

УДК 620.91

Н.П. МЕСТНИКОВ, аспирант гр. А-ЭС-20 (СВФУ)  
А.М-Н. АЛЬЗАККАР, аспирант (КГЭУ)  
Научный руководитель П.Ф. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н. (СВФУ)  
г. Якутск

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ЗАДЫМЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ, ВЫЗВАННЫЕ ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ НА ТЕРРИТОРИИ ЯКУТИИ

Статья посвящена вопросам изучения особенностей работы фотоэлектрических установок в условиях загрязнения воздушной среды, вызванные лесными пожарами на территории Республики Саха (Якутия).

В настоящий момент электроэнергетическая система данного региона состоит из 4 энергетических районов:

- Центральный энергетический район.
- Западный энергетический район.
- Южный энергетический район.
- Северный энергетический район.

Необходимо отметить, что Центральный, Южный и Западный энергетический район имеют централизованную систему электроснабжения с учетом подключения к сетям Единой энергетической системы России через Иркутскую область. Однако значительная часть электроэнергии вырабатывается на территории самого региона, где в таблице 1 представлен перечень данных объектов.

Таблица 1

№ п/п	Наименование объекта	Вид энергетического района	Установленная мощность, МВт	Тепловая мощность, Гкал/час
1.	Якутская ГРЭС-1	Центральный	170,09	661,00
2.	Якутская ГРЭС-2	Центральный	193,48	469,00
3.	Якутская ТЭЦ	Центральный	12,00	497,00
4.	Нерюнгринская ГРЭС	Южный	570,00	820,00
5.	Каскады Вилюйской ГЭС	Западный	680,00	0,00
6.	Мирнинская ГРЭС	Западный	72,00	39,30

Северный энергетический район имеет децентрализованную систему электроснабжения, состоящая из 146 дизельных, 23 солнечных и 1 ветровой электростанции. Как правило, Северный энергетический района находится

на северной части Якутии. Внедрение объектов ВИЭ обосновывается необходимостью обеспечения постоянной экономии ГСМ, снижения выбросов углекислых газов и изношенности основных мощностей [1-2].

Однако в последние годы на центральной и западной части Якутии участились случаи сезонных лесных пожаров: на летний период 2021 года площадь лесных пожаров составила около 1,4 млн. гектаров (на 2018 год площадь пожаров составила 0,26 млн. гектаров), что создает условия по возникновению загрязнения воздуха, где на территории г. Якутска по состоянию на 10 июля 2021 года в атмосферном воздухе установлено превышение двух проб по взвешенным частицам РМ - 2,5 - 1 ПДК ( $0,16 \text{ мг/м}^3$ ) при ПДК не более  $0,16 \text{ мг/м}^3$ , двух проб по РМ - 10 - от 1.33 ПДК ( $0,4 \text{ мг/м}^3$ ) до 1.5 ПДК ( $0,45 \text{ мг/м}^3$ ) при ПДК не более  $0,3 \text{ мг/м}^3$ .

Кроме того, роза ветров центральной части Якутии направлены на северо-восточное направление (рис. 1), что и активно воздействует на распространение дыма от лесных пожаров на северную часть региона.

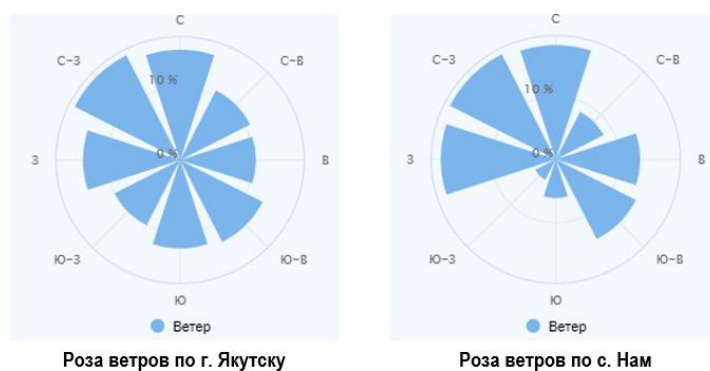


Рис. 1. Роза ветров по населенным пунктам центральной Якутии

В связи с этим изучение особенностей работы фотоэлектрических установок в условиях загрязнения воздушной среды на территории Якутии является актуальным и востребованным средством проведения экспериментальных исследований.

На период июль-август 2021 года в центральной части Якутии проведены экспериментальные исследования с применением фотоэлектрической установки, внешний вид которой представлен на рисунке 2 [3-4].



Рис. 2. Внешний фотоэлектрической установки

Мониторинг работы фотоэлектрической установки производился в течение июля-августа с выделением среднестатистических мощностей при трех видах загрязнения воздушной среды, которые определялись с помощью визуальной оценки источника солнечного излучения, приведенные на рисунке 3.



Рис. 3. Внешние виды источника света в виде типов задымления среды

На рисунке 4 представлен график среднестатистической генерирующей мощности фотоэлектрической установки на весь период наблюдений с указанием видов задымления воздушной среды.

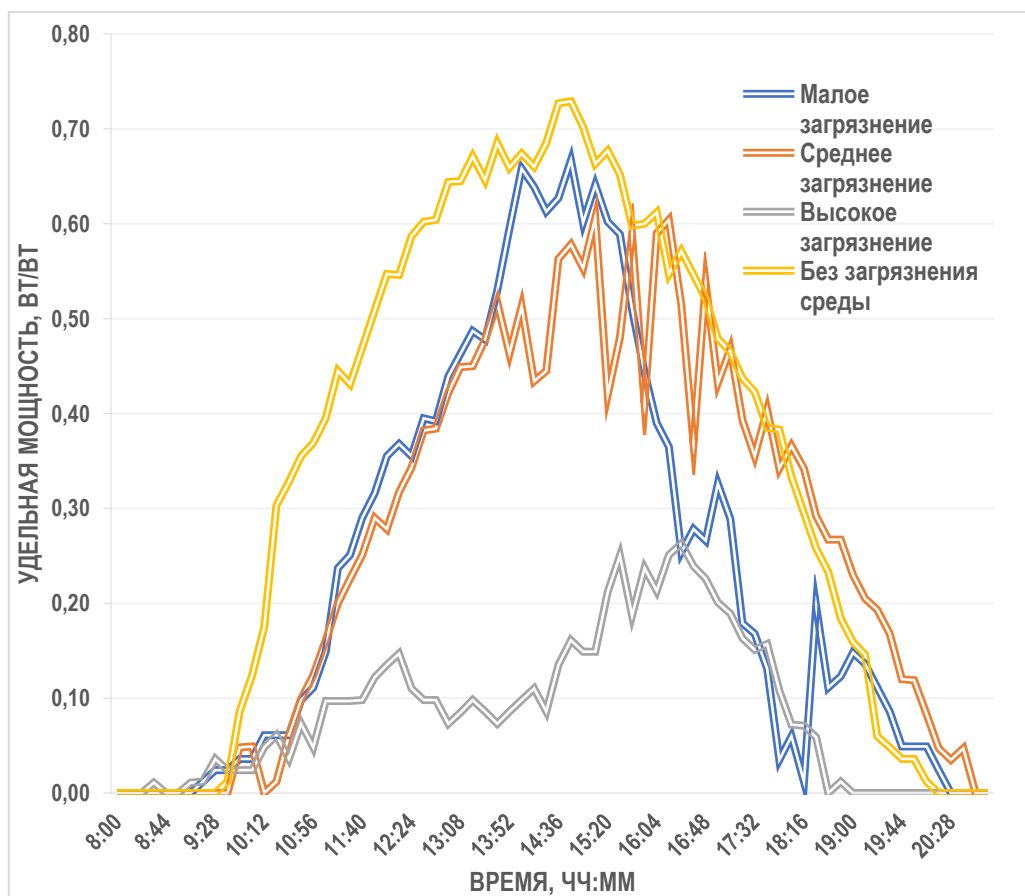


Рис. 4. График среднестатистической генерирующей мощности

На вышеуказанном рисунке видно, что график мощности генерации фотоэлектрической установки имеет форму параболы, где установка начинает генерировать электроэнергию с 08:30 до 21:00 часов после полуночи в том числе при различных степенях задымления воздушной среды. Анализ показывает, что в случае малой задымленности средняя мощность генерации составляет 0,28 Вт/Вт при максимуме 0,66 Вт/Вт и дневной выработке электроэнергии 3,1 Вт·ч/Вт, в случае средней задымленности средняя мощность генерации составляет 0,18 Вт/Вт при максимуме 0,61 Вт/Вт и дневной выработке электроэнергии 2,87 Вт·ч/В, в случае высокой задымленности средняя мощность генерации составляет 0,11 Вт/Вт при максимуме 0,25 Вт/Вт и дневной выработке электроэнергии 1,11 Вт·ч/Вт.

Далее после определения среднестатистической мощности генерации при различных типах задымления вычисляется показатель снижения электроэнергетической эффективности с помощью формулы 1.

$$\Delta_{эф} = \left(1 - \frac{P_{i,ср}}{P_{ср}}\right) * 100\% \quad (1)$$

где  $\Delta_{эф}$  – показатель снижения электроэнергетической эффективности, о.е;  $P_{i,ср}$  – средняя дневная мощность генерации установки при определенной задымленности, Вт/Вт;  $P_{ср}$  – средняя дневная мощность генерации установки при бездымной погоде, Вт/Вт;  $i$  – вид задымления, (1 – малое; 2 – среднее; 3 – высокое) [5-6].

В связи с этим в таблице 2 представляются результаты расчета снижения электроэнергетической эффективности при различных типах задымления.

Таблица 2

№	Тип задымления	Средняя мощность генерации, Вт/Вт	Снижение мощности генерации, %
1	Малое	0,28	<b>34,88</b>
2	Среднее	0,18	<b>58,14</b>
3	Высокое	0,11	<b>74,42</b>
4	Чистая погода	0,43	-

#### Список литературы:

1. Местников, Н. П. Комбинированное электроснабжение труднодоступных объектов сельского хозяйства Дальнего Востока / Н. П. Местников // Актуальные вопросы энергетики : Материалы 7-й всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной профессиональному празднику "День энергетика", Благовещенск, 19 декабря 2019 года /

---

Отв. редактор О.А. Пустовая. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. – С. 154-159.

2. Местников, Н. П. Разработка гибридных систем электроснабжения для энергоснабжения удаленных потребителей в условиях Севера и Арктики / Н. П. Местников, П. Ф. Васильев, Ф. Х. Альхадж // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 1. – С. 47-56. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-76-1-47-56.

3. Анализ динамического воздействия электрического соединения на устойчивость угла ротора для синхронных генераторов в электроэнергетической системе Сирии / А. Альзаккар, Н. П. Местников, Ф. Алхадж Хассан, И. М. Валеев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – № 4. – С. 120-133. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-4-120-133.

4. Исследование возможности применения фотоэлектрических солнечных установок внутри купольного строения в условиях Севера / Н. П. Местников, П. Ф. Васильев, Г. И. Давыдов [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2021. – Т. 25. – № 4(159). – С. 435-449. – DOI 10.21285/1814-3520-2021-4-435-449.

5. Васильев, П. Ф. Исследование влияния резко-континентального климата Якутии на функционирование солнечных панелей / П. Ф. Васильев, Н. П. Местников // Международный технико-экономический журнал. – 2021. – № 1. – С. 57-64. – DOI 10.34286/1995-4646-2021-76-1-57-64.

6. Исследование эксплуатации комбинированной системы электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии на Дальнем Востоке России / Н. П. Местников, Н. С. Бурянина, Ю. Ф. Королюк, П. Ф. Васильев // Вопросы электротехнологии. – 2021. – № 2(32). – С. 68-81.

Информация об авторах:

Местников Николай Петрович, аспирант гр. А-ЭС-20. СВФУ, 677000, Саха /Якутия/ Респ, г Якутск, ул.Белинского, д. 58, sakhasase@bk.ru

Альзаккар Ахмад Мухаммед-Насер, аспирант ИЭЭ КГЭУ, 420066 г.Казань ул.Красносельская, 51, ahmadalzakkar86@gmail.com

Васильев Павел Филиппович, к.т.н., и.о. зав. кафедрой «Электроснабжение» ФТИ СВФУ, 677000, Саха /Якутия/ Респ, г Якутск, ул.Белинского, д. 58, kb-8@mail.ru