата обращения: 23 мая 2017. Архивировано 9 мая 2017 г.
14. European Union Electricity Market Glossary. Demand Side Response Aggregator (DSR Aggregator). [emissions-euets.com](#) (16 июня 2017). Дата обращения: 28 апреля 2017. Архивировано 20 февраля 2017 года.
15. Концепция функционирования агрегаторов распределенных энергетических ресурсов в составе Единой энергетической системы России. Агрегаторы управления спросом на электроэнергию. -М.:АО «СО ЕЭС». 2018, май.
16. VYGON Consulting, «Demand Response» на Российском рынке: барьеры и перспективы, декабрь 2018.
17. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы её развития /под ред. Салимова А.У. – Т.: Fan va texnologiyalar nashriyot-manbaa uyi, 2021. – 952 с.

REFERENCES

1. World reserves of natural resources: how many years will the Earth have enough minerals? [Electronic resource]: URL: <https://lindeal.com/trends/mirovye-zapasy-prirodnykh-resursovna-skolkoklet-zemle-khvitat-poleznykh-iskopayemykh> (date of access: 21.05.2023).
2. World Energy Council. 2014. Global Energy Transitions. Date of access: October 16, 2021. Archived December 14, 2017.
3. Allaev K.R. Electric power industry of Uzbekistan and the world. - Tashkent: Fan va technology. 2009. - 463 p.
4. Comprehensive plan of measures to improve the energy efficiency of the Russian economy. [Electronic resource] GKDZh https://www.economy.gov.ru/material/file/3723842eac0fb0c0e7a789f2b8996усийздфт_вукшзишфешийузва. (date of access - 05/28/2023).
5. Chappells, Heather, Vanessa Taylor, eds. "Energizing the Spaces of Everyday Life: Learning from the Past for a Sustainable Future," RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society 2019, no. 2. doi.org/10.5282/rcc/8735.
6. Law of the Republic of Uzbekistan №. ZRU-939 "On Electric Power Industry" dated 07.08.2024
7. Law of the Republic of Uzbekistan №. ZRU-940 "On Energy Saving, Its Rational Use and Improving Energy Efficiency" dated 07.08.2024
8. Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan №. 204 "On Additional Measures for the Implementation of Market Mechanisms in the Fuel and Energy Sector" dated 16.04.2024
9. Sirdikov R.A. Electricity Demand Response and Electric Power System Modes //Energy and Energy Resources, 2009. №. 3-4. - P. 42-47.
10. Elena Ishkova, Maxim Kuleshov, Sergey Rychkov. Behavioural demand response. <http://sups.ru> (2018). Accessed: 13.09. 2018. Archived 13.09. 2018.
- 11 Explicit Demand Response in Europe - Mapping the Market 2017. Smart Energy Demand Coalition (SEDC) (6 April 2017). Archived from the original on 11 October 2017.
12. Re-powering markets. Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems. International Energy Agency (March 2016). Archived from the original on 21 June 2017.
13. Charles Goldman, Michael Reid, Roger Levy, and Alison Silverstein. National Action Plan for Energy Efficiency (2010). Coordination of Energy Efficiency and Demand Response. [epa.gov](#) (2010). Date of access: 23 May 2017. Archived from the original on 9 May 2017.
14. European Union Electricity Market Glossary. Demand Side Response Aggregator (DSR Aggrega-tor). [emissions-euets.com](#) (16 June 2017). Date of access: 28 April 2017. Archived from the original on 20 February 2017.
15. The concept of functioning of distributed energy resource aggregators as part of the Unified Energy System of Russia. Electricity demand management aggregators.-M.:JSC"SOUES". 2018, May.
16. VYGON Consulting, "Demand Response" in the Russian market: barriers and prospects, December 2018.
17. Allaev K.R. Modern energy and prospects for its development / edited by Salimov A.U. – Т.: Fan va texnologiyalar nashriyot-manbaa uyi, 2021. – 952 p.