

мәселелерді шешудің барлық кезеңдерінде шешім қабылдаудың дұрыстығы мен негізділігіне байланысты, бұл өз кезегінде тәуекелдерді ескерусіз мүмкін емес. Кез-келген процесті басқару немесе жоспарлау мәселелерін шешу үшін сіз тәуекелді талдай білуіңіз керек, оның дәрежесін бағалай білуіңіз керек, шешімнің салдарын болжай білуіңіз керек және тәуекелдің рұқсат етілген шегінен шықпауыңыз керек. Яғни, ДЖ мәселелерін тиімді шешу үшін тәуекелді анықтап, оны алдын-ала болжап, оны ең төменгі деңгейге дейін төмендету керек.

### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), pp. 3–21.
- [2] Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, pp. 95–106.
- [3] Akhmetov, B., Balgabayeva, L., Lakhno, V., Malyukov, V., Alenova, R., Tashimova, A., Mobile platform for decision support system during mutual continuous investment in technology for smart city, (2019) *Studies in Systems, Decision and Control*, 199, pp. 731–742.
- [4] Schleicher, J. M., Vögler, M., Inzinger, C., Fritz, S., Ziegler, M., Kaufmann, T., & Dustdar, S. (2016, June). A holistic, interdisciplinary decision support system for sustainable smart city design. In *International Conference on Smart Cities* (pp. 1–10). Springer, Cham.
- [5] Akhmetov, B., Lakhno, V., Malyukov, V., Sarsimbayeva, S., Zhumadilova, M., & Kartbayev, T. (2019). Decision support system about investments in Smart City in conditions of incomplete information. *International Journal of Civil Engineering & Technology (IJCIET)*, 10(2), pp. 661–670.
- [6] Paroutis, S., Bennett, M., & Heracleous, L. (2014). A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession. *Technological Forecasting and Social Change*, 89, pp. 262–272.
- [7] Irani, Z., Sharif, A., Kamal, M. M., & Love, P. E. (2014). Visualising a knowledge mapping of information systems investment evaluation. *Expert Systems with Applications*, 41(1), pp. 105–125.
- [8] Lee, S. H., Yigitcanlar, T., Han, J. H., & Leem, Y. T. (2008). Ubiquitous urban infrastructure: Infrastructure planning and development in Korea. *Innovation*, 10(2-3), pp. 282–292.
- [9] Malekpour, S., Brown, R. R., & de Haan, F. J. (2015). Strategic planning of urban infrastructure for environmental sustainability: Understanding the past to intervene for the future. *Cities*, 46, pp. 67–75.
- [10] Hastak, M., & Baim, E. J. (2001). Risk factors affecting management and maintenance cost of urban infrastructure, *Journal of Infrastructure Systems*, 7(2), pp. 67–76.
- [11] Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, 31, pp. 220–229.

УДК 621.31:620.91

**Х.М. Асанов**

Академии Логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан  
[assanov.khankeldi@gmail.com](mailto:assanov.khankeldi@gmail.com)

### АНАЛИЗ РАБОТЫ САРАНЬСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Аннотация.** В данной статье описывается первичный анализ Сараньской Солнечной Электростанции. Ознакомления с индивидуальными процессами работы

позволит определить систему, нуждающуюся в улучшении или доукомплектации уже имеющихся звеньев. Данные анализ позволит определить, как уязвимости системы безопасности, так и неавтоматизированные процессы работы. Основными агрегатами как и любой другой солнечной электростанции являются фотоэлектрические модули и инверторы. Коэффициент полезного действия данных агрегатов больше остальных влияет на итоговый коэффициент полезного действия. Экология, ареал установки, время года, а так же площадь покрытия фотоэлектрическими модулями являются основными критериями мощности станции.

**Ключевые слова:** Солнечная Электростанция (СЭС); Электроэнергия; СЭС «Сарань»;

Инвертор; Фотоэлектрический модуль.

**Андатпа.** Бұл мақалада Саран күн сәулесінің алғашқы талдауы сипатталған Электр станциялары. Жеке жұмыс процестерімен танысу бұрыннан бар байланыстарды жақсартуды немесе толықтыруды қажет ететін жүйені анықтауға мүмкіндік береді. Бұл талдау қауіпсіздік жүйесінің осалдығын да, жұмыстың автоматтандырылмаған процестерін де анықтауға мүмкіндік береді. Кез-келген күн электр станциясы сияқты негізгі қондырғылар фотоэлектрлік модульдер мен инверторлар болып табылады. Бұл қондырғылардың тиімділігі басқаларға қарағанда жалпы тиімділікке әсер етеді. Экология, орнату аймағы, жыл мезгілі, сондай-ақ фотоэлектрлік модульдермен қамту аймағы станция қуатының негізгі өлшемдері болып табылады.

**Түйінді сөздер:** күн электр станциясы( СЭС); электр энергиясы; "Саран" СЭС; Инвертор; фотоэлектрлік модуль.

На ряду со всеми молодыми и развивающимися странами, Республика Казахстан тоже старается не отставать от лидеров технологического прогресса, во всех аспектах научных изысканий и технологических решений. Электроэнергетика не стала исключением и конечно же самое популярное направление тоже нашло своё отражение в пытливых умах казахстанцев.

