
УДК 621.311.001

НАПРАВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МИКРО-СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ МОНГОЛИИ

© 2019 г. Н. И. Воропай¹*, Б. Бат-Ундрал², Э. Энхсайхан³

¹Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

²Монгольский университет науки и технологии, Улан-Батор, Монголия

³Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

*e-mail: voropai@isem.irk.ru

Поступила в редакцию 26.11.2019 г.

После доработки 27.11.2019 г.

Принята к публикации 28.11.2019 г.

Рассматривается современное состояние электроэнергетики Монголии, включая вводы установок малой генерации электроэнергии. Обсуждается реализация национальной программы “100000 солнечных фото-панелей” для электроснабжения индивидуальных потребителей – юрт пастухов. Приведены примеры развития микро- и мини-установок генерации электроэнергии в Монголии и в других странах. Сформулированы основные проблемы обоснования развития и управления режимами специфических микро-систем электроснабжения индивидуальных потребителей Монголии.

Ключевые слова: электроэнергетика Монголии, мини- и микро-генерация, национальная программа, развитие, режимы, микро-системы электроснабжения

DOI: 10.1134/S0002331019060141

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы достаточно активно исследуются направления развития электроэнергетики и электроэнергетических систем (ЭЭС) Монголии в рамках топливно-энергетического комплекса страны, включая крупномасштабное развитие возобновляемой энергетики, с учетом объединения изолированно работающих в настоящее время ЭЭС и создания Единой ЭЭС страны, а также возможного участия Монголии в межгосударственной кооперации стран Северо-Восточной Азии по формированию межгосударственного электроэнергетического объединения [1–5 и др.]. В этих перспективных исследованиях фактически не рассматривались роль и место, масштабы развития, особенности используемых технологий и другие проблемные вопросы малой электроэнергетики в Монголии.

Между тем, за последние годы малая электроэнергетика получила в Монголии существенное развитие. В стране работают 13 мини- и микро-ГЭС, 17 мини- и микро-солнечных электростанций, 3 мини-ветроэлектростанции, 7 гибридных микро-систем электроснабжения (фото-панели и ветроустановки с накопителями электроэнергии или без них). Успешно выполнен впечатляющий национальный проект “100000 солнечных фото-панелей” по электрификации индивидуальных юрт пастухов.

В статье анализируется современное состояние мини- и микро-систем электроснабжения в мире и в Монголии, рассматривается специфика требований к этим системам в Монголии в сравнении с другими странами и перспективы развития этого

направления. Формулируются актуальные задачи исследований по обоснованию развития и управлению функционированием микро-систем электроснабжения в Монголии.

СОСТОЯНИЕ МИНИ- И МИКРО-СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В МОНГОЛИИ И В МИРЕ

Существуют различные классификации систем электроснабжения с малой генерацией, в основе своей учитывающие суммарную мощность генерирующих источников [6–10 и др.]. Примем определения мини- и микро-систем электроснабжения (мини- и микро-СЭС) на базе этих классификаций с небольшой корректировкой. К мини-СЭС будем относить системы электроснабжения с мощностью генерации от 25 кВт до 25 МВт, к микро-СЭС – от 1 Вт до 25 кВт. Учитывая эту классификацию, рассмотрим современный уровень развития мини- и микро-СЭС в Монголии и в других странах.

Большая территория Монголии характеризуется низкой плотностью населения и большими расстояниями между централизованными источниками электроэнергии и потребителями. На сегодняшний день Центральная ЭЭС (ЦЭЭС) поставляет около 80% всей вырабатываемой в стране электроэнергии и включает такие крупные центры электропотребления, как Улан-Батор, Дархан-Сэлэнгэ, Эрдэнэт-Булган и Баганур-Чойр. С середины 1990-х годов начали формироваться ЭЭС западного (ЗЭЭС) и восточного (ВЭЭС) районов.

В настоящее время 90% электроэнергии в ЦЭЭС вырабатывается на ТЭЦ в Улан-Баторе, из-за этого протяженность распределительных электрических сетей велика и потери в этих сетях превышают 20%.

