

УДК 621.3.051.3

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КУЗБАССКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ
ANALYSIS OF THE STATE OF KUZBASS ENERGY SYSTEM

Паскарь Иван Николаевич,
 старший преподаватель, e-mail: paskar-ivan@mail.ru
Paskar Ivan N., senior lecturer, e-mail: paskar-ivan@mail.ru
Лебедев Геннадий Михайлович,
 докт.техн. наук, доцент, e-mail: lebedev@kemtipp.ru
Lebedev Gennady M., Dr. Sc. (Engineering), Associate Professor
Захаров Сергей Александрович,
 канд. техн. наук, доцент, e-mail: seza1@mail.ru
Zakharov Sergey A., Ph. D., Associate Professor
Иволга Анна Викторовна,
 магистрант, e-mail: ivolga.anna@yandex.ru
Ivolga Anna V., student

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,
 г. Кемерово, ул. Весенняя, 28
 T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация: В статье приведен анализ существующей ситуации в энергосистеме Кемеровской области. Обозначены генерирующие мощности, описан режим работы энергосистемы, а также проведено исследование по распределению потребления электроэнергии по отраслям. Выдвинуты предложения по уменьшению дефицита производства электроэнергии в Кемеровской области, в качестве одного из вариантов улучшения режима работы Кузбасской энергосистемы рассматривается реконструкция ПС 110 кВ Беловская. Сделаны выводы по проведенному анализу.

Abstract: The article presents the analysis of the existing situation in the power system of the Kemerovo region. It shows generating capacity, describes the operation of the energy system, as well as a study on the distribution of electricity consumption by industry. The proposal to reduce the deficit of energy production in the Kemerovo region, as one of the ways to improve the mode of operation of the Kuzbass energy system deals with the reconstruction of 110 kV substation Belovskaya. The conclusions from the analysis.

Ключевые слова: Кузбасс, энергосистема, энергопотребление, дефицит, реконструкция, электрическая станция, подстанция.

Keywords: Kuzbass, electricity, consumption, deficiency, reconstruction, electrical station, substation.

Кемеровская область расположена на юго-востоке Западной Сибири, входит в Сибирский федеральный округ, образована 26 января 1943 года Указом Президиума Верховного Совета СССР.

Площадь занимаемой территории – 95 725 км². Протяженность области с севера на юг почти 500 км, с запада на восток – 300 км. Границит на северо-востоке и севере с Томской областью, на северо-востоке – с Красноярским краем, на востоке – с Республикой Хакасия, на юге – с Республикой Алтай, на юго-западе – с Алтайским краем, на северо-западе – с Новосибирской областью.

Численность населения – 2 821,6 тысяч человек (2010 год), плотность населения – 29,5 чел/км², удельный вес городского населения – 84,9 %. Кемеровская область – самая густонаселенная часть Сибири.

Кемеровская область административно состоит

из 20 городов и 18 районов. Большинство населения проживает в городах, имеются значительные территории с низкой плотностью населения. В области насчитывается 7 городов с численностью населения свыше 100 тыс. жителей (Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск, Белово, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий, Междуреченск).

Карта-схема Кемеровской области с указанием районов представлена на рис. 1.

Климат Кемеровской области континентальный: зима холодная и продолжительная, лето холодное и короткое. Средние температуры января –17...–20 °C, июля +17...+18 °C. Среднегодовое количество осадков колеблется от 300 мм на равнинах и в предгорной части до 1000 мм и более в горных районах. Продолжительность безморозного периода длится от 100 дней на севере области, до 120 дней на юге [1].



– Рисунок 1. Карта Кемеровской области
– Figure 1. Map of Kemerovo oblast

В энергосистему (ЭС) Кемеровской области входит 12 электростанций суммарной установленной мощностью 5 475,34 МВт.

На территории Кемеровской области эксплуатируются следующие станции генерирующих мощностей:

Томь-Усинская ГРЭС (установленная мощность – 1 345,4 МВт);

Беловская ГРЭС (установленная мощность – 1 240 МВт);

Кемеровская ГРЭС (установленная мощность – 485 МВт);

Кемеровская ТЭЦ (установленная мощность – 80 МВт);

Ново-Кемеровская ТЭЦ (установленная мощность – 565 МВт);

Кузнецкая ТЭЦ (установленная мощность – 108 МВт);

ГТЭС Новокузнецкая (установленная мощность – 297,44 МВт).

Западно-Сибирская ТЭЦ (установленная мощность 600 МВт).

Южно-Кузбасская ГРЭС (установленная мощность – 554 МВт).

ТЭЦ Юрмаш (установленная мощность – 91 МВт).

ТЭЦ ОАО «Каскад-Энерго» (установленная мощность – 9,5 МВт).

Центральная ТЭЦ (установленная мощность – 100 МВт).

Распределительная сеть Кузбасской ЭС сформирована на напряжении 110, 35 кВ радиальными и кольцевыми линиями. Формирование распределительной сети области определялось освоением территорий, необходимостью обеспечить электроснабжение коммунально-бытовых потребителей, потребителей угледобывающей промышленности и железнодорожных магистралей: Новосибирского, Красноярского направлений Транссибирской железной дороги, Барнаульского направления, Хакасского направления.

Более глубокие вводы сети централизованного электроснабжения и резервирование сельских районов выполнены на напряжении 35 кВ.

Распределительная сеть 110 кВ сформировалась транзитными двухцепными линиями вдоль железных дорог, связывающих Кемеровскую область с другими регионами Сибири, а также вдоль железных дорог, связывающих города области с севера на юг от городов Анжеро-Судженск и Юрга до Кемерово, далее от Кемерово до Таштагола, а также в зонах городов Анжеро-Судженск, Юрга, Марииинск, Кемерово, Топки, Ленинск-Кузнецкий, Белово, Гурьевск, Киселевск, Прокопьевск, Новокузнецк, Междуреченск, Осинники.

Распределительная сеть 110 кВ г. Кемерово сформирована по кольцевому принципу и объединяет двухцепными и одноцепными линиями ПС 110 кВ Рудничная – ПС 110 кВ Шахтер – Кемеровскую ТЭЦ – ПС 110 кВ Очистная – Новокемеровскую ТЭЦ – шины 110 кВ ПС 220 кВ Кемеровская – шины 110 кВ ПС 220 кВ Заискитимская – Кемеровскую ГРЭС.

Распределительные сети других городов представлены радиальными двухцепными линиями от шин 110 кВ ПС 500 кВ Юрга, ПС 500 кВ НовоАнжерская, ПС 220 кВ Крохалевская, ПС 220 кВ Краснополянская, ПС 220 кВ Бачатская, ПС 220 кВ Северный Маганак, ПС 220 кВ КМК-1, ПС 220 кВ НКАЗ-2, ПС 220 кВ Еланская, ПС 220 кВ ЗСМК, ПС 220 кВ Междуреченская и опорными ПС 110 кВ на транзитах вдоль железных дорог – ПС 110 кВ Юргинская, ПС 110 кВ Марииинск, ПС 110 кВ Новоленинская, ПС 110 кВ Беловская, ПС 110 кВ Афонинская, ПС 110 кВ Прокопьевская, ПС 110 кВ Мысковская, ПС 110 кВ Темирская, ПС 110 кВ Кондомская [4].

Собственный максимум нагрузки в Кузбасской ЭС показал наибольшее значение, достигнутое в 2010 году на уровне 5011 МВт. Располагаемая мощность от собственных генерирующих источников на час максимума нагрузки составляла 4 745 МВт, образуя дефицит мощности в размере 843 МВт.

С учетом передачи мощности в смежные энергосистемы максимум нагрузки в 2010 году составил 5860 МВт. Наименьшее значение в период

с 2010 года по 2014 год – 5035 МВт. Величина располагаемой мощности Кузбасских электростанций за рассматриваемый период находилась в диапазоне 4560-4760 МВт.

Исторический максимум нагрузки в периоде с 2010 по 2014 год складывался дефицитно, колебался в диапазоне 652-1072,2 МВт, достигая наибольшего значения в 2012 году. Оставшаяся часть нагрузки покрывалась за счет увеличения перетоков мощности из Красноярской и Хакасской энергосистем.

Это говорит о том, что Кузбасская энергосистема является дефицитной и сильно зависит от Красноярской и Хакасской энергосистемы, которые покрывают не только собственный дефицит Кузбасской энергосистемы, но и обеспечивают транзитные перетоки электроэнергии в соседние Новосибирскую, Алтайскую и Томскую энергосистемы, проходящие транзитом через энергосистему Кузбасса.

