

## REFERENCES

1. Romero-Cadaval E., Spagnuolo G., Garcia Franquelo L., Ramos-Paja C.A., Suntio T., Xiao W.M. Grid-Connected Photovoltaic Generation Plants: Components and Operation. — IEEE Industrial Electronics Magazine, 2013, vol. 7, No. 3.
2. Kryukov K.V. and Valiev M.M. Residential photovoltaic power conditioning system with module integrated DC-DC converters. — 15th Intern. Power Electronics and Motion Control Conf., Novi Sad, 2012, pp. DS3b.9-1—DS3b.9-4.
3. Blaabjerg F. and Ma K. Future on Power Electronics for Wind Turbine Systems. — IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, Sept. 2013, vol. 1, No. 3, pp. 139—152.
4. H. Polinder, F.F. A. van der Pijl, G.J. de Vilder and P.J. Tavner. Comparison of direct-drive and geared generator concepts for wind turbines. — IEEE Trans. on Energy Conversion, Sept. 2006, vol. 21, No. 3, pp. 725—733.
5. Lukutin B.V., Surzhikova O.A., Shandarova Ye.B. *Vozobnovlyayemaya energetika v detsentralizovannom elektrosnabzhenii* (Renewable energy in decentralized electricity supply). Moscow, Energoatomizdat, 2008, 231 p.
6. A. Mohamed, T. Khatib. Optimal Sizing of a PV/Wind/Diesel Hybrid Energy System for Malaysia, ICIT, 2013, pp. 752—757.

[25.10.2017]

\* \* \*

Электричество, 2018, № 1, с. 13–18

DOI:10.24160/0013-5380-2018-1-4-13-18

## Влияние накопителей электроэнергии на пропускную способность распределительных сетей напряжением 6–10 кВ

ГУСЕВ Ю.П., СУББОТИН П.В.

*В настоящее время стал актуальным вопрос о применении систем накопления электроэнергии (СНЭ) в распределительных электрических сетях, например на удаленных трансформаторных подстанциях, и существует множество вопросов о целесообразности их применения. Анализируется эффективность применения СНЭ для увеличения пропускной способности распределительных сетей 6–10 кВ за счет повышения суточной загрузки сетевого электрооборудования. Теоретические исследования базируются на параметрах распределительных сетей, полученных статистическими методами анализа. При расчете суточной электроэнергии заряда/разряда СНЭ использовались известные методы расчета режимов потребления электроэнергии. В результате были определены условия, при которых использование СНЭ с технической и экономической точек зрения наиболее эффективно.*

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** система накопления электроэнергии, распределительная сеть, линия электропередачи, трансформаторная подстанция

Одним из направлений развития энергосистем является использование систем распределенной генерации (СРГ) и систем накопления электроэнергии (СНЭ) [1,2]. В частности, для России наиболее значимой является задача разработки технологических решений по повышению эффективности использования мобильных и стационарных «гибридных» СРГ [3], основной частью которых является СНЭ.

Однако в настоящее время недостаточно изучен вопрос о самостоятельном применении СНЭ в качестве дополнительного «активного» элемента распределительных электрических сетей. Долгое время основной проблемой, препятствующей масштабному использованию накопителей электроэнергии, являлась их высокая стоимость [4]. Тем не менее, развитие преобразовательной техники и совершенствование электрохимических и электромагнитных накопителей энергии, стоимость которых имеет тренд к снижению [5], создают возможности для

решения некоторых проблем в распределительных сетях 6–10 кВ.

Актуальной является задача обеспечения роста плотности нагрузки в условиях современных мегаполисов, сопровождающегося увеличением неравномерности графиков нагрузки и превышением токами нагрузки предельно допустимых уровней для установленного в сети электрооборудования. Так, ежегодный прирост электропотребления Москвы составляет порядка 1,1–1,5%, что связано с ежегодным увеличением жилищного фонда и ростом числа потребителей сферы услуг [6]. Такое положение может привести к перегрузке линий электропередачи (ЛЭП) как воздушных, так и кабельных, а также трансформаторов на трансформаторных подстанциях (ТП) 6–10/0,4 кВ [7].

Установка СНЭ на вторичном напряжении понижающих ТП 6–10/0,4 кВ может способствовать повышению эффективности использования передающей и распределительной сетей, загрузка кото-

рых составляет в среднем 50–65% их пропускной способности [8], а также принести экономию за счет отказа от необходимости строительства дополнительных или модернизации существующих сетевых объектов [4, 9, 10]. Например, по данным [6], нагрузки 16% кабельных линий (КЛ) от их общего числа в Москве превышают допустимые (по условиям послеаварийных режимов).

Можно отметить, что под СНЭ понимается многофункциональное устройство, представляющее собой обратимый инвертор, который может преобразовывать переменное напряжение в постоянное (при заряде аккумуляторной батареи (АБ)) и работать в качестве инвертора, преобразуя постоянное напряжение АБ в переменное напряжение 50 Гц, непосредственно накопительную систему и автоматизированную систему управления, функционал которой зависит от решаемых задач.

Основные функции СНЭ, рассматриваемые в рамках данной статьи, заключаются в накоплении электрической энергии в периоды наличия избыточной энергии (полученной по низшей цене [8]) и выдаче энергии в сеть в периоды дефицита для сглаживания пиков нагрузки.

В статье проводится оценка возможностей СНЭ по увеличению коэффициента загрузки трансформаторного оборудования и по увеличению пропускной способности ЛЭП распределительных электрических сетей за счет максимального выравнивания суточного графика электрических нагрузок на шинах ТП.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи.

1. Анализ параметров сетевого электрооборудования одной из электросетевых компаний г. Москвы. На основании статистики сформулированы исходные данные для оценки эффективности применения СНЭ.

2. Определение количества электроэнергии, которое может быть дополнительно передано в течение суток при использовании СНЭ разной мощности и емкости в зависимости от параметров трансформаторного оборудования.

3. Определение условий, при которых использование СНЭ с технической и экономической точек зрения наиболее эффективно.

**Анализ параметров распределительных сетей.** Одной из особенностей распределительных сетей с кабельными линиями 6–10 кВ, обуславливающей возможность эффективного применения СНЭ, является то, что данные сети имеют преимущественно магистральный принцип построения и выполняются по двухлучевой и(или) петлевой схемам [6].

В рамках статистического анализа параметров оборудования электросетевой компании, имеющей на балансе около 750 ТП 6–10/0,4 кВ, для исключения влияния на пропускную способность «фидерных» кабельных линий нижестоящих ТП рассматривались ТП тупикового исполнения, непосредственно подключенные к шинам центров питания (ЦП).

Трансформаторные подстанции рассматриваемых электрических сетей имеют по два трансформатора мощностью от 100 кВА (0,4% общего числа ТП) до 1600 кВА (0,8%). Так как секционные выключатели на ТП нормально разомкнуты, далее все ТП можно рассматривать как однотрансформаторные с одной питающей КЛ. Наибольшее число ТП имеют трансформаторы мощностью 630 кВА (43,3%).

Кабельные линии (КЛ) связи ЦП с ТП имеют интервал длины от 50 м до 2,5 км. Сечение проводников от 50 мм<sup>2</sup> (0,02% общей протяженности кабельных линий) до 240 мм<sup>2</sup> (0,26%). Все КЛ рассматриваемой сети выполнены с алюминиевыми жилами.

Для оптимизации режимов работы питающих ЛЭП и тупиковых ТП были рассмотрены четыре варианта установки СНЭ на ТП:

1-й – с минимальной длиной и минимальным сечением питающей КЛ;

2-й – с минимальной длиной и максимальным сечением питающей КЛ;

3-й – с максимальной длиной и минимальным сечением питающей КЛ;

4-й – с максимальной длиной и максимальным сечением питающей КЛ.

Исходные данные для описанных случаев приведены далее:

Вариант исходных данных	Марка КЛ	Длина КЛ, км	Мощность трансформатора, кВА
1-й	АСБ-3х50-10	0,2	250
2-й	АСБ-3х240-10	0,05	1000
3-й	АСБ-3х95-10	2,285	630
4-й	АСБ-3х240-10	2,5	400

**Увеличение пропускной способности распределительных сетей за счет использования СНЭ.** Для оценки эффективности применения СНЭ на ТП 6–10/0,4 кВ для увеличения суточного коэффициента загрузки трансформаторного оборудования и повышения пропускной способности существующих кабельных линий распределительных электрических сетей использован график суточного потребления активной мощности (в отн. ед.), отражающий описанный рост потребляемой мощности в условиях мегаполиса и имеющий увеличенные значения пиков максимальной и минимальной мощности (рис. 1). Рассматриваемый график элек-

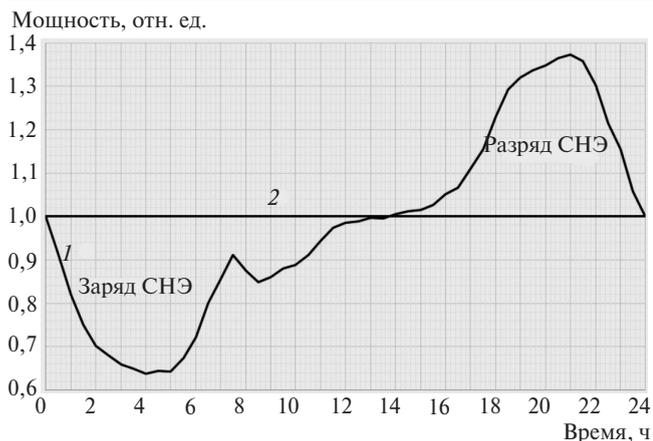


Рис. 1. Суточный график изменения активной нагрузки ТП (отн. ед.): 1 — активная нагрузка ТП; 2 — граница изменения состояния СНЭ

трических нагрузок микрорайона мегаполиса был определен в ходе экспериментальных энергетических обследований нагрузок микрорайона и входящих в него объектов коммунально-бытового назначения, и он соответствует наибольшей активной нагрузке микрорайона рабочего дня за период 2009–2013 гг. [11].

Для определения количества электроэнергии, которая может быть дополнительно передана нагрузке за счет использования СНЭ, были определены параметры СНЭ исходя из условия максимального выравнивания суточного графика электрических нагрузок на шинах ТП (1 на рис. 1), при которых трансформатор ТП будет работать в течение суток без перегрузок.

Как отмечалось ранее, основными элементами СНЭ являются обратимый инвертор и АБ, которая может быть реализована на базе долговременных (электрохимических) накопительных систем — аккумуляторов и/или кратковременных (электромагнитных) накопительных систем — батарей ионисторов [10]. В статье рассматривается применение накопительных систем, реализованных на базе свинцово-кислотных, литий-ионных АБ или на базе ионисторов. На данном этапе расчетов не рассматривается конкретный тип АБ, а коэффициент энергетической эффективности [12] СНЭ, учитывающий потери в преобразовательной технике, исходя из среднего КПД указанных типов АБ [5], принимается равным 0,85.

Для 1-го варианта исходных данных с трансформатором мощностью 250 кВА количество электроэнергии, которую сможет накопить АБ на интервале времени 0–14 ч (область заряда АБ под линией 2 на рис. 1) составит 3,43 МВт·ч. Следовательно, на десятичасовом интервале времени 14–0 ч (область разряда АБ над линией 2 на рис. 1), учитывая принятую энергетическую эффективность СНЭ, накопитель сможет выдать в сеть 2,91 МВт·ч. При этом количество электроэнергии, требуемой для покрытия разницы пиковой и номинальной мощности графика нагрузки (область разряда АБ над линией 2 на рис. 1), составляет 2,45 МВт·ч. Таким образом, избыток электроэнергии, которая может быть дополнительно передана нагрузке в течение суток, составит 0,46 МВт·ч.

Результаты расчетов количества электроэнергии, которая может быть дополнительно передана нагрузке за счет использования СНЭ, приведены в таблице.

**Экономическая оценка эффективности использования СНЭ.** Из результатов расчетов, приведенных в таблице видно, что применение СНЭ для выравнивания суточного графика электрических нагрузок ТП, для повышения эффективности использования распределительной сети за счет увеличения суточной загрузки существующего сетевого электрооборудования, позволяет увеличить количество электроэнергии, которая может быть передана нагрузке в течение суток, на 19%, а также, как отмечалось ранее, получить экономию за счет отказа от необходимости строительства дополнительных или модернизации существующих сетевых объектов.

Далее приведено сопоставление капиталовложений на строительство новой питающей КЛ и новой ТП или на замещающие мероприятия, заключающиеся в установке СНЭ требуемой мощности и емкости на вторичном напряжении ТП.

Расчет капиталовложений на новое строительство питающей КЛ и новой ТП проводился по укрупненным показателям стоимости (УПС) в соответствии с [13]. Расчет был выполнен для двух случаев метода прокладки КЛ: без учета и с учетом устройства специальных переходов методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ) в объеме 50% общей протяженности трассы КЛ, что особен-

Вариант исходных данных	Суточная энергия СНЭ, МВт·ч		Суточная энергия для покрытия пика нагрузки, МВт·ч	Избыток электроэнергии, МВт·ч
	заряда	разряда		
1	3,43	2,91	2,45	0,46
2	13,7	11,7	9,8	1,9
3	8,6	7,3	6,2	1,1
4	5,5	4,7	3,9	0,8

но актуально для Москвы. Стоит отметить, что в УПС не входят стоимость отчуждаемых земельных участков, затраты, связанные с оформлением земельного участка, и средства на выплату земельного налога, что также особенно актуально для Москвы.

Стоимость обратимого AC/DC преобразователя, совмещающего в себе функции выпрямителя и инвертора, по экспертным оценкам может составлять от 165 до 227 долл\*/кВт [14, 15]. Для оценочных расчетов стоимость маломощного преобразователя взята по нижней границе. Стоимость накопительных систем, реализованных на базе свинцово-кислотных, литий-ионных АБ или на базе ионисторов была принята по данным заводов-изготовителей 350 долл/кВт, 1300 долл/кВт и 250 долл/кВт соответственно [16].

Результаты расчетов капиталовложений, требуемых по всем рассматриваемым вариантам, приведены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что эффективность использования СНЭ с экономической точки зрения связана с удаленностью ТП от ЦП. Так, для 2-го варианта исходных данных с минимальной длиной питающей КЛ и наибольшей мощностью трансформатора результирующие капиталовложения на новое строительство, в том числе с учетом устройства переходов методом ГНБ, почти на порядок меньше самого экономичного варианта замещающих мероприятий – установки СНЭ с ионисторами.

С другой стороны, для 4-го варианта, при котором требуется строительство КЛ максимальной

длины с максимальным сечением, эффективность применения СНЭ с любым типом накопительных систем значительно возрастает: капиталовложения на новое строительство приблизительно равны капиталовложениям на установку СНЭ со свинцово-кислотными АБ или с ионисторами; капиталовложения на новое строительство с учетом устройства переходов методом ГНБ почти в 2 раза превышают капиталовложения на установку СНЭ с литий-ионными АБ и почти в 5,5 раз превышают капиталовложения на установку СНЭ с ионисторами.

Кроме того, сравнив капиталовложения по 4-му и 3-му вариантам исходных данных, длина КЛ которых примерно равна, можно сделать вывод, что с технической точки зрения эффективность использования СНЭ возрастает с уменьшением мощности трансформаторов ТП, что снижает требуемую мощность и емкость СНЭ и, следовательно, значительно снижает общие капиталовложения. Таким образом, по мере увеличения мощности трансформаторов ТП и увеличения удаленности ТП от ЦП техническая и экономическая эффективность применения СНЭ увеличивается.

**Выводы.** 1. Применение СНЭ для повышения эффективности использования распределительной сети за счет увеличения суточной загрузки существующего сетевого электрооборудования является эффективным решением и для рассматриваемого графика нагрузки позволяет увеличить на 19% количество электроэнергии, которое может быть дополнительно передано нагрузке в течение суток. Учитывая ежегодный прирост электропотребления Москвы в 1,5%, установка СНЭ на конкретной ТП

\* Курс доллара на момент расчетов 60,2 руб.