Учитывая рассредоточенность населения на большой территории, а с другой стороны – концентрацию электроэнергетики в немногочисленных больших городах, актуальной является проблема освоения местных, прежде всего возобновляемых, энергоресурсов и формирования локальных мини- и микро-СЭС. В таблице 1 приведена информация о действующих сегодня в Монголии мини- и микро-ГЭС, в табл. 2 – мини- и микро-солнечных электростанций, в табл. 3 – гибридных микро-электростанций (фото-панели и ветро-агрегаты с накопителями электроэнергии или без таковых), в табл. 4 – ветровых мини-электростанций [11].

Особый интерес представляет уникальная национальная программа “100000 солнечных фото-панелей”, которую финансировали Правительства Японии, Китая и Мировой банк [12]. Программа начала реализовываться с 2000 года и продолжалась 12 лет. В результате 70% кочевников (около 500000 жителей) получили электроэнергию. Суммарная мощность фото-панелей на одну юрту 3–4 кВт. Имеются резервные фото-панели и накопители электроэнергии. Эти микро-СЭС работают на постоянном токе.

Определенная активность в части развития малой электроэнергетики проявляется в России [13]. Отмечается несколько уже реализованных проектов мини-СЭС на основе солнечных электростанций в Республике Алтай, Республике Саха (Якутия), ветропарка в поселке Тикси и ряде других регионов. В 2018 г. Министерство энергетики РФ планировало запустить масштабную программу “Один миллион солнечных крыш в России” (некоторый аналог национальной программы Монголии). Программа предусматривает установку солнечных панелей на крышах зданий суммарной электрической мощностью 3.5 кВт на одну семью. Общая установленная мощность “солнечных крыш” по этой программе может составить до 3.5 ГВт. Программа находится в стадии реализации.

Солнечные электростанции особенно актуальны для труднодоступных поселков и объектов на севере Сибири и Дальнего Востока, а также в Арктике. При этом электроника и мехатроника солнечных модулей приспособлены для нормального функционирования при очень низких температурах – до минус 50 град.

Таблица 1. Действующие мини- и микро-ГЭС Монголии

№	Местоположение	Названия мини- и микро-ГЭС	Год ввода в эксплуатацию	Установленная мощность, кВт	Операционная зона
1	Говь-Алтай аймак, Тайшир сомон	Тайшир	2010	11000	Алтайские ЭЭС (АЭЭС), подключено к ЭЭС
2	Ховд аймак, Дургун сомон	Доргон	2008	12000	ЗЭЭС, подключено к ЭЭС
3	Завхан аймак, Улиастай сомон	Богдын гол	1997	2000	АЭЭС, автономно
4	Говь-Алтай аймак, Дэлгэр сомон	Гуулин	1999	400	АЭЭС, автономно
5	Ховд аймак, Манхан сомон	Манхан	1998	150	ЗЭЭС, автономно
6	Ховд аймак, Мунхайрхан сомон	Монххайрхан	2003	150	ЗЭЭС, автономно
7	Увс аймак, Ундурхангай сомон	Жигжийн гол	1989	200	ЗЭЭС, автономно
8	Ховд аймак, Уенч сомон	Уенч	2006	860	ЗЭЭС, автономно
9	Завхан аймак, Тосонцэнгэл сомон	Идэр	2006	380	АЭЭС, автономно
10	Ховсгол аймак, Эрдэнэбулган сомон	Эрдэнэбулган	2006	150	ЦЭЭС, автономно
11	Завхан аймак, Цэцэн-Уул сомон	Галуутайн	2008	150	АЭЭС, автономно
12	Завхан аймак, Завханмандал сомон	Хунгуйн гол	2010	150	АЭЭС, автономно
13	Оворхангай аймак, Хархорин сомон	Хархорин	1960	528	ЦЭЭС, автономно
Всего				28 118	

В [10] приведена информация о ряде пилотных проектов микро-СЭС в некоторых странах мира:

- в Европе – Китнос, Греция, с децентрализованным интеллектуальным управлением нагрузкой в изолированной микро-СЭС; Маннгейм, Германия, переход от совместной работы с ЭЭС к изолированной работе; Бронсбергер, Нидерланды, изолированная работа микро-СЭС и интеллектуального накопителя электроэнергии;

- в США – программа исследований и демонстрационные проекты микро-СЭС;

- в Японии – демонстрационные проекты микро-СЭС, включая демонстрационный проект в Нью-Мексико;

- в Китае – микро-СЭС на островах; микро-СЭС в промышленных, коммерческих и жилых зонах; микро-СЭС на удаленных территориях;

- в Чили – описание тестового демонстрационного проекта, включая управление нагрузкой.