Дефицит Кузбасской ЭС покрывается от центральных избыточных энергосистем ОЭС Сибири. Системные транзиты Красноярск, Хакасия-Запад и Кузбасс-Запад характеризуются реверсивными перетоками в разрезе суток и сезонов, колебаниями напряжения на ПС 500 кВ Юрга, Беловской ГРЭС, ПС 500 кВ Новокузнецкая.

В зимних режимах, для обеспечения оптимального уровня напряжения, использовались ШР (Р-1, Р-2) и СТК (СТК-1, СТК-2), установленные на ПС 500 кВ Ново-Анжерская, ШР (Р-541, Р-542) – на ПС 500 кВ Новокузнецкая, БСК на ПС 110 кВ Тяжинская. В летних режимах регулирование напряжения осуществлялось электростанциями, ШР, СТК и БСК, установленными в Кузбасской ЭС [3].

В период 2010-2014 гг. баланс электроэнергии Кузбасской ЭС складывался дефицитно. В связи с увеличением энергопотребления региона собственный дефицит электроэнергии составлял от 7,4 до 108 млрд. кВт ч.

Наибольший дефицит электроэнергии достигнут в 2013 году на уровне 13 млрд. кВт.ч., что связано с проводимыми реконструкциями энергетического оборудования Кузбасских электростанций и как следствие сокращением выработки электроэнергии.

Энергетика, как одна из базовых отраслей, определяющих экономический потенциал Кузбасса, работает в тесной технологической взаимосвязи с хозяйственными структурами и находится в значительной зависимости от их финансового состояния и технического уровня. Основные промышленные отрасли области весьма энергоемки: в добыче угля, на транспорте, металлургическом и химическом производстве работают десятки тысяч механизмов и технологических линий, использующих электричество. Более 40% всего полезного отпуска энергии у нас приходится на обеспечение

потребностей пяти крупнейших заводов: Кузнецкого металлургического комбината, Западно-Сибирского металлургического комбината, Новокузнецкого алюминиевого завода, Новокузнецкого завода ферросплавов и кемеровского ОАО "Азот". Эти предприятия производят продукцию, пользующуюся высоким спросом на внутреннем и внешнем рынках, и, поэтому от их ритмичной работы, платежной дисциплины во многом зависит стабильное и надежное энергоснабжение региона.

Кроме того, в Кузбассе действует около пяти тысяч предприятий, и потребление электроэнергии по основным секторам экономики распределяется так: промышленность-66%, сельское хозяйство-3%, жилищно-коммунальное хозяйство-8%, транспорт и связь-3%, строительство-2%, прочие отрасли-7%, а остальные 11% приходятся на бытовые нужды населения.

Прогноз спроса на электроэнергию определяется в зависимости от экономической динамики, с учетом заявок и технических условий на технологическое присоединение к электрическим сетям Кемеровской области, с учетом перспективного роста наиболее крупных компаний – потребителей.

В 2016-2020 гг. планируется строительство обогатительных фабрик, увеличение объемов добычи угля на существующих разрезах и освоение новых. Развитие промышленности Кемеровской области прогнозируется не только за счет угольной отрасли. Крупные перспективные проекты будут реализовываться в металлургической, строительной, машиностроительной и пищевой отраслях.

Ожидается строительство новых микрорайонов, объектов социально-культурной сферы в городах Кемерово, Новокузнецк, Прокопьевск, Киселевск, Междуреченск.

Прогнозные значения 2016 – 2020 гг. по выработке электроэнергии до 2020 года составят 31,8 млрд. кВт ч., выработка прогнозируется на уровне до 20,7 млрд. кВтч., образуя дефицит электроэнергии 12,6 млрд. кВт ч. (2016г.), 11,1 млрд. кВт ч (до 2020г.).

Для снижения энергодефицита, покрытия пиковых нагрузок, увеличения собственной выработки электроэнергии и снижения зависимости от внешних поставок необходимо осуществлять строительство и ввод новых мощностей.

Ввод новых генерирующих сетевых объектов позволит обеспечить энергетическую безопасность Кузбасса, значительно снизит существующий дефицит энергомощностей, создаст базу для будущего социально-экономического развития области [4].

Например, строительство электрических станций возле крупных потребителей электроэнергии (шахт, промышленных предприятий). Один из таких объектов строится на ОАО «Кокс». В 2016 году

планируется ввод в эксплуатацию электростанции мощностью около 90 МВт, работающей на коксовом газе. Следовательно, завод станет энергонезависимым и сможет отдавать излишки электроэнергии в сеть.

Строительство тепловых станций: Менчерепская ГРЭС (1,2 ГВт), Ново-Кузбасской ГРЭС (3,3 ГВт), Прокопьевско-Киселёвской ТЭЦ (0,54 ГВт), ТЭС «Русал» (0,6 ГВт), Верхне-Урюпинской ГРЭС (~2 ГВт) сможет помочь снизить дефицит электроэнергии. Согласно документа, «Схема территориального планирования Кемеровской области» предполагается дополнительное размещение тепловых электростанций с применением технологии подземной газификации угля общей мощностью 0,8 ГВт: Тарапановская ТЭС (200 МВт), Котинская ТЭС (200 МВт), Серебряковская ТЭС (150 МВт), Барандатская ТЭС (100 МВт), Кубитетская ТЭС (150 МВт). Реализация заявленных инвестиционных проектов и предложений «Схемы» позволит в долгосрочной перспективе обеспечить надёжное электроснабжение потребителей области (рис. 2) [2].

Таким образом, Кемеровская область сможет не только покрыть дефицит электроэнергии строительством электростанций, работающих на угле, на газе, но и сможет сократить издержки на транспортировку топлива, повысить надежность электроснабжения промышленных потребителей за счет введения своих генерирующих мощностей, обеспечивать резервирование за счет оставшихся присоединений [2].

Следует отметить, что значительная часть электросетевого и генерирующего оборудования предприятий энергетики выработала свой ресурс и в настоящее время отмечается высокий износ технологического оборудования Кузбасской энергосистемы, который по некоторым объектам превышает 70 %. Для обеспечения надёжного и безаварийного энергоснабжения потребителей, а также своей энергетической независимости необходимо модернизировать имеющиеся мощности и строить новые.

В качестве одного из вариантов улучшения режима работы Кузбасской энергосистемы рассматривается реконструкция ПС 110 кВ Беловская (замена Т-1 мощностью

40,5 МВА на новый трансформатор мощностью 80 МВА).

Существующая подстанция расположена в черте города Белово и предназначена

для электроснабжения промпредприятий и инфраструктуры города через сеть подстанций напряжением 35 кВ и по фидерам напряжением 6 кВ. Подстанция на стороне 110

кВ включена в транзит сети 110 кВ, на стороне 35 кВ – является питающей для ряда подстанций 35/6 кВ, расположенных в черте города Белово, на стороне 6 кВ - является единственным источником электроснабжения промышленных предприятий и инфраструктуры города.

ПС «Беловская» является узловой и обеспечивает транзит и распределение мощности Беловской ГРЭС по шести ВЛ 110 кВ по направлениям ПС 110 кВ «Новоленинская» и ПС «Красный Брод» и является единственным источником питания по сети 35 кВ для ПС35 «Беловская городская», ПС35 «Беловская тяговая», ПС35 «Проектная», и основным источником для ПС35 «Грамотеинская 1/2» и ПС35 «Родина». ПС является основным и практически единственным источником электроснабжения промышленных предприятий, всей инфраструктуры города Белово (23 тыс. чел., 4 больницы, 4 школы, 6 детских садов, 5 котельных, 7 объектов водоснабжения), а также электротяги станции Белово Западно-Сибирской железной дороги. Поступление в сеть в 2014 г. составило 4636,4 тыс. кВт ч, полезный отпуск 3989,9 тыс. кВт ч, потери 646,5 тыс. кВт ч или 13,94%.

Установленная трансформаторная мощность существующей подстанции составляет 121 МВА. На существующей ПС установлено три устаревших трансформатора мощностью 40,5 МВА. Максимальная нагрузка (в часы зимнего максимума) без реконструкции составляет 74,91 МВА или 181%, с учетом условий на технологическое присоединение 88,2 МВА или 220%, что в режиме n-1 превышает максимально допустимую нагрузку данной подстанции.

