

## ТИПОВЫЕ ПРОЕКТЫ МИНИ- И МИКРОЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИЗОЛИРОВАННЫХ РАЙОНАХ

М. А. Султанов

*Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары*

Научный руководитель А. Я. Джумаев

*Представлены разработанные типовые проекты мини и микро электросетей для использования в изолированных районах, в частности, для населенных пунктов в регионах Туркменистана.*

**Ключевые слова:** мини- и микросети, система энергоснабжения, фотоэлектрическая солнечная станция, удельная выработка фотоэлектрической солнечной станции.

Туркменистан характеризуется высоким уровнем энергетической самостоятельности и относительно более низкой диверсификацией энергетических ресурсов. Одним из направлений диверсификации топливно-энергетических ресурсов и долгосрочного устойчивого развития энергетики является развитие возобновляемой энергетики страны.

«Национальная стратегия Туркменистана по развитию возобновляемой энергетики до 2030 года» разрабатывался с целью диверсификации топливно-энергетических ресурсов, увеличения экспортного потенциала природного газа и электрической энергии, обеспечения удаленных регионов недорогостоящей и чистой энергией, повышения уровня жизни населения и развития промышленности, а также достижения целей устойчивого развития и Парижского соглашения по климату (Постановление Президента Туркменистана от 4 декабря 2020 г.) [1]. Национальная стратегия содержит перечень мер поддержки развития возобновляемых источников энергии, который состоит из следующих разделов: стратегическое планирование; экономическое стимулирование; обучение и информирование; наука и исследования; электроэнергетика (солнечная и ветровая энергетика; строительство промышленных солнечных и ветроэлектрических станций; строительство мини- и микро-солнечных и ветроэлектрических станций для собственных нужд с подключением к государственным электрическим сетям; строительство локальных изолированных солнечных и ветроэлектрических станций; прочие виды ВИЭ); развитие мини- и микроэлектросетей в удаленных районах; системная интеграция; развитие «умных электросетей» (Smart Grid); пропускная способность электросетей; предоставление услуг по передаче и распределению электроэнергии); отопление и охлаждение (использование гелиоколлекторов для горячего водоснабжения; использование тепловых насосов; теплоснабжение промышленных объектов с использованием ВИЭ; чистое приготовление пищи в удаленных районах (при необходимости)). Согласно этой Национальной стратегии в разделе «Развитие мини- и микроэлектросетей в удаленных районах» планируется реализация следующих мероприятий:

- определение целевых показателей электрификации удаленных районов с использованием автономных систем, мини- и микроэлектросетей;
- разработка нормативных правовых актов, определяющих порядок землеотвода под линии электропередач (опоры линий электропередачи);
- разработка типовых проектов мини- и микро- электросетей для использования в изолированных районах;
- разработка и производство модульных решений для строительства мини- и микроэлектросетей в изолированных районах;

– разработка упрощенного порядка получения разрешения на строительство мини- и микроэлектросетей в изолированных районах в случае использования типовых проектов и модульных решений;

– определение налоговых льгот, включая льготы на землю, при строительстве мини- и микроэлектросетей в удаленных районах.

С целью реализации этих мероприятий нами были разработаны типовые проекты мини- и микроэлектросетей для использования в изолированных районах. Рассмотрим некоторые типовые проекты энергоснабжения удаленных населенных пунктов. Для строительства фотоэлектрической солнечной станции (ФСС) мощностью 900 кВт в селе Кирпили Бахерденского этрапа Ахалского веляята (количество домов – 177) и фотоэлектрической солнечной станции (ФСС) мощностью 1200 кВт в селе Бори Гокдепинского этрапа Ахалского веляята (количество домов – 238) были выбраны следующие компоненты системы для базового блока: фотоэлектрические солнечные модули – выбраны из базы данных PVsyst [2] и приняты (типа SPR-415-WHT-D) от производителя Sunpower, центральный трехфазный инвертор – выбран из базы данных PVsyst – Bosch BPT-C300 производства Bosch Power Tec. Расчет и оптимизация были выполнены с использованием программы PVsyst, так как в этом ПК имеется встроенный модуль, который позволяет оптимизировать количества модулей в каждом ряде, и по количеству рядов на основе выбранных компонентов.

В результате расчетов основного базового блока ФСС мощностью 300 кВт обладает следующими характеристиками, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1

#### Основные характеристики основного базового блока ФСС мощностью 300 кВт

Показатели	Значения
Мощность ФСС	300 кВт
Мощность фотоэлектрического модуля	415 Вт
Количество фотоэлектрических модулей	720
Количество фотоэлектрических модулей соединенных последовательно в ряде	10
Количество рядов	72
Площадь фотоэлектрических модулей	1557 м <sup>2</sup>
Количество инверторов	1

Рассмотрим районы Ахалского веляята на предмет возможностей и целесообразности установки солнечных электростанций в частном секторе, а также рассмотрим возможность использования ФСС в населенных пунктах, изолированных от центрального энергоснабжения. В табл. 2 приведены данные среднегодовых значений интенсивности солнечного излучения падающая на наклонную поверхность солнечной батареи при различных углах наклона к горизонту для районов Ахалского веляята [3].

Определяем общее количество электроэнергии, которое может выработать один солнечный модуль. Для солнечного модуля с мощностью 415 Вт величина  $W_{пан}$  составит 35,029 кВт · ч для Гокдепинского этрапа, 35,3 кВт · ч – для Бахерденского этрапа, 35,875 кВт · ч – для Тедженского этрапа и 35,607 · кВт · ч – для г. Ашгабата соответственно (месяц сентябрь).