Большое внимание в исследованиях уделяется системам управления параметрами режима микро-СЭС, работающих на постоянном токе. Один из распространенных подходов к реализации таких систем управления основан на принципах кооперативного управления при использовании так называемых консенсусных алгоритмов [14–19 и др.]. Цель кооперативного управления состоит в приведении всех узлов микро-СЭС к одинаковым согласованным, иначе говоря, консенсусным, значениям контро-

Таблица 2. Действующие мини- и микро-солнечные электростанции Монголии

№	Местоположение	Названия мини и микро СЭС	Год ввода в эксплуатацию	Установленная мощность, кВт	Операционная зона
1	Дархан-Уул аймак, Хонгор сомон	Солар повер	2016.12	10000	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
2	Тов аймак, Баянчандмань сомон	Моннаран	2017.11	10000	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
3	Дорноговь аймак, Замын-Ууд сомон	Гэгээн	2018.06	15000	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
4	Тов аймак, Сэргэлэн сомон	Бохог	2019.01	15000	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
5	Говь-Алтай аймак, Алтай сомон	Алтай	2010	300	АЭЭС, автономно
6	Говь-Алтай аймак, Пограничные войска 0214 класса	Хилийн цэрэг 0214	2014	100	АЭЭС, автономно
7	Говь-Алтай аймак, Цогт сомон	Баянтоорой	2010	100	АЭЭС, автономно
8	Говь-Алтай аймак, Бугат сомон	Бугат	2010	140	АЭЭС, автономно
9	Говь-Алтай аймак, Бугат сомон	Тахийн тал	2015	60	АЭЭС, автономно
10	Завхан аймак, Дорволжин сомон	Дорволжин	2010	150	АЭЭС, автономно
11	Завхан аймак, Ургамал сомон	Ургамал	2010	150	АЭЭС, автономно
12	Баянхонгор аймак, Баянцагаан сомон	Баянцагаан	2008	60	ЦЭЭС, автономно
13	Ховд аймак, Цэцэг сомон	Цэцэг	2007	100	ЗЭЭС, автономно
14	Баян-Улгий аймак, Алтай сомон	Алтай	2010	10	ЗЭЭС, автономно
15	Баян-Улгий аймак, Буянт сомон	Буянт	2010	10	ЗЭЭС, автономно
16	Баян-Улгий аймак, Цэцэг сомон	Цэнгэл	2010	10	ЗЭЭС, автономно
17	Улан-батор, аэропорт “Чингисхан”	Чингисхан	2010	443	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
Всего				51633	

лируемых параметров режима. В своей базовой форме алгоритм консенсуса представляет собой простой протокол, действующий в каждом локальном контроллере установок распределенной генерации и постоянно суммирующий алгебраические различия некоторых переменных, измеренных в данном контроллере, и в цифровых коммуникационных связях, непосредственно влияющих на него. Эти суммируемые различия используются консенсусным алгоритмом для постоянной адаптации переменных контроллеров друг к другу.