В связи со значительным моральным и физическим износом оборудования необходимо провести комплексную реконструкцию подстанции с заменой трансформаторов 3x40,5 МВА на 2x80 МВА. Загрузка после реконструкции в режиме (n-1) составит 95%, с учетом договоров технологического присоединения – допустимое значение 105%. Замена трансформаторов обеспечит надёжное электроснабжение города Белова и прилегающих районов, подключение новых потребителей, при существенном снижении затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание.

Реконструкцию подстанции необходимо осуществлять в рамках существующего под действующей подстанцией земельного участка. В стесненных условиях, строительство ПС на новой территории не представляется возможным, так как присутствует плотная городская застройка и отвод земли на близлежащей территории не возможен. Строительство новой ПС на новом участке на удалении приведет к существенному удорожанию из-за строительства заходов большого числа ВЛ 110-35 кВ и распределительной сети 6 кВ с соответствующим отводом земли под новое строительство.

При реконструкции предусматривается поэтапный перевод питающих и потребительских сетей на новое оборудование подстанции, что несколько увеличивает срок реконструкции, но позволяет осуществить реконструкцию без перерывов в электроснабжении потребителей [5].

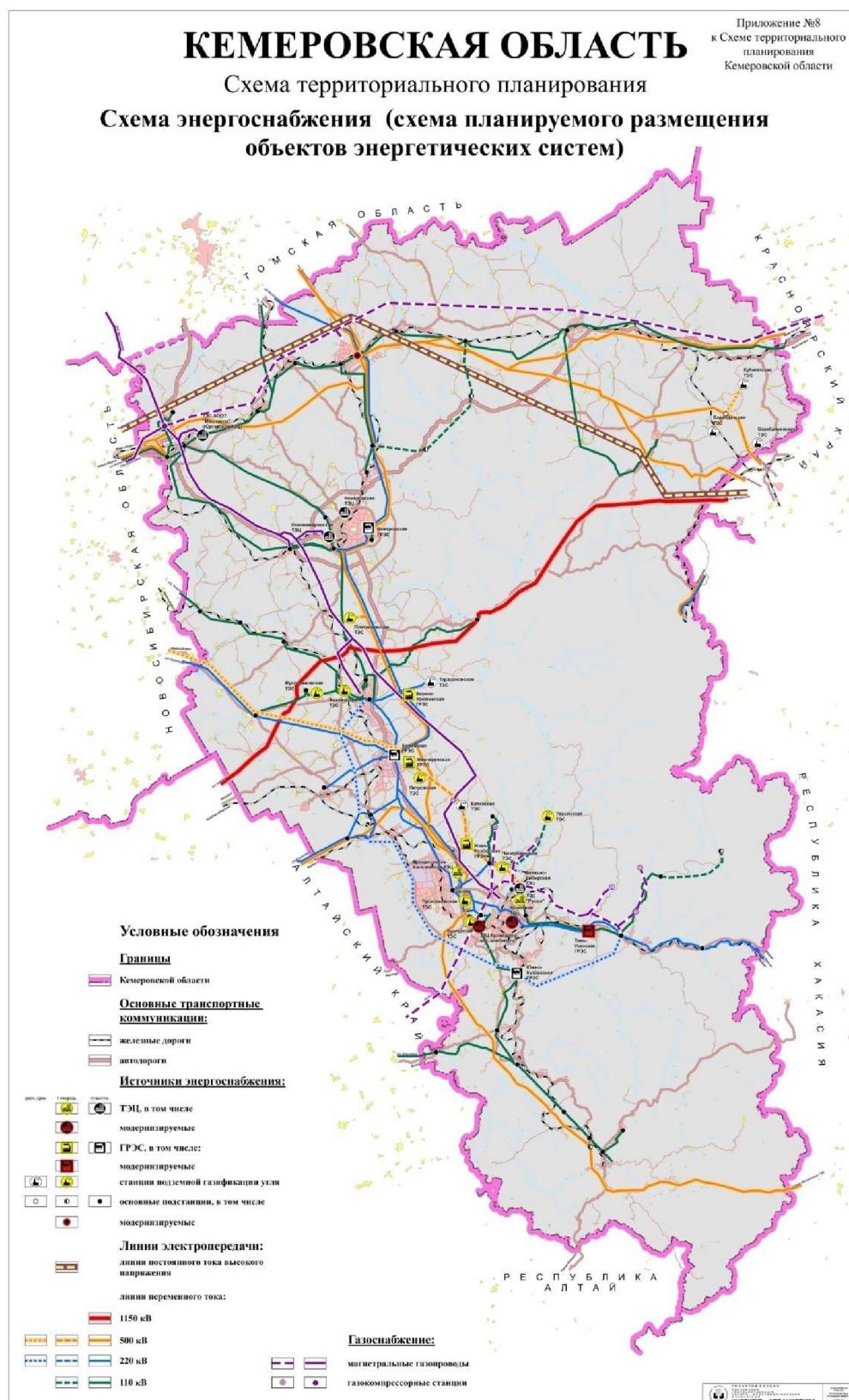


Рисунок 2. Схема планируемого расположения объектов энергоснабжения
Figure 2. The scheme of the planned location of objects of energy supply

Еще одним мероприятием, для снятия ограничений предлагается строительство двухцепной ВЛ 110 кВ «Рудничная-Лапина» в городе Кемерово. Строительство ВЛ является обязательным техническим условием для присоединения подстанции 110 кВ «им. Лапина В.И.».

Подстанции 110 кВ «Мирная», 110 кВ вновь построенных жилых микрорайонов г. «Восточная», которые являются основным питающим центром значительной части г.

Кемерово, работают в режиме предельной загрузки силовых трансформаторов Т1, Т2, Т3. Строительство двухцепной ВЛ 110 кВ «Рудничная-Лапина» позволит осуществить перевод питания с подстанций 110 кВ «Восточная», 110 кВ «Мирная» на подстанцию 110 кВ «им. Лапина В.И.», что обеспечит разгрузку оборудования подстанций 110 кВ «Восточная», 110 кВ «Мирная».