Хоть и преобразование света в электрическую энергию было открыто в 1842 году Александром Эдмоном Беккерелем, а первые батареи на основе кремния были созданы в 1948 году, ныне известной лишь в узких кругах компанией «Bell Laboratories», большой интерес, а вместе с ним и большие инвестиции в поддержку данного способа генерации электрической энергии начались в первом десятилетии XXI века. Казахстан в этой гонке не первый, но на канун конца 21 года 21 столетия, на территории нашей страны насчитывается 8 солнечных электростанций общей установленной мощностью 402,5 МВт. К крупнейшим из них можно отнести: СЭС Бурное, СЭС Сарань, СЭС Нура с установленной мощностью 100МВт, каждая. Хоть это в десятки раз меньше, чем у самых крупных СЭС мира, но учитывая население нашей страны и объемы потребляемой электроэнергии, данное число демонстрирует перспективы данного направления трансформации энергии.

Данной статьёй хотелось бы приоткрыть занавес Солнечных Электростанций в Казахстане на примере одной из крупнейшей СЭС страны – СЭС Сарань. [1]

СЭС Сарань является крупнейшей в Центральной Азии солнечной электростанцией и к тому же является самой северной станцией такого типа в Казахстане. Не смотря на погодные условия средняя выработка электроэнергии в год составляет 145 мил. кВт/ч., а средняя располагаемая мощность составляет 87,7 МВт что всего на 12,3% меньше установленной мощности. СЭС Солнечный парк «Сарань» разработан на основании задания на проектирование и материалов инженерных изысканий выполненных ТОО «GEO-Report» в 2018 году. Участок площадью 160,0295 га предназначенный для строительства солнечной Электростанции (СЭС) был выдан в аренду компании ТОО «SES Saran» (СЭС Сарань). [2]



Рисунок 1 - Ситуационная карта-схема района размещения участка

Основными элементами солнечной электростанции Сарань являются: фотоэлектрические модули (ФЭМ), инверторные станции с повышающими трансформаторами, распределительные шкафы постоянного тока (DCCB). Проектом приняты к установке фотоэлектрические модули (ФЭМ) производства компании «Canadian Solar Inc.» (Канада) типа CS6X - 325P-FG номинальной мощностью 325 Вт. Общее количество модулей на СЭС Сарань составляет – 307664 шт. Приём и распределение электроэнергии происходит по низковольтным сетям на 0,6/30 кВ с инверторными установками, посредством которых будет выполняться преобразование энергии в переменный ток напряжением 575 В и его последующая трансформация на напряжение 30кВ. Так же 20 инверторных станций производства “Schneider Electric GmbH” (Германия), типа SmartGen Power System Kit SPS2000. В составе каждой инверторной станции установлено 2 инвертора типа Conext SmartGen CS2000 мощностью 2000 кВА и 2 трансформатора 0,4/30 кВ типа Minera - 2000kVA-575/30000V-Dyn11 мощностью 2000 кВА. В соответствии с ПУЭ РК вблизи каждой инверторной станции устанавливается молниеотвод высотой 8,5 м с зоной защиты на высоте 3,5 м. Инверторы находятся в здании контейнерного типа имеют металлический каркас и металлическую обшивку. Земельный участок для размещения солнечной электростанции (СЭС) установленной мощностью 100 МВт находится в северо-восточной зоне г.Сарань, в 25 км к юго-западу от г. Караганды. Северо-восточная зона расположена за пределами жилой части г.Сарани и отделена от жилья автодорогой. Эта территория расположена на север от поселка Угольный и доходит до границы водоохранной зоны Саранского водохранилища, не попадая в ее пределы. Ситуационная карта-схема района размещения участка представлена на Рисунке 1. Месторасположение станции выбрано с учетом близкого расположения к электросетям 110 кВ. [3] Площадка для размещения СЭС относительно ровная, пригодная для обслуживания и ремонта оборудования.

Таблица 1 - Краткие технические характеристики инверторных станций

Наименование	Характеристики
Цепь постоянного тока (DC)	
Максимальное напряжение холостого хода, В	1500
Максимальный ток, А	1x2272
Максимальный ток короткого замыкания, А	1x5600
Цепь переменного тока (AC)	
Номинальная мощность, кВА	2000
Выходные частота, Гц	50
Коэффициент мощности	10÷17
Номинальное среднее напряжение, кВ	36
Общие габаритные размеры (ДхШхВ), м	9x2,5x2,7
Общий вес, кг	< 22000 (без фундамента)

Кабели постоянного тока от рядов солнечных панелей собираются в распределительных шкафах постоянного тока типа DC Combiner box 32er, с максимальным количеством отходящих линий – 32шт. Защита предохранителями предусмотрена для каждого ряда ФЭМ. Основной выключатель установлен отдельно от предохранителей шин и используется для отключения во время работ по обслуживанию. Все соединительные коробки соединяются с главным контуром заземления станции. Выдача электрической мощности от инверторных станций на ЗРУ 30 кВ ПС «СЭС Сарань» 110/30 кВ осуществляется через одножильные кабели с полиэтиленовой изоляцией типа 3хNA2XS(F)2Y 1х500 rm/35. Трасса прокладки кабелей 35 кВ проходит внутри территории солнечной электростанции вдоль проектируемых проездов.

На КЛ 30 кВ применено следующее оборудование:

- концевые адаптеры RSTI-7953-CEE01;
- соединительные муфты CSJR-42/1х500 (для прямого соединения строительных длин кабеля);

Общая протяженность КЛ 30 кВ (4 линии) 3хNA2XS(F)2Y1х500 RM/35 – 12,24 км.

Расстояние между кабелями разных цепей КЛ 30 кВ – 250 мