

Расулов Абдулхай Нарходжаевич, к.т.н., профессор
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова

РОЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА В ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ: АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА И СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Сопоставлены национальные режимы обязательного энергетического аудита одиннадцати юрисдикций и определено место этой процедуры в управлении топливно-энергетическими ресурсами. Установлено, что пороги обязательности, пересчитанные в единую размерность, различаются более чем в тридцать раз, а узбекистанский порог включения в Государственный энергетический реестр (около 15 ТДж/год) относится к числу наиболее низких. Показано, что ограничивающим фактором выступает не выявление потенциала экономии, а его реализация: доля внедрения рекомендаций составляет 47 % в программе Industrial Assessment Centers и 34,4 % в итальянской практике 2023 г., тогда как в Португалии, где мероприятия с окупаемостью до пяти лет внедряются принудительно, она близка к 100 %. Систематизирован нормированный состав средств измерений энергоаудитора и предложены пять рекомендаций по развитию национальной системы, ключевая из которых – переход от учёта ожидаемой экономии к верификации фактической.

Ключевые слова: Энергетический аудит, топливно-энергетические ресурсы, энергоэффективность, международный опыт, Государственный энергетический реестр, средства измерений, доля внедрения мероприятий, верификация экономии, Узбекистан.

Мировая динамика энергоёмкости складывается неблагоприятно. По оценкам Международного энергетического агентства, в 2024 г. показатель улучшился примерно на 1 %, в 2025 г. – на 1,8 %, а среднее значение за 2019–2025 гг. составило 1,3 % в год; для сравнения, в 2010–2019 гг. ежегодное улучшение достигало 2 %, тогда как принятый на COP28 ориентир требует 4 % к 2030 г [1]. Промышленность, на которую приходится около 37 % мирового конечного потребления, замедлилась ещё заметнее – менее 0,5 % в год. На этом фоне возрастает ценность мер, не требующих крупных вложений: внедрение практик энергетического менеджмента приносит до 15 % экономии уже за первые один-два года [1]. Инструментом, переводящим разрозненные сведения о потреблении в проверяемый перечень обоснованных решений, служит энергетический аудит.

Содержание процедуры регламентировано международными стандартами. Базовым документом с июня 2025 г. является ISO 50002-1:2025, заменивший ISO 50002:2014 [2]. Европейская практика опирается на серию EN 16247, североамериканская – на ANSI/ASHRAE/ACCA 211, где обследование коммерческих зданий разделено на три уровня: обход объекта с сопоставительной оценкой по годовому массиву учётных данных, детальный расчёт мероприятий и проработка капиталоемких решений с анализом рисков [3]. Аудит не следует отождествлять с системой энергетического менеджмента по ISO 50001:2018 [4]: первый фиксирует состояние объекта на момент обследования, вторая обеспечивает воспроизводимость достигнутого результата во времени.

Обязанность проходить обследование устанавливается по одному из двух признаков – объёму потребления либо размеру организации (табл. 1). Директива (ЕС) 2023/1791 закрепила первый признак: при среднегодовом потреблении свыше 85 ТДж за три предшествующих года требуется сертифицированная система менеджмента, а при потреблении свыше 10 ТДж без такой системы – энергетический аудит [5]. Прежнее деление на крупные предприятия и субъектов малого и среднего бизнеса упразднено. Государствам-членам отведено время до 11 октября 2025 г. на транспозицию, до 11 октября 2026 г. – на проведение первого аудита и до 11 октября 2027 г. – на внедрение системы менеджмента [5].



Второй признак сохранила Великобритания, где под действие схемы Energy Savings Opportunity Scheme подпадает организация, если её персонал достигает 250 человек либо годовой оборот превышает 44 млн фунтов стерлингов одновременно с балансовой стоимостью активов выше 38 млн. Поправки 2023 г. дополнили схему планом действий и отчётами о его выполнении, то есть элементом контроля внедрения [6]. Германия совместила оба подхода, разграничив их двумя уровнями расхода конечной энергии: от 7,5 ГВт·ч ежегодно предписана система менеджмента, а начиная с 2,5 ГВт·ч – публикуемый план мероприятий, отбираемых по критерию положительной чистой приведённой стоимости согласно DIN EN 17463. В США федеральная обязанность отсутствует, её замещают добровольные программы Industrial Assessment Centers и Better Plants.

Азиатские юрисдикции сочетают пороги потребления с целевыми показателями. Япония присваивает статус назначенного потребителя при 1500 кл нефтяного эквивалента в год, обязывая его снижать удельную энергоёмкость в среднем на 1 % ежегодно на пятилетнем горизонте; под действие нормы подпадает свыше 10 тыс. субъектов, или 93,9 % потребления промышленного сектора. В Республике Корея обязанность возникает при годовом расходе от 2000 т нефтяного эквивалента, что охватывает 2920 предприятий и 47,7 % национального потребления. Индия применяет схему Perform, Achieve and Trade, охватившую 1333 предприятия и 55 % промышленного потребления, Китай относит к ключевым субъекты свыше 10 тыс. т условного топлива. Казахстан включает в свой энергетический реестр потребителей от 1500 т условного топлива с периодичностью обследования раз в пять лет, Турция обязывает назначать энергоменеджера при 1000 т нефтяного эквивалента.

Таблица 1

Признаки возникновения обязанности проведения энергетического аудита

Юрисдикция	Нормативный акт	Критерий обязанности	Периодичность и контроль
Европейский союз	Директива (ЕС) 2023/1791, ст. 11	> 85 ТДж/год – система менеджмента; > 10 ТДж/год без неё – аудит	Не реже раза в 4 года; санкции государств-членов
Великобритания	SI 2014/1643 с изм. SI 2023/1182	≥ 250 работников либо оборот > 44 млн ф. ст. и активы > 38 млн	Фазы по 4 года; до 90 тыс. ф. ст. штрафа
Германия	EnEfG (2023), § 8, § 9	> 7,5 ГВт·ч/год – система менеджмента; > 2,5 ГВт·ч – план мер	Планы раз в 3 года; штраф до 100 тыс. евро
США	ANSI/ASHRAE/ACCA 211 (добровольный)	Обязанность отсутствует; программы IAC и Better Plants	По инициативе предприятия
Япония	Закон о рационализации использования энергии	≥ 1500 кл н. э./год	Ежегодная отчётность; классы S/A/B/C
Республика Корея	Закон о рационализации использования энергии	> 2000 т н. э./год	Раз в 5 лет; штраф до 10 млн вон
Индия	Закон об энергосбережении 2001 г., схема PAT	Отраслевые пороги для назначенных потребителей	Циклы по 3 года; сертификаты ESCerts
Китай	Закон об энергосбережении, ст. 52–55	≥ 10 тыс. т у. т./год	По предписанию; обязательная модернизация
Казахстан	Закон № 541-IV от 13.01.2012	≥ 1500 т у. т./год	Не реже раза в 5 лет



Турция	Закон № 5627 от 18.04.2007	≥ 1000 т н. э./год – энергоменеджер	Отчётность до 31 марта; штрафы по ст. 10
Узбекистан	ПКМ № 690 от 19.10.2024	≥ 500 т у. т. и (или) ≥ 250 т моторного топлива в год	Раз в 5 лет; коэффициент 1,5 к тарифам

Пересчёт порогов в единую размерность (рис. 1) обнаруживает разброс более чем в тридцать раз – от 9 ТДж/год в Германии до 293 ТДж/год в Китае. Узбекистанский критерий включения в Государственный энергетический реестр составляет 500 т условного топлива и (или) 250 т моторного топлива в год [7], или приблизительно 15 ТДж/год, – одно из наименьших значений в выборке: европейский порог системы менеджмента выше более чем в пять раз, казахстанский – в два. Практическое следствие – широкий и неоднородный круг обязанных субъектов, включая средние предприятия и организации бюджетной сферы. Это повышает требования к пропускной способности системы: численности аттестованных аудиторов, парку средств измерений, скорости согласования программ и приёмки отчётности.

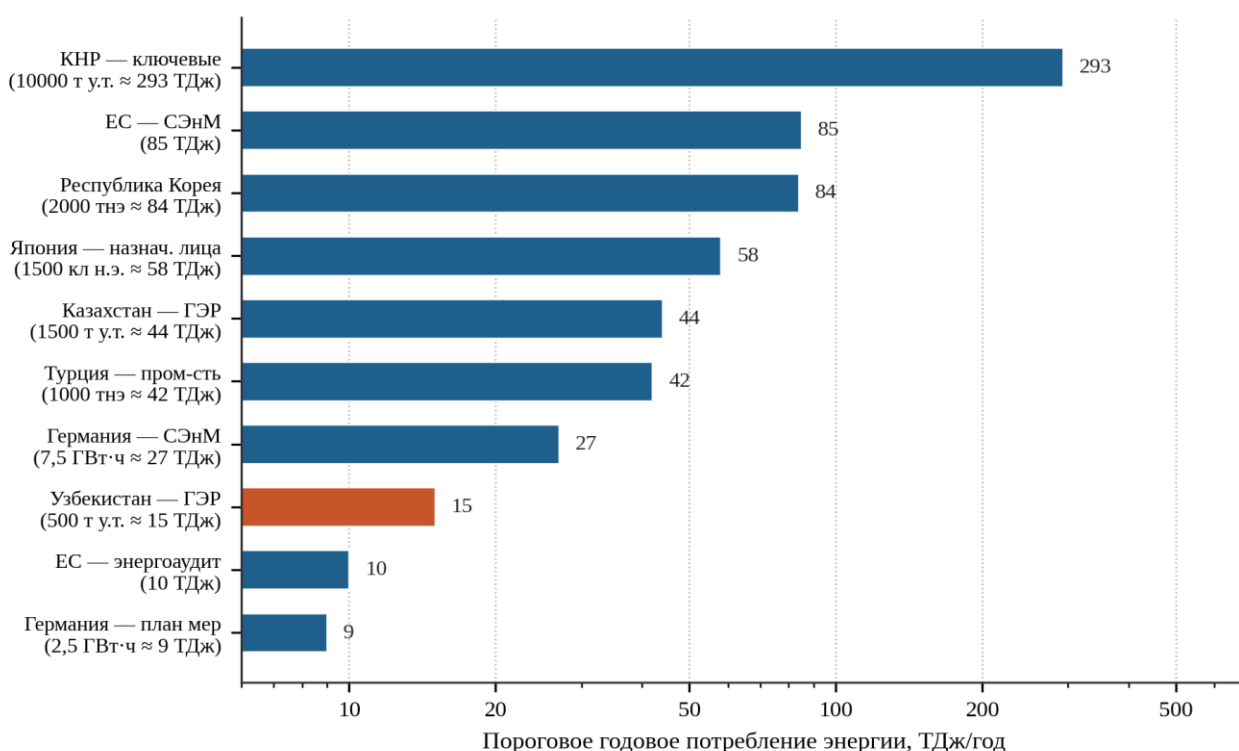


Рис. 1. Пороговые значения годового потребления энергии, при которых возникает обязанность проведения энергетического аудита или внедрения системы энергетического менеджмента, приведённые к единой размерности

Оценка результативности схем (табл. 2) обнаруживает закономерность, существенную для регуляторного проектирования: узким местом оказывается не выявление потенциала, а его реализация. За 1981–2022 гг. американская программа выполнила 20 290 обследований и выдала 151 198 рекомендаций с потенциалом снижения затрат 2,6 млрд долларов США, однако внедрено из них лишь 47 % [8]. Италия в 2023 г. провела 10 559 аудитов; из 25 017 рекомендованных мероприятий реализовано 8604, то есть 34,4 %, что дало экономию 1309 тыс. т нефтяного эквивалента [9]. Португалия остаётся единственным государством Евросоюза, где для потребителей свыше 1000 т нефтяного эквивалента внедрение мероприятий с окупаемостью до пяти лет обязательно, и доля внедрения в расчёте на предприятие там приближается к 100 % [9]. Британская оценка первой фазы отнесла непосредственно к действию схемы лишь 6 % мероприятий и ещё 32 % частично [6]: значительная часть работ была бы выполнена и без регуляторного требования.

Таблица 2

Результативность национальных схем энергетического аудита

Схема	Период	Охват и достигнутый результат	Доля внедрения, %
США, Industrial Assessment Centers	1981–2022	20 290 обследований; 151 198 рекомендаций; потенциал 2,6 млрд долл. США	47
Италия, Audit102	2023	10 559 аудитов; 25 017 рекомендовано / 8604 внедрено; 1309 тыс. т н. э.	34,4
Италия, Audit102 (накопленный итог)	2015–2025	свыше 40 000 аудитов; более 17 000 мероприятий; свыше 1,3 млн т н. э.	–
Португалия, SGCIE	2023	потребители свыше 1000 т н. э./год; внедрение при окупаемости ≤ 5 лет обязательно	≈ 100
Португалия, SGCIE (накопленный итог)	2008–2023	2277 аудитов; 235 тыс. т н. э.; 969 тыс. т CO ₂	–
Великобритания, ESOS, фаза 3	2023–2025	8581 группа (87 % обязанных); потенциал 47 ТВт·ч/год	6 прямой / 38 частичной атрибуции

Сопоставление этих данных указывает на четыре решения, статистически связанных с ростом доли внедрения. Первое – нормативное требование реализовать мероприятия, срок окупаемости которых не превышает установленного значения. Второе – консультационное и финансовое сопровождение на стадии внедрения. Третье – стандарты качества обследования, подкреплённые выборочным контролем отчётов. Четвёртое – общедоступная база данных мероприятий на уровне отдельных позиций, создающая эмпирическую основу для нормирования.

Приборное обеспечение аудита в Республике Узбекистан нормировано приложением 8 к ведомственному постановлению, зарегистрированному 16 июня 2025 г. за № 3629, и насчитывает пятнадцать позиций [10]. Набор покрывает все энергетические потоки объекта: электрический – анализатор качества и мощности электроэнергии, измеряющий в том числе гармоники тока и тока нейтрали, и токоизмерительные клещи; тепловой – тепловизор с разрешением не менее 640×480, измеритель плотности теплового потока в диапазоне 10–999 Вт/м² с относительной погрешностью не более ± 6 % и бесконтактный термометр; топливный – газоанализатор по CO, CO₂, NO₂ и O₂; гидравлический и газовый – ультразвуковой расходомер на условные диаметры 25–1200 мм с погрешностью ± 2 %, манометр и анемометр. Вспомогательную группу образуют лазерный дальномер, гигрометр, люксметр, ультразвуковой толщиномер, анализатор вибрации и лазерный тахометр, причём два последних при обследовании зданий и сооружений не требуются [10].

Ценность приборного набора раскрывается лишь при соотнесении каждого средства с конкретной задачей. Измеритель плотности теплового потока в паре с тепловизором переводит оценку ограждающих конструкций из качественной в количественную, без чего невозможен переход от описательного заключения к расчёту экономии. Газоанализатор по содержанию кислорода и оксида углерода позволяет определить коэффициент избытка воздуха и потери с уходящими газами – как правило, наибольшую расходную статью теплового баланса котельных. Ультразвуковой расходомер обеспечивает измерение без нарушения целостности трубопровода, то есть обследование действующих систем без остановки технологического процесса. Программно-аналитическая часть работы опирается на показатели энергетической результативности по ISO 50006 и верификацию экономии по варианту C протокола IPMVP; достоверность модели контролируется критериями ANSI/ASHRAE Guideline 14-2023, где для месячных данных нормализованное среднее смещение ограничено ± 5 %, а коэффициент вариации среднеквадратической ошибки – 15 %.



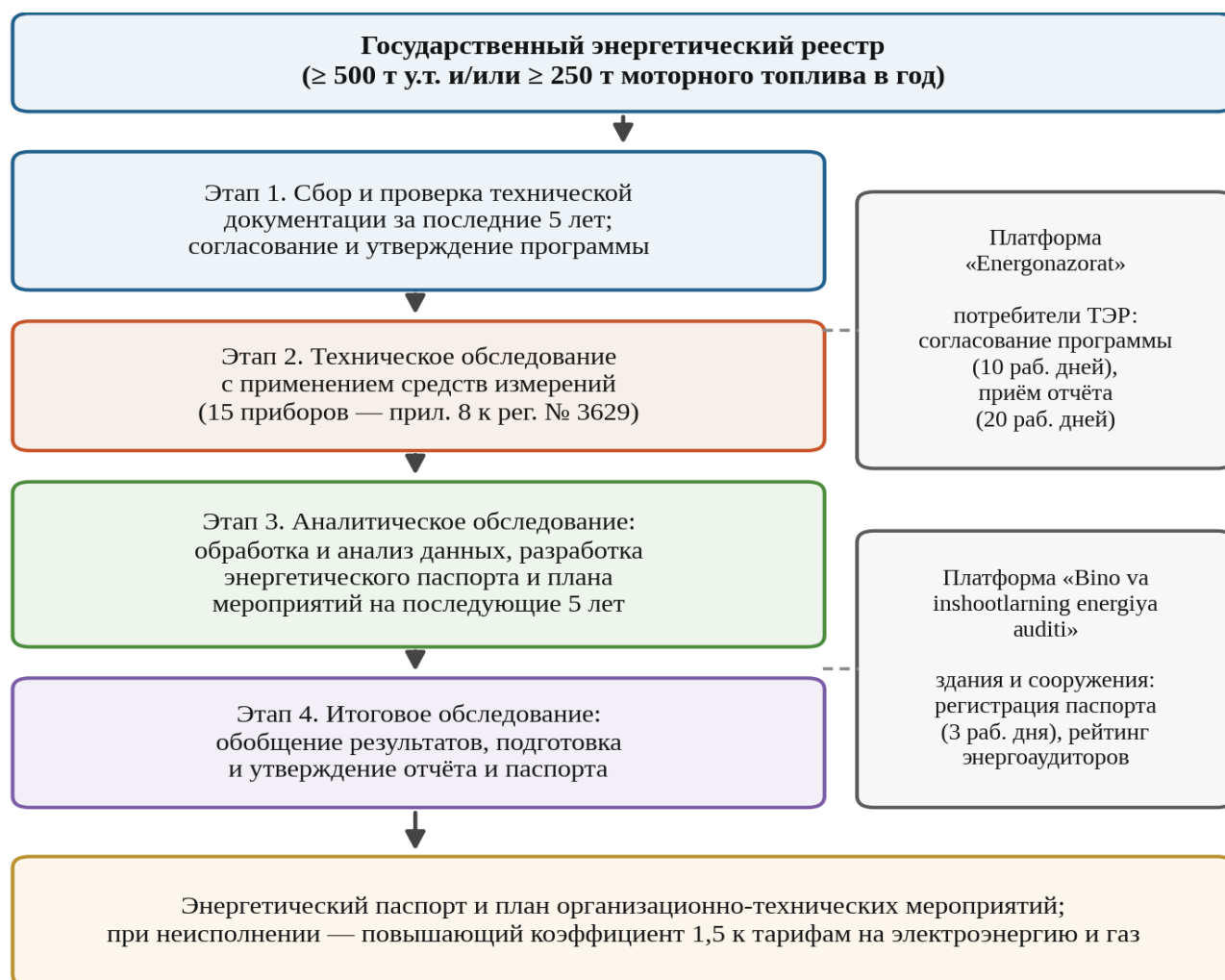


Рис. 2. Процедура обязательного энергетического аудита потребителей топливно-энергетических ресурсов в Республике Узбекистан

Правовую основу национальной системы образуют Закон № ЗРУ-940 от 7 августа 2024 г., постановление Кабинета Министров № 690 от 19 октября 2024 г. с изменениями 2025 и 2026 гг [7], а также названное ведомственное постановление № 3629 [10]. Периодическое обследование проводится раз в пять лет; наряду с ним предусмотрены первичный, внеочередной и экспресс-аудит, причём последний не засчитывается в качестве первичного или периодического. Процедура разбита на четыре этапа (рис. 2): сбор и проверка технической документации за пять лет с утверждением программы; техническое обследование средствами измерений, отвечающими минимальным требованиям; аналитическое обследование с разработкой энергетического паспорта и плана мероприятий на последующие пять лет; итоговое обследование с утверждением отчёта. Сроки регламентированы: договор заключается в месячный срок, программа разрабатывается за десять рабочих дней и вносится через платформу «Energonazorat», её рассмотрение занимает двадцать рабочих дней, отчёт представляется не позднее года со дня утверждения программы.

Исполнение обеспечивается тарифным механизмом. Ежегодно до 15 января «Узэнергоинспекция» формирует перечень субъектов реестра, не прошедших аудит либо не выполнивших план мероприятий, и предписывает поставщикам применять к ним повышающий коэффициент 1,5 к тарифам на электроэнергию и газ. Коэффициент действует с первого числа следующего месяца до устранения нарушения и отменяется в трёхдневный срок после подтверждения исполнения [7]. По экономической природе механизм близок к португальской модели принудительного внедрения, однако отличается тем, что критерий полноты выполнения рекомендаций не привязан к сроку окупаемости и потому способен распространяться на заведомо неэффективные позиции плана.

Из выполненного анализа следуют пять рекомендаций. Первая – дифференцировать глубину обязательного обследования по уровню потребления, применяя к субъектам вблизи нижней границы реестра упрощённый формат, сопоставимый с первым уровнем по ANSI/ASHRAE/ACCA 211 [3], и резервируя полное обследование для крупных потребителей. Вторая – привязать обязательность внедрения к предельному сроку окупаемости, что придаст тарифному механизму экономическую определённости. Третья – дополнить план мероприятий разделом верификации фактической экономии с контролем статистических критериев, поскольку действующая форма фиксирует лишь ожидаемый результат. Четвёртая – вести обезличенную базу мероприятий с указанием фактических затрат и достигнутой экономии. Пятая – обеспечить периодическую поверку всех пятнадцати позиций приборного парка: достоверность заключения не может превышать достоверности исходных измерений.

Таким образом, энергетический аудит целесообразно рассматривать не как самостоятельную цель регулирования, а как первое звено цепочки, результативность которой определяется её слабейшим элементом. При сопоставимом качестве технической диагностики итоговая экономия различается кратно в зависимости от того, действуют ли механизмы принуждения к внедрению, поддержки внедрения и верификации результата. Сформированная в 2024–2026 гг. нормативная база Республики Узбекистан содержит все необходимые институциональные элементы – реестр обязанных субъектов, единый реестр аудиторов, цифровую платформу взаимодействия и экономический механизм принуждения. Предстоящая задача состоит в их калибровке по эмпирически подтверждённым критериям и прежде всего в переходе от учёта ожидаемой экономии к верификации фактической

Список литературы:

1. Energy Efficiency 2025. Paris: International Energy Agency, 2025. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025> (дата обращения: 12.08.2026).
2. ISO 50002-1:2025. Energy audits. Part 1: General requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2025. 37 p.
3. ANSI/ASHRAE/ACCA Standard 211-2018 (R2023). Standard for Commercial Building Energy Audits. Atlanta: ASHRAE, 2018.
4. ISO 50001:2018. Energy management systems. Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2018.
5. Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast) // Official Journal of the European Union. 2023. CELEX 32023L1791.
6. The Energy Savings Opportunity Scheme Regulations 2014: Second Post Implementation Review. London: Department for Energy Security and Net Zero, 2025. 10 p.
7. Об установлении порядков проведения энергетического аудита потребителей топливно-энергетических ресурсов, а также энергопотребления зданий и сооружений: постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 19.10.2024 № 690 (с изм. от 24.10.2025 № 673 и от 14.05.2026 № 242). URL: <https://lex.uz> (дата обращения: 12.08.2026).
8. Miera K., Abbas A.I., Nimbalkar S., Wenning T. Analysis of US Industrial Assessment Centers (IACs) implementation // Energy. 2025. Vol. 315. Art. 134415. DOI: 10.1016/j.energy.2025.134415.
9. Toro C., Martini C., Herce C., Calau P., Cardoso A., Biele E., Salvio M., Pereira I. From compliance to impact: evaluating energy efficiency measures in Portugal and Italy // Energy Efficiency. 2025. Vol. 18, № 7. Art. 77. DOI: 10.1007/s12053-025-10363-9.
10. Об утверждении типовых форм технического задания, программ, энергетического паспорта и планов организационно-технических мероприятий, а также минимальных требований к энергоаудиторам: постановление Узэнергоинспекции, Министерства энергетики и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан от 08.05.2025 (зарег. Минюстом 16.06.2025, № 3629)