Таким образом, приведенный фрагментарный обзор состояния исследований и разработок в области микро-СЭС показывает активный интерес к этому направлению и решению возникающих проблем. Следует отметить, что конструктивные решения, использование тех или иных технологий, специфика обоснования развития и управ-

Таблица 3. Действующие гибридные мини-электростанции Монголии

№	Местоположение	Названия микро гибридная система	Год ввода в эксплуатацию	Установленная мощность, кВт (ФП/ВУ с (без) НЭ)	Операционная зона
1	Баянхонгор аймак, Шинэжинст сомон	Шинэжинст	2008	150(30/120)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
2	Говь-Алтай аймак, Цээл сомон	Цээл	2009	150(30/120)	АЭЭС, подключено к ЭЭС
3	Баянхонгор аймак, Баян-Ондор сомон	Баян-Ондор	2008	150(30/120)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
4	Дорноговь аймак, Хатанбулаг сомон	Хатанбулаг	2012	332.5(182.5/150)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
5	Дорноговь аймак, Мандах сомон	Мандах	2011	200(80/120)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
6	Омноговь аймак, Манлай сомон	Манлай	2007	150(30/120)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
7	Дорнод аймак, Матад сомон	Матад	2008	142.5(42.5/100)	ВЭЭС, подключено к ЭЭС
Всего				1275	

Таблица 4. Действующие ветровые мини-электростанции Монголии

№	Местоположение	Названия мини ВЭС	Год ввода в эксплуатацию	Установленная мощность, МВт (число, мощность одного агрегата)	Операционная зона
1	Тов аймак, Сэргэлэн сомон	Салхит	2013	50(31 × 1.6)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
2	Омноговь аймак, Цогтцэций сомон	Цэций	2017	50(25 × 2.0)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
3	Дорноговь аймак, Сайншанд сомон	Шанд	2018	55(25 × 2.2)	ЦЭЭС, подключено к ЭЭС
Всего				155	

ления функционированием микро-СЭС, могут существенно различаться в зависимости от конкретных условий. В этом плане представляют существенный интерес уникальные в своем роде микро-СЭС на постоянном токе для электроснабжения изолированных индивидуальных потребителей электроэнергии, реализованные в рамках национальной программы Монголии “100 000 солнечных фото-панелей”, отмеченной выше. Попробуем сформулировать перечень проблем, требующих решения с учетом условий Монголии для этих микро-СЭС.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МИКРО-СЭС ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ МОНГОЛИИ И УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

Прежде чем формулировать проблемы развития микро-СЭС индивидуальных потребителей в соответствии с программой “100 000 солнечных фото-панелей”, необходимо детально разобраться с их конструкцией и составом элементов, требованиям к ним со стороны потребителей.

Типовой состав электроприемников юрты индивидуального потребителя включает сейчас максимум следующие установки: освещение, электроплита, холодильник, электрообогреватель, телевизор цифровой, а также накопитель электроэнергии. В недалеком будущем появятся дополнительные электроприемники, такие как компьютеры, автоматическая стиральная машина и другие. Общее количество электроприемников в юрте в будущем может намного превысить десять наименований, о чем свидетельствует опыт других стран [9, 10].

С учетом этого вырастут и общий объем электропотребления, и суммарный максимум нагрузки потребителя, а также неравномерность и неопределенность суточного графика его нагрузки. Принципиально то, что вследствие случайного характера работы некоторых электроприемников (например, случайных моментов времени включения для выполнения очередной операции стиральной машины и ее выключения в паузу между соседними по времени операциями) в случае роста их количества возрастет и случайная составляющая суточного графика нагрузки потребителя. Требуется учет этого фактора при решении задач развития и функционирования микро-СЭС.

Многие из современных бытовых приборов работают на цифровой основе и поэтому имеют повышенные требования к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. С другой стороны, выработка электроэнергии фото-панелями имеет стохастический характер, при этом случайные колебания вырабатываемой мощности могут сглаживаться накопителем электроэнергии. Требуется исследование эффективности системы управления, призванной стабилизировать выдаваемую мощность системой “фото-панель–накопитель” с учетом необходимой подстройки системы управления к отмеченным выше случайным факторам суточного графика нагрузки потребителя.

В целом качество электроэнергии по напряжению требует в рассматриваемых микро-СЭС специальных исследований, в том числе в натуральных условиях. Важной составляющей этих исследований является разработка математических моделей расчета электрических режимов в сети постоянного тока в нормальных, аварийных и послеаварийных условиях. Расширение возможностей таких математических моделей до моделей суточных режимов позволит исследовать многие дополнительные проблемы, такие как, например, управление нагрузкой, минимизация электрических потерь в сети постоянного тока, эффективность работы средств поддержания требуемых уровней напряжения и другие.

Обеспечение необходимого уровня надежности электроснабжения электроприемников различных категорий по надежности индивидуальных потребителей требует разработки необходимых показателей и критериев надежности, а также специфических моделей оценки надежности рассматриваемых микро-СЭС, оптимизации решений по повышению надежности электроснабжения.

Важные нетривиальные задачи возникают в случае рассмотрения системы микро-СЭС для большой семьи, располагающейся в нескольких рядом стоящих юртах. В этих условиях методическим подходом к выполнению исследований должен стать принцип “система систем” [20 и др.]. В рассматриваемых условиях перечисленные выше задачи исследования режимов системы микро-СЭС усложняются и видоизменяются.

В части задач обоснования развития микро-СЭС прежде всего требуется анализ целесообразности и эффективности действующей структуры рассматриваемых систем электроснабжения и при необходимости ее обоснованная корректировка, в том числе с учетом отмеченных выше особенностей работы отдельных электроприемников в процессе формирования суточных графиков нагрузки индивидуальных потребителей. Отдельная непростая задача связана с обоснованием структуры системы микро-СЭС. Общая методология задач развития микро-СЭС должна включать контроль выполнения требований к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.

В целом требуется разработка комплексной методологии обоснования развития микро-СЭС и систем микро-СЭС удаленных изолированных индивидуальных потре-

бителей и управления режимами таких систем электроснабжения с апробацией отдельных составляющих методологии на решении конкретных практических задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ особенностей развития микро-систем электроснабжения в мире и в Монголии и управления их режимами показывает актуальность возникающих проблем, требующих решения. Специфика Монголии связана с наличием удаленных изолированных индивидуальных потребителей, для которых была реализована национальная программа “100000 солнечных фото-панелей”. Анализ особенностей и условий работы и развития таких микро-СЭС показывает необходимость разработки соответствующей методологии исследований, моделей и методов решения конкретных задач. В статье обсуждаются некоторые из необходимых моделей и методов. Потребуется также определенное обобщение методологии исследований, используемых моделей и методов, с учетом специфики условий развития и функционирования микро-СЭС подобного состава в других странах.

Работа выполнена частично по проекту № 111.17.4.2 программы государственного задания фундаментальных исследований СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бат-Эрдэнэ Б.* Некоторые вопросы стратегии развития энергетики Монголии / Б. Бат-Эрдэнэ, С. Батмунх, Н.И. Воропай, В.А. Стенников // Энергетическая политика. 2016. Вып. 6. С. 95–105.
2. *Батмунх С.* Потенциал Монголии в международной кооперации Азиатского энергетического пространства / С. Батмунх, В.А. Стенников, Б. Бат-Эрдэнэ, А. Эрдэнэбаатар // Вестник ИрГТУ. 2017. Т. 21. № 10. С. 65–77.
3. *Батмунх С.* Экологически чистая угольная ТЭС в концепции мультикомплекса с интеграцией в электроэнергетическую систему Монголии / С. Батмунх, В.В. Саломатов, В.А. Стенников, Х. Энхжаргал. Новосибирск: Изд-во “Гео”, 2019. 253 с.
4. *Batmunkh S.* Mongolia’s potential in international cooperation in the Asian energy space / S. Batmunkh, V. Stennikov, B. Bat-Erdene, A. Erdenebaatar // E3S Web of Conferences. 2018. 01006. 10 p.
5. *Bat-Erdene B.* Development of power generating sector of Mongolia and its role in creating an international power grid in Northeast Asia / B. Bat-Erdene, S. Batmunkh, A. Erdenebaatar // Energy Systems Research. 2018. V. 1. № 4. P. 31–37.
6. *Ackermann Th.* Distributed generation: a definition / Th. Ackermann, G. Andersson, L. Soeder // Electric Power System Research. 2001. V. 57. P. 195–204.
7. *Lasseier R.H.* Smart distribution: coupled microgrids // Proceedings of the IEEE. 2011. V. 99. № 6. P. 1074–1082.
8. *Marnay C.* Future roles of milli-, micro-, and nano-grids / C. Marnay, B. Nordman, J. Lai // CIGRE Symposium “Electric Power System for the Future – Integrating Supergrids and Microgrids”, Bologna, Italy, September 13–15, 2011. 6 p.
9. *Marnay C.* Microgrids 1: engineering, economics, and experience. Capabilities, benefits, business opportunities and examples. Microgrids evolution roadmap / C. Marnay, C. Abbey, G. Joos, e. a. // Electra. 2015. № 283. P. 71–75.
10. *Microgrids: Architectures and Control* / Edited by *N. Hatzjargyriou*. N.Y.: IEEE Press – Wiley, 2014. 319 p.
11. *Энхсайхан Э.* Мультиагентное регулирование напряжения в электрических сетях [Электронный ресурс] / А.Г. Фишов, Н.А. Карджаубаев, Э. Энхсайхан // Релейная защита и автоматика энергосистем 2017: междунар. выст. и конф. Ю Санкт-Петербург, 25–28 апр. 2017 г.: сб. докл.
12. *Батбаяр Ч.* Развитие возобновляемой энергетики в Монголии, доклад, Министерство энергетики Монголии. 2013. 26 с. <https://docplayer.ru/52253453-Razvitie-vozobnovl...>
13. *Васильев С.* “Зеленые крыши России” или микрогенерация в России // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 9. С. 69–72.
14. *Meng Lexuan.* Modeling and sensitivity study of consensus algorithm-based distributed hierarchical control for DC microgrids / Lexuan Meng, t. Dragicevic, J. Roldan-Perez, e. a. // IEEE Trans. on Smart Grid. 2015. V. 7. № 3. P. 1504–1515.
15. *Morstyn T.* Cooperative multi-agent control of heterogeneous storage devices distributed in a DC microgrid / T. Morstyn, B. Hredzak, V.G. Agelidis // IEEE Trans. on Power Systems. 2015. V. 31. № 4. P. 2974–2986.

16. *Morstyn T.* Unified distributed control for DC microgrid operating modes / T. Morstyn, B. Hredzak, G.D. Demetriades, V.G. Agelidis // *IEEE Trans. on Power Systems.* 2016. V. 31. № 1. P. 802–812.
17. *Sahoo S.* An adaptive event-triggered communication based distributed secondary control for DC microgrids / S. Sahoo, S. Mishra // *IEEE Trans. on Smart Grid.* 2016. V. 9. № 6. P. 6674–6683.
18. *Sahoo S.* A distributed finite-time secondary average voltage control and current sharing controller for DC microgrids / S. Sahoo, S. Mishra // *IEEE Trans. on Smart Grid.* 2017. V. 10. № 1. P. 282–293.
19. *Wang Cheng.* Decentralized high-performance control of DC microgrids / Cheng Wang, Jiajun Duan, Bo Fan, Qinmin Yang, Wengxin Liu // *IEEE Trans. on Smart Grid.* 2019. V. 10. № 3. P. 3355–3363.
20. *Shafiee Q.* Distributed consensus-based control of multiple DC-microgrids clusters / Q. Shafiee, T. Dragicevic, F. Andrade, J. Vasquez, J.M. Guerrero // *40th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society.* 2014. P. 2056–2062.

The Directions and Problems of Micro-Grids for Isolated Consumers of Mongolia

N. I. Voropai^{a, *}, B. Bat-Undral^b, and E. Enkhsaikhan^c

^a*Melentiev Energy Systems Institute, SB RAS, Irkutsk, Russia*

^b*Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia*

^c*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia*

**e-mail: voropai@isem.irk.ru*

Current outlook of Mongolian electric power industry is represented including small generation development. National program “100.000 solar photo-panels” for power supply of individual consumers is discussed. The examples of mini- and micro-power plants in Mongolia and in the other countries are considered. The main specific for Mongolia expansion and operation problems of micro-grids are discussed.

Keywords: electric power industry of Mongolia, mini- and micro-generation, national program, expansion, operation, micro-grids