Кроме того, строительство ВЛ 110 кВ через реку Томь позволит осуществить мероприятие по закольцовке сети 110 кВ и обеспечить надежность электроснабжения для перспективного развития

Кемерово, а также резервирование левобережной части города с правобережной частью.

Можно сделать следующие выводы:

1. С учетом имеющегося дефицита мощности Кузбасской энергосистемы, необходимо проведение реконструкции и ввода новых мощностей с соответствующим развитием сетевых объектов, без которых ввод новых мощностей будет невозможен.

2. При выборе того или иного варианта нового строительства или реконструкции необходимо уделять внимание как его технико-экономическим показателям, так и вопросам поддержания и повышения надежности электроснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов, Е.А. Развитие топливно-энергетического комплекса Кузбасса в конце 1970-х - начале 1990-х гг.: дис. ... канд. истор. наук: 07.00.02 / Степанов Евгений Анатольевич. – Кемерово, 2001. – 220 с.
2. «Схема территориального планирования Кемеровской области».
3. «Комплексная программа развития электрических сетей Кемеровской области напряжением 35 кВ и выше на период 2015-2019 гг.».
4. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года».
5. Схема и программа перспективного развития электрических сетей 35-110 кВ филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго - РЭС» на период 2014-2018 гг. с учетом перспективы на 2019 г.». – Сибирский ЭНТЦ, Н., 2014.

REFERENCES

1. Stepanov, E. A. Razvitie toplivno-energeticheskogo kompleksa Kuzbassa v konce 1970-h – nachale 1990-h.: dis. ... kand. istor. nauk: 07.00.02 / Evgeny A. Stepanov. – Kemerovo, 2001. – 220 S.
2. "Shema territorialnogo planirovania Kemerovskoi oblasti"
3. "Kompleksnaya programma razvitiya elektricheskikh setei Kemerovskoi oblasti naprjazheniem 35 kV I vishe na period 2015-2019".
4. Rasporajenie Pravitelstva RF ot 13.11.2009 № 1715-r «Ob Energeticheskoi strtegii Rossii na period do 2030».
5. Shema i programma perspektuvnogo razvitiya elektricheskikh setei 35-110 kV filial OAO «MRSK-Siberia» - "Kuzbassenergo - RES" na period 2014-2018 s uchetom perspektivi na 2019". Siberian ENTC, N., 2014.

Поступило в редакцию 16.09.2016

Received 16 September 2016