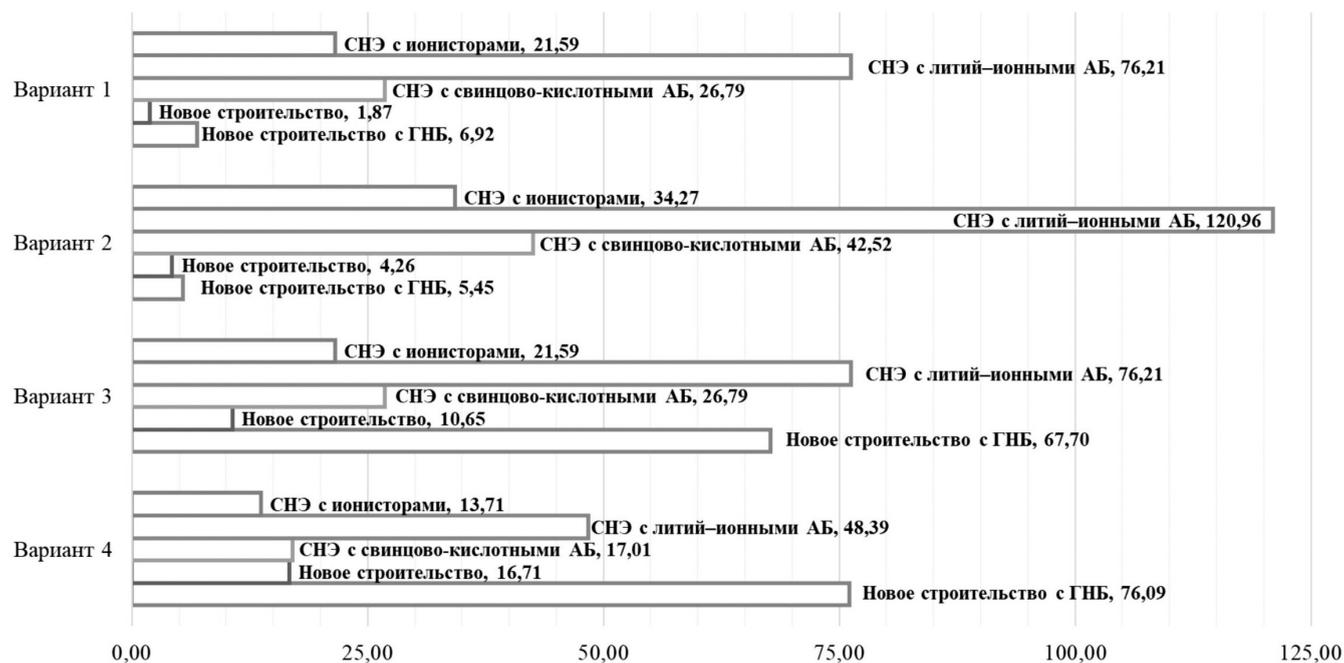


Рис. 2. Диаграмма требуемых капиталовложений (млн руб.) по рассматриваемым вариантам

способна перенести необходимость строительства дополнительных или модернизации существующих сетевых объектов в среднем примерно на 12 лет.

2. Целесообразность применения СНЭ как замещающих мероприятий по новому строительству питающей КЛ и новой ТП возрастает с увеличением длины КЛ и уменьшением мощности трансформатора ТП.

3. Капиталовложения на новое строительство могут почти в 2 раза превышать капиталовложения на установку СНЭ с литий-ионными АБ и в 5,5 раз превышать капиталовложения на установку СНЭ с ионисторами.

4. Для получения более полных результатов требуется дополнительное исследование технико-экономической эффективности применения конкретного типа АБ. Предварительно, учитывая ограниченный циклический ресурс электрохимических АБ и климатические факторы, наиболее целесообразным представляется применение накопительных систем на ионисторах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Luciano Cocchi, Marco Di Clerico, Fabio Cazzato, Christian D'Adamo. Decentralised storage systems for applications on electrical distribution. — CIGRE, Italy, 2014.
- Hussein Ibrahim, Mariya Dimitrova, Yvan Dutil, Daniel Rousse, Adrian Ilinca. Wind-Diesel hybrid system: energy storage system selection method. — The 12th International Conference on Energy Storage, Innostock, 2012.
- Иванова Ю.В. Пионеры новой генерации. — Единая сеть, 2011, № 4(89), с. 10–11.
- Чернецкий А.М. Оценка экономической эффективности использования накопителей электроэнергии в энергосистеме. — Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ (Минск, Белорусский научно-технический университет), 2013, № 4, с. 21–28.
- Energy storage study. AECOM Australia Pty Ltd. A storage market review and recommendations for funding and knowledge sharing priorities. — Australia, 2015, pp. 29–32.
- Схема электроснабжения города Москвы .... : <https://goo.gl/F8YF28>
- Жмурко В.Е., Илюшин П.В., Кандауров Л.Н., Хвоцинская М.А. Использование мобильных электростанций для противоаварийного управления в энергосистемах. — Электро, 2010, № 4, с. 46–52.
- Алексеев Б.А. Применение накопителей энергии в электроэнергетике. — Электро, 2005, № 1, с. 42–46.
- Гайснер А.Д., Новиков А.Н. Основные тенденции применения и развития систем накопления электроэнергии в современных энергосистемах (мировой опыт). — Энергетическая политика, 2014, № 6, с. 72–81.
- Бердников Р.Н. Фортов В.Е., Сон Э.Е., Деньщиков К.К., Жук А.З., Шакарян Ю.Г. Гибридный накопитель электроэнергии для ЕНЭС на базе аккумуляторов и суперконденсаторов. — Энергия Единой сети, 2013, № 2(7), с. 41–51.
- Павлов А.В. Повышение точности расчётов электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей микрорайонов мегаполисов: Дис. ... канд. техн. наук. — Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2016, 146 с.
- ГОСТ Р МЭК 60050-482—2011. Источники тока химические. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2013, 50 с.
- Сборник укрупненных показателей стоимости ... : <https://goo.gl/R2ja9U>
- Цгоев Р.С. Несинхронная параллельная работа ОЭС Сибири и Востока. — Электро, 2004, № 1, с. 2–6.
- Нян Л.А. Разработка солнечной фотоэлектрической системы автономного электроснабжения индивидуальных потребителей в тропических условиях. Дис. ... канд. техн. наук. — М.: «НИУ «МЭИ», 2016, 135 с.
- Знаменский А.С. Системы накопления энергии в большой энергетике. — Семинар «Современные технологии и направления инновационного развития в электроэнергетике»: <https://goo.gl/hPxG24>
- Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненным к нему категориям потребителей города Москвы на 2017 г. — Приказ от 29 ноября 2016 г. No. 212-ТР. Правительство Москвы, 2016.

[18.09.2017]

*А в т о р ы: Гусев Юрий Павлович окончил электроэнергетический факультет Московского энергетического института (ныне «Национальный исследовательский университет «МЭИ» — «НИУ «МЭИ» в 1974 г. В 1984 г. защитил кандидатскую диссертацию «Установившиеся режимы и электромагнитные переходные процессы в электрической части МГДГ с многомостовой инверторной подстанцией». Заведующий кафедрой «Электрические станции» «НИУ «МЭИ».*

*Субботин Павел Владимирович окончил электроэнергетический институт «НИУ «МЭИ» в 2015 г. Аспирант «НИУ «МЭИ».*

## The Effect of Electric Energy Storage Devices on the Transmission Capacity of 6–10 kV Distribution Networks

**GUSEV Yurii P.** (National Research University «Moscow Power Engineering Institute» («NRU «MPEI»), Moscow, Russia) — Head of the Department, Cand. Tech. Sci.

**SUBBOTIN Pavel V.** (NRU «MPEI», Moscow, Russia) — Post-Graduate Student

*The question about using electric energy storage systems (EESS) in distribution networks, e.g., at remote transformer substations has presently become of issue, and there is a number of questions regarding the advisability of using such systems. The effect from using EESS to increase the transmission capacity of 6–10 kV distribution networks due to increasing the network equipment daily load is analyzed. The theoretical investigations of this problem are based on the distribution network parameters obtained using statistical analysis methods. The daily EESS charging/discharging electric energy was calculated using the well-known methods for analyzing the electric energy consumption modes. As a result, conditions under which the use of EESS is most efficient from the technical and economic points of view have been determined.*

**Key words:** *electric energy storage system, distribution network, power line, transformer substation.*

## REFERENCES

1. Luciano Cocchi, Marco Di Clerico, Fabio Cazzato, Christian D'Adamo. Decentralised storage systems for applications on electrical distribution. — CIGRE, Italy, 2014.
2. Hussein Ibrahim, Mariya Dimitrova, Yvan Dutil, Daniel Rousse, Adrian Ilinca. Wind-Diesel hybrid system: energy storage system selection method. — The 12th International Conference on Energy Storage, Innostock, 2012.
3. Ivanova Yu.V. *Yedinaya set'* — in Russ. (*The Unified Grid*), 2011, No. 4(89), pp. 10–11.
4. Chernetskii A.M. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii...* (Minsk: Belorusskii nauchno-tehnicheskii universitet) — in Russ. (*News of Higher Education Institutions...*, Minsk, Belorussian Scientific and Technical University), 2013, No. 4, pp. 21–28.
5. Energy storage study. AECOM Australia Pty Ltd. A storage market review and recommendations for funding and knowledge sharing priorities. — Australia, 2015, pp. 29–32.
6. Skhema elektrosnabzheniya goroda Moskvy (raspredelitel'nye seti napryazheniyem 6–10–20 kV)... (Power supply scheme of the city of Moscow (the distribution network voltage 6–10–20 kV): <https://goo.gl/F8YF28>
7. Zhmurko V.Ye., Ilyushin P.V., Kandaurov L.N., Khvoshchinskaya M.A. *Elektro* — in Russ. (*Electro*), 2010, No. 4, pp. 46–52.
8. Alekseyev B.A. *Elektro* — in Russ. (*Electro*), 2005, No. 1, pp. 42–46.
9. Gaisner A.D., Novikov A.N. *Energeticheskaya politika* — in Russ. (*Power politics*), 2014, No. 6, pp. 72–81.
10. Berdnikov R.N., Fortov V.Ye., Son E. Ye., Den'shchikov K.K., Zhuk A.Z., Shakaryan Yu.G. *Energiya yedinoi seti* — in Russ. (*Energy of the Single network*), 2013, No. 2(7), pp. 41–51.
11. Pavlov A.V. *Povysheniye tochnosti raschetov elektricheskikh nagruzok... microraiionov megapolisov* (Increase of exactness of calculations of the electric loading... of microregions of megapolises). Diss. for the Degree of Cand. Sci. (Eng.). Novocherkassk, YuRGPU, 2016, 146 p.
12. GOST R MEK 60050-482—2011. *Istochniki toka khimicheskoye. Terminy i opredeleniya.* — in Russ. (*The sources of current are chemical. Terms and determinations*). Moscow, Publ. Standartinform, 2013, 50 p.
13. *Sbornik ukрупnennykh pokazatelei stoimosti stroitel'stva...* — in Russ. (*A collection of the integrated cost indexes of construction...*): <https://goo.gl/R2ja9U>
14. Tsgoyev R.S. *Elektro* — in Russ. (*Electro*), 2004, No. 1, pp. 2–6.
15. Nyan L.A. *Razrabotka solnechnoi fotoelektricheskoi sistemy avtonomnogo elektrosnabzheniya individual'nykh potrebiteli v tropicheskikh usloviyakh* — in Russ. (*Development of the sunny photo-electric system of autonomous power supply of individual consumers in tropical term*). Diss. For the Degree of Cand. Sci. (Eng.) Moscow, 2016, 135 p.
16. Znamenskii A.S. *Sistemy nakopleniya energii v bol'shoi energetike.* — Seminar «Sovremennye tekhnologii i napravleniya innovatsionnogo razvitiya v elektroenergetike» (The systems of accumulation of energy are in large energy. — Seminar «Modern technologies and directions of innovative development in an electroenergy»: <https://goo.gl/hPxG24>
17. *Ob ustanovlenii tsen (tarifov) na elektricheskuyu energiyu dlya naseleniya...* . Prikaz No. 212-TR ot 29 Noyabrya 2016. Pravitel'stvo Moskvy — in Russ. (About establishment of prices (tariffs) on electric energy for a population... . Order No. 212-TR, 29.11.2016, Government of Moscow).

[18.09.2017]