Таблица 2

**Среднегодовая суммарная радиация, поступающая  
на наклонную поверхность солнечного модуля**

Велаят в Туркменистане	Город или этрап	Географические координаты, градусы		Среднегодовая суммарная радиация, поступающая на наклонную поверхность солнечного модуля, кВт · ч/м <sup>2</sup>	
		Северная широта	Восточная долгота	Угол наклона $\beta = 36^\circ$	Угол наклона $\beta = 38^\circ$
Ахал	Гокдепе	38,2	58,0	1803,932	1802,125
	Бахерден	38,4	57,4	1789,887	1785,711
	Ашгабат	37,9	58,3	1825,455	1816,144
	Теджен	37,4	60,5	1844,2	1827,226

При среднесуточном потреблении электроэнергии 2655 кВт · ч (Ахалский велаят, Бахерденский этрап, село Кирпили) и 3570 кВт · ч (Ахалский велаят, Гокдепинский этрап, село Бори), необходимая полная мощность ФСС составит около 936 и 1269 кВт соответственно. Для энергоснабжения выбран ФСС с мощностью 900 и 1200 кВт (табл. 3).

Таблица 3

**Основные характеристики ФСС мощностью 900 кВт в селе Кирпили  
и мощностью 1200 кВт в селе Бори**

Показатели	Значение	
	900 кВт	1200 кВт
Мощность ФСС	900 кВт	1200 кВт
Количество основных базовых блоков	3	4
Мощность основного базового блока ФСС	300 кВт	300 кВт
Мощность фотоэлектрического модуля	415 Вт	415 Вт
Количество фотоэлектрических модулей	2160	2880
Количество фотоэлектрических модулей, соединенных последовательно в ряду	10	10
Количество рядов	216	288
Площадь фотоэлектрических модулей	4671 м <sup>2</sup>	6228 м <sup>2</sup>
Количество инверторов	3	4

Сравним выработку электроэнергии ФСС с необходимым для энергоснабжения сельской местности, т. е. для сел Кирпили и Бори. Приход солнечной энергии на оптимально ориентированную площадку с углом наклона  $\beta = 36^\circ$  на широтах расположения ФСС  $E_\beta$  показан в табл. 2. Потери  $\eta_p$  на ФСС составляют до 25 %, а КПД  $\eta_{inv}$  преобразования из постоянного в переменный ток – 98,95 %, принятый КПД  $\eta_m$  солнечного модуля – 19,25 %. В этих условиях удельная выработка ФСС определяется по формуле

$$E_{udel,\beta} = E_{\beta} \eta_{\beta} \eta_{inv} \eta_m. \quad (1)$$

В нашем случае удельная выработка ФСС с учетом наклона  $\beta$  в течение года составляет 254,538 и 256,537 кВт · ч/м<sup>2</sup> год соответственно, а ФСС в течение года будет производить 1188950,32 и 1597712,44 кВт · ч энергии соответственно. Если считать, что каждый дом в сутки потребляет 15 кВт · ч энергии, то годовое потребление энергии сел Кирпили и Бори составит соответственно 969075 и 1303050 кВт · ч.

#### Литература

1. Türkmenistanda 2030-njy ýyly çenli gaýtadan dikeldilýän energetikany ösdürmek boýunça Milli Strategiýa : Türkmenistanyň Prezidentiniň Karary bilen tassyklanan, Aşgabat, 2020ý.
2. PVsyst Contextual Help (Built in Software). – Режим доступа: <https://files.pvsyst.com/help/>. – Дата доступа: 12.04.2019.
3. Джумаев, А. Я. Возможности использования солнечной энергии в регионах Туркменистана / А. Я. Джумаев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2020. – № 3/4. – С. 74–80.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ДРЕНАЖНЫХ ВОДАХ ДЛЯ БИОЭНЕРГЕТИКИ

М. Оразбердиева<sup>1</sup>, Г. Гурбанова<sup>2</sup>, Т. Мамедова<sup>1</sup>, Р. Оразбердиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Научно-производственный центр «Возобновляемые источники энергии»  
Государственного энергетического института Туркменистана, г. Мары

<sup>2</sup>Туркменский государственный педагогический институт имени  
Сейитназара Сейди, г. Туркменабад

<sup>3</sup>Туркменский государственный университет имени Махтумкули,  
г. Ашхабад

*Выращивание микроводорослей представляется как утилизация дренажных вод, сформированных на орошаемых полях и негативно влияющих на окружающую среду, и трансформация возобновляемой энергии с целью получения энергетического сырья. Энергетическое сырье из микроводорослей окажет во многом меньшее воздействие на окружающую среду и обеспечит продовольственную безопасность, чем из масличных культур. Таким образом, создается возможность совмещения технологий очистки от загрязнений дренажных вод с получением водорослевой биомассы для задач биоэнергетики и защиты окружающей среды.*

**Ключевые слова:** микроводоросли, дренажные воды орошаемых земель, загрязняющие вещества, утилизация дренажных вод, жизнеспособность микроводорослей, питательная среда, биомасса.

Туркменистан, обладая богатейшими запасами нефти и газа, тем не менее уделяет огромное внимание поиску новых экологически чистых источников энергии. В стране принята Национальная стратегия развития возобновляемой энергетики до 2030 г., а в целях усиления правовой базы для ее реализации – Закон Туркменистана «О возобновляемых источниках энергии» (2021 г.). Реализация Национальной стратегии будет способствовать устойчивому экономическому развитию страны [1].

Биоэнергия является одним из экологически чистых видов возобновляемых источников энергии. Для производства биоэнергии в настоящее время в некоторых странах в качестве сырья используются различные масличные культуры. Наиболее широко применяемыми в мире являются рапсовое, кукурузное, пальмовое масла и соевые бобы [2]. Однако в условиях Туркменистана выращивание масличных