

Методы оценивания энергетической безопасности объектов энергосистемы

И. С. Заславский, Е. Э. Карташова, И. Н. Паскарь

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

Кемерово, Россия

iliyazaslavskii@gmail.ru, lizakartaschova2000@yandex.ru, pin.egpp@kuzstu.ru

Аннотация. Одним из важнейших факторов устойчивости системы социальных, экономических и экологических параметров, определяющих качество жизни населения и показатели эффективности регионального управления, является обеспечение энергетической безопасности. Сегодня, внедрение тренда на оптимизацию процессов, актуальность распределенной генерации и развитие цифровизации, приводят энергетическую отрасль к созданию шаблонных методов анализа и алгоритму оценивания энергобезопасности. Для оптимизации выявления угроз и составления прогноза развития существуют основные, универсальные методы оценивания энергетической безопасности потребителя. Каждый из методов имеет преимущества и недостатки, уникальные особенности, применимые к объектам энергетической системы разного уровня. В данной работе рассматриваются три основных метода оценивания энергобезопасности: индикативный метод, метод анализа иерархий и метод нечетких множеств, кроме того, вводятся основополагающие критерии оценивания для всех методов.

Ключевые слова: методы оценивания энергетической безопасности, индикативный метод, метод анализа иерархий, метод нечетких множеств, критерии оценивания энергетической безопасности, энергобезопасность

I. ВВЕДЕНИЕ

Энергетическая безопасность потребителя – это положение объекта в совокупности всех его связей, с позиции приспособленности к функционированию, саморегуляции и прогрессированию в условиях опасности – как локальных, произведенных внутри энергосистемы, так и внешних, а также действия непредвиденных факторов (особенно трудно прогнозируемых). Основными целями обеспечения энергобезопасности являются бесперебойная доступность источников энергии по приемлемой цене, высокое качество получаемой потребителем энергии, приемлемый рост тарифа на энергоресурсы, предоставление услуг экономически выгодных для потребителя, удовлетворение экономического спроса на оказываемую услугу. Считается, что система выполняет свои функции в полном объеме при условии обеспечения состояния защищенности граждан, общества и экономики региона. Все это определяет рост социальных, экономических и экологических аспектов региона, а также страны и ведет к сопряжению энергосистемы с потребителем, создание инструмента, регулирующего управление энергетическими ресурсами в соответствии с потребностями потребителя. [6]

По данным «Минэнерго России от 26.02.2021 № 88» к 2027 году прогнозируется повышение среднего прироста спроса на электрическую энергию, что ставит на передний план проблемы энергобезопасности. [8] Для

того, чтобы использовать финансовые и энергетические ресурсы оптимально, с целью достижения или повышения энергетической безопасности, необходимо уметь анализировать. Мониторингу и оценке должны поддаваться те компоненты, изменив которые возможно повлиять на всю систему энергетической безопасности. На основании этих составляющих должна производиться оценка вероятности рисков, негативно влияющих на энергосистему и её безопасность. [9]

II. АНАЛИЗ МЕТОДИК

Сложность оценивания во многом зависит от источников рисков и возможности или невозможности подлинно их прогнозировать. Прежде всего, трудоемкость выявления критериев для анализа, связанна с меняющейся энергетической политикой регионов, изменением технических характеристик энергосистемы, подверженностью региона к природным или техногенным катастрофам. Любая система оценивания энергобезопасности должна отличаться простотой оценивания и быстротой выявления рисков с последующим реагированием на них.

В настоящее время разработано и применяется несколько методов оценивания энергетической безопасности потребителя: индикативный метод, метод анализа иерархий и метод нечетких множеств. Наиболее широко реализуем самый простой – индикативный метод. Повышение эффективности этого метода служит основой для более исчерпывающего иерархического метода. Пределы точности иерархического метода увеличиваются путем перехода к методу нечетких множеств (рис. 1).



Рис. 1. Структура существующих методов оценивания энергетической безопасности

Выбор метода прямо пропорционален уровню энергетической безопасности. Каждый новый метод

точнее описывает степень изменения индикаторов. Это увеличивает спектр обнаружения угроз, что позволяет инициировать мероприятия по их устранению на ранних стадиях. Индикаторами для всех методов оценивания энергетической безопасности служат показатели состояния внешней и внутренней среды объекта энергетической системы, которые действуют целенаправленно или косвенно на этот объект. Для всех трех методов могут служить одинаковые критерии, однако различные по полноте и развернутости. Помимо этого, индикаторы могут ранжироваться на влияние внешней среды на энергосистему и индикаторы, характеризующие внутреннюю среду.

Так, основой индикативного метода служат определение и диагностика индикаторов, на основе которых происходит оценка уровня энергетической безопасности. Каждый индикатор имеет свои нормальные и критическое значение, при достижении которых, происходит оценка о нормальности или аномальности ситуации по данному показателю. Чем больше индикаторов, тем точнее оценка уровня энергобезопасности. Сами индикаторы и их пороговые значения формируются путем анализа энергоресурсов региона, финансовых показателей, анализа энергетической инфраструктуры субъекта и т.д. [10] Изучение значений индикаторов служат для проведения мероприятий по нормализации энергобезопасности.

Недостатком этого метода можно считать устаревание показателей и появление новых, в долгосрочном периоде. Так же этот метод не выявляет приоритетные критерии, которые зависят от наименее приоритетных.

Составляющие оценивания энергобезопасности, зависящие от технического оснащения региона, меняются в режиме реального времени, также добавляются и удаляются индикаторы, зависящие от финансового, экономического, социального и географического положения региона, именно поэтому становится невозможно достижение высокого уровня энергобезопасности. В связи с этим, существует метод ранжирования индикаторов точки зрения достижения приоритетного плана развития региона [12]. В зависимости от того, какой план энергоразвития наиболее актуален для субъекта, выделяются определенные критерии, которые могут повлиять на его достижение. Выбранным критериям присваивается определенная группа важности. Пороги более важных критериев сравниваются с нормальными значениями и плановыми, тем самым повышается реакция на любые изменения в энергосистеме. Основная часть расходов на энергетическую безопасность будут связаны с тенденциями развития региона.

Диагностирование энергобезопасности является частью многокритериального анализа, поэтому в процессе составления оценки, стоит перейти от количественной оценки многих индикаторов к качественной, вербальной. Однако, при переходе к методу нечетких множеств, определение границ пороговых значений, с параметров «высокая» и «низкая», переходит к функциям математического аппарата.

Следуя тому, что пороговые значения многих критериев могут изменяться с течением времени или путем изменения других индикаторов, наиболее точных результатов можно добиться логическими методами. В

методе нечеткой логики к критериям добавляется определенная изменчивость, то есть показатели описываются функциями распределения нечеткой логики. Функции могут быть описаны как треугольник, трапеция или распределение гаусса, экспоненциальная функция и др. Выбор функции зависит от изменения параметров с течением какого-либо фактора. Границы перехода нормальных значений в критические и наоборот – размыты. Для проведения диагностики методом нечетких множеств необходимо ввести пороговые значения для каждого индикатора – индивидуальные. Предложенные индикаторы образуют множество, в котором все критерии обладают равной значимостью для оценивания энергобезопасности. Рост отдельного положительного критерия сопряжен с ростом общего уровня энергобезопасности объекта энергосистемы, когда в свою очередь, понижение отрицательного критерия, также дает благоприятный эффект для энергетической безопасности. Исходя из того, что некоторые критерии зависят друг от друга, вводятся правила простых арифметических операций над нечеткими множествами [7]. Таким образом, при вводе данных система сравнивает их с соответствующей функцией распределения и моделирует прогноз влияния параметра на энергобезопасность.

Система нечетких множеств позволяет гибко реагировать на изменения энергетической политики региона с учетом времени. Но все равно нуждается в добавлениях и изменениях индикаторов, так как не способна к моделировать новые индикаторы и составлять для них функцию распределения.

III. ОЦЕНКА РИСКОВ

Оценка рисков должна производиться независимым образом, для наиболее точного определения уровня угрозы того или иного факторов. Определение характера рисков зависти главным образом от первоначальной оценки энергетической безопасности и главных проблем энергосистемы на данный момент. Сбор информации необходимой для определения существующего уровня безопасности может включать в себя обзор нормативно-правовой документации, технические проверки, собеседование или опрос отдельных сотрудников энергетических организаций, отечественные и зарубежные экспертные оценки, статистику энергетических компаний. При оценке необходимо разделить риски на определенные параметры в зависимости от их свойств и уже после формировать критерии оценивания энергетической безопасности объектов энергосистемы. Риски, оказывающие влияние на энергобезопасность, могут нести различные характеры угроз и быть экономическими, экологическими, социально-политическими, техногенными и возникшие в следствие кибернетических атак.

Важнейшей оценкой энергетической безопасности является определение показателей, непосредственно влияющих на выполнения важнейших задач энергосистемы, таких как нарушения бесперебойности. Для каждого такого риска необходимо четко определить градацию критериев, для дальнейшего уменьшения влияния при возникновении кризисной ситуации. Для таких рисков должны быть перечислены вероятные раздражители, влияющие на них и описаны методы по исправлению и контролю критических ситуаций.

Показатели, оказывающие влияние на безопасность, могут быть рассмотрены в измерении времени их действия и влияния на энергосистему. Кратковременные, но высоковероятные нарушения режима нормальной работы энергосистемы могут привести к значительному ущербу для систем энергоснабжения. Основная проблема таких угроз может быть в том, что возможные решения являются мгновенными или рассчитанными на небольшой срок, что влечёт за собой постоянные финансовые потери. Маловероятные нарушения работы энергосистемы могут иметь достаточно высокий уровень угрозы из-за того, что мониторинг, устранение или защита от таких рисков финансово нецелесообразна. Такие риски происходят крайне редко и не могут быть точно спрогнозированы, поэтому их сложно оценить методами, представленными ранее.

Возможные риски формируют индивидуальный набор индикаторов для отдельного предприятия, населённого пункта, региона и страны. Критерий описывается как математическая формула, какого-либо

процесс, влияющего на энергобезопасность. Индикаторы могут быть записаны в шкалы соответствий численных диапазонов параметра и описанных наименований его градаций [5]. На основе таких шкал могут быть построены функции распределения параметра. Для оценки критических точек, в некоторых случаях, можно моделировать неблагоприятные, стрессовые угрозы. На основе оценки возможных последствий этих угроз делается вывод о влиянии количественной характеристики индикатора на энергобезопасность.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Под термином «потребитель», в данной работе, подразумеваются, как населенные пункты, так и их совокупность – муниципальные образования, регионы, вся страна в целом. Критерии, выявляемые в каждом из методов оценивания энергетической безопасности, разнятся для некоторых видов градации потребителей. Существует зависимость индикаторов от значимости масштаба потребителя. Рассмотрим подробнее в таблице.

ТАБЛИЦА 1 ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ

Критерий оценивания энергетической безопасности	Объект анализа				
	Предприятие	Населённый пункт	Муниципальное образование (округа и районы)	Регион	Страна
Доля собственных источников в энергобалансе объекта;	-	+	+	+	+
Доля собственных источников в балансе котельно-печного топлива;	-	+	+	+	+
Отношение располагаемой мощности в целом по зоне объединенной энергосистемы, включающей энергосистему объекта, к максимальной электрической нагрузке;	+	+	+	+	-
Доля доминирующего топливного ресурса в генерации;	-	+	+	+	+
Доля установленной мощности наиболее крупной генерации, в общей установленной мощности, в целом по зоне объединенной энергосистемы;	-	+	+	+	+
Средняя степень износа основных фондов, связанных с производством и распределением электро- и теплоэнергии;	+	+	+	+	+
Средняя степень износа основных фондов, связанным с добычей, переработкой и распределением топливных ресурсов;	+	+	+	+	+
Риск недопоставки электрической энергии в результате утраты доминирующего топливного ресурса при ее производстве;	+	+	+	+	+
Риск недопоставок энергии в результате утраты доминирующего топливного ресурса при ее производстве;	+	+	+	+	+
Риск неудовлетворения собственных электрических нагрузок вследствие потери межсистемных электрических связей;	+	+	+	+	- *
Риск значительных потерь вследствие неэффективного производства электрической энергии;	+	+	+	+	+
Риск значительных потерь электроэнергии вследствие ее неэффективной передачи;	-	+	+	+	+
Риск неэффективной работы ТЭК в целом;	-	-	-	-	+
Отношение суммарной располагаемой мощности электростанций объекта к максимальной электрической нагрузке;	+	+	+	+	-
Отношение суммы располагаемой мощности генерации и пропускной способности межсистемных связей объекта с соседними, к максимальной электрической нагрузке потребителей на его территории;	-	+	+	+	-
Возможности удовлетворения потребностей в качественном	+	+	+	+	+

Критерий оценивания энергетической безопасности	Объект анализа				
	Предприятие	Населённый пункт	Муниципальное образование (округа и районы)	Регион	Страна
электроснабжении;					
Доля доминирующего ресурса в общем потреблении КИП на территории объекта;	+	+	+	+	-
Доля наиболее крупной единицы генерации в установленной мощности объекта;	+	+	+	+	-
Уровень потенциальной обеспеченности спроса на топливо в условиях резкого похолодания на территории объекта;	+	+	+	+	+
Степень износа ОПФ энергетического хозяйства объекта;	-	+	+	+	+
Отношение среднегодового ввода установленной мощности и реконструкции единиц генерации объекта за предшествующий пятилетний период к установленной мощности объекта;	+	+	+	+	+
Выбросы вредных веществ в атмосферу от предприятий электроэнергетики на единицу площади территории;	+	+	+	+	+
Отношение просроченной кредиторской задолженности (на конец года) предприятий энергетики к их годовому объему производства продукции;	+	+	+	+	+
Отношение просроченной кредиторской задолженности (на конец года) предприятий топливной промышленности к их годовому объему производства продукции;	+	+	+	+	+
Энергоемкость валового регионального продукта.	+	+	+	+	+

^a *(при условии: страна - изолированная энергосистема)

Критерии «Доля собственных источников в энергобалансе объекта»; «Доля собственных источников в балансе котельно-печного топлива»; «Доля доминирующего топливного ресурса в генерации»; «Доля установленной мощности наиболее крупной генерации, в общей установленной мощности, в целом по зоне объединенной энергосистемы»; «Риск значительных потерь электроэнергии вследствие ее неэффективной передачи» и «Отношение суммы располагаемой мощности генерации и пропускной способности межсистемных связей объекта с соседними, к максимальной электрической нагрузке потребителей на его территории» не могут быть применимы к такому объекту анализа энергосистемы, как «предприятие» по причине отсутствия отношения долей оценивания и, в таком случае, невозможности применения методов оценивания энергетической безопасности потребителя. Также применение критериев «Риск неэффективной работы ТЭК в целом» и «Степень износа ОПФ энергетического хозяйства объекта» релевантно исключительно к объектам энергосистемы более высокого уровня, а именно, в отношении топливно-энергетический комплекса – исключительно уровень страны, а для оценивания уровня износа фондов – все более крупные объекты, начиная с населённого пункта.

С другой стороны, не предоставляется возможности, выявить количественные показатели для критериев «Доля доминирующего ресурса в общем потреблении КИП на территории объекта»; «Доля наиболее крупной единицы генерации в установленной мощности объекта»; «Отношение суммарной располагаемой мощности электростанций объекта к максимальной электрической нагрузке»; «Отношение суммы располагаемой мощности генерации и пропускной способности межсистемных связей объекта с соседними, к максимальной электрической нагрузке потребителей на его территории» и «Отношение располагаемой

мощности в целом по зоне объединенной энергосистемы, включающей энергосистему объекта, к максимальной электрической нагрузке» отношение такого крупного энергообъекта, как страна. Отдельно стоит выделить критерий «Риск неудовлетворения собственных электрических нагрузок вследствие потери межсистемных электрических связей», так как его применение оправданно, только в случае рассмотрения межгосударственных, межконтинентальных, мировых и подобных связей данного уровня.

Анализ таблицы позволяет подвергнуть, выдвинутое ранее, предположение о том, что выбор метода оценивания энергетической безопасности потребителя прямо пропорционален уровню энергетической безопасности. Каждый новый метод точнее описывает степень изменения индикаторов. Это увеличивает спектр обнаружения угроз, что позволяет инициировать мероприятия по их устранению на ранних стадиях. Например, для категории потребителя уровня «предприятие» достаточно применения индикативного метода оценивания, так как наполненность методов анализа иерархий или метода нечетких множеств не оправдывает результат анализа, по причине несовместимости всего спектра стандартных критериев.

Исходя из таблицы можно сделать вывод, что все три метода, основанные на формировании основных критериев оценивания энергетической безопасности, а именно: индикативный метод, метод анализа иерархий и метод нечетких множеств, наиболее употребимы и полностью актуальны к использованию по отношению к населённым пунктам, муниципальным образованиям и регионам. Таких потребителей стоит отнести к среднему уровню, на основании анализа состояний объектов этого уровня (его составляющих – энергосистем) возможно полноценно оценить надежность функционирования объектов верхнего уровня (например, объединённые

энергосистемы). К верхнему уровню причисляем таких крупных потребителей, как страна и все связанные с ней, подобные и более масштабные энергетические системы. В то же время, состояние объектов среднего и верхнего уровня возможно оценить на основе их собственных признаков, однако в этом случае теряется информация о состояниях составляющих частей. Для более подробного анализа необходимо учитывать нижний уровень системы объектов потребления энергии, а именно – предприятия. Руководствуясь принципам системного подхода сложные объекты необходимо рассценивать комплексно, в совокупности всех значащих связей между подсистемами объекта, прямых и обратных. Безусловно, критерии методов оценивания энергетической безопасности не способны затронуть все логические связи и составляющие угроз, особенно скрытые, однако обеспечивают необходимый и достаточный уровень детализации для формирования прогноза энергетической безопасности. [13]

V. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ

Помимо методов, упомянутых нами ранее, существуют альтернативные варианты оценивания уровня энергобезопасности объекта. Уступающим по распространённости является мониторинг. Этот метод подразумевает под собой индивидуальный анализ и подробный расчет всех показателей энергообъекта. Плюсы мониторинга заключаются в чрезмерно подробном и четком анализе всех составляющих, но стоит отметить и отрицательные качества. Например, такой метод анализа, не применим к энергообъектам верхнего уровня масштаба и трудно применим по отношению к среднему уровню, так как анализ всех составляющих энергобезопасности невозможно произвести для целой страны, за требуемые, оптимальные сроки. С помощью анализ энергобезопасности методом мониторинга, крайне трудно составить прогноз и отследить динамику изменения энергобезопасности объекта, по причине большого количества не нормированной информации и отсутствия её структурированности. Комплекс ресурсов, затраченных на составление прогноза, основанного на методе мониторинга, как правило, не оправдывает результат, особенно для выявления кратковременных перспектив. Однако, мониторинг возможно применять в комплексе с методами оценивания энергетической безопасности, основанными исключительно на нормирование, стандартизации и выявление критериев. Составляющая мониторинга дополнит анализ индикативным методом, метод анализа иерархий и метод нечетких множеств, предоставив возможность получения более точных результатов и уменьшения погрешности. [12]

Совершено отличным от всех, способом диагностики энергетической безопасности объекта энергосистемы, является метод экспертного мнения. Такой метод является идиосинкратическим и на практике, плохо внедрим в другие, более стандартные, методы оценивания. Как правило, для реализации анализа данным методом формируется комиссия из экспертов в различных областях, имеющих влияние на энергетическую безопасность энергообъекта. В результате, заключением и оценкам экспертов присваивается коэффициент значимости, на основе которого определяется уровень энергобезопасности и составляется план дальнейших мероприятий. [4]

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оказывая должное внимание энергетической безопасности объекта энергосистемы, в частности методам оценивания энергобезопасности, можно выявить зоны повышенной опасности окружающей среды и уязвимые составляющие самого энергообъекта. На основе такой диагностики предоставляется возможность разработки программно-целевых мероприятий по устранению и нейтрализации угроз энергобезопасности. Неоспоримым положительным эффектом, также является универсальность применения индикативного метода, метода анализа иерархий, метода нечетких множеств ко многим объектам энергосистемы. Обеспечение энергобезопасности – это непрерывный процесс. При предварительном прогнозировании не допускается возможность потери ресурсов на индивидуализацию каждого объекта и персональный расчет рисков, однако стандартизация и выявление всеобщих критериев – оптимальное решение по установлению уровня энергобезопасности.

Энергобезопасность стимулирует экономический рост региона и страны в целом. От бесперебойности и надежности энергии зависит жизнеспособность многих потребителей. Потребление энергии можно называть главным фактором устойчивого развития предприятий для современного индустриального общества. [11] Несмотря на это, энергосистема нашей страны находится в кризисном состоянии, по данным Минэнерго РФ в отдельных регионах наблюдается рост аварийности от 15 до 190%, связанных с износом оборудования сетевого комплекса [7]. С развитием системы, оценивания энергобезопасности будет предотвращаться многие аварийные ситуации, увеличивая качество электроэнергии и ее бесперебойность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Введен с 01.01.1999. ИПК. Изд-во стандартов, 1998. 31 с.
- [2] ГОСТ Р 51541-2000. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. М.: Изд-во стандартов, 2000. 8 с.
- [3] ГОСТ Р 51749-2001. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного применения. Виды. Группы. Показатели энергетической эффективности. Идентификация. М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2000. 23 с.
- [4] Доктрина энергетической безопасности РФ от 2019 года <https://minenergo.gov.ru/node/14766>
- [5] Методы оценки уровня инновационного потенциала персонала на промышленных предприятиях / Т. А. Деметьева // Институт экономики промышленности НАН Украины, Донецк. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-urovnya-innovatsionnogo-potentsiala-personala-na-promyshlennyh-predpriyatiyah>
- [6] Об особенностях малой и распределенной генерации в интеллектуальной электроэнергетике / Папков Борис Васильевич, Осокин Владимир Леонидович, Куликов Александр Леонидович // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. 2018. №4 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-osobennostyah-maloy-i-raspredelennoy-generatsii-v-intellektualnoy-elektroenergetike>
- [7] Приказ Минэнерго России от 26.02.2021 № 88 «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2021 – 2027 годы» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/20706>
- [8] Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.economy.gov.ru/material/file/a5f3add5deab665b344b47a8786dc902/prognoz2036.pdf>

- [9] Проект государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в РФ на 2010-2020 гг.». М.: Министерство энергетики РФ, 2009
- [10] Разработка системы индикаторов для анализа уровня энергобезопасности энергоинфраструктуры предприятия / М. К. Сухонос // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2011. №8 (90). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-indikatorov-dlya-analiza-urovnya-energobezopasnosti-energoinfrastruktury-predpriyatiya>
- [11] Распределенная энергетика в России: потенциал развития / А.Хохлов, Ю. Мельников, Ф. Веселов [и др]. М.: Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО. – 2018. - 89 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf
- [12] Совершенствование управления экономикой регионов на основе применения методики сравнительной комплексной оценки эффективности деятельности органов государственной власти и местного самоуправления / Васильева М. В. // УЭКС. 2011. №36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-upravleniya-ekonomikoy-regionov-na-osnove-primeneniya-metodiki-sravnitelnoy-kompleksnoy-otsenki-effektivnosti>
- [13] Энергетическая стратегия РФ до 2035 года // Министерство энергетики РФ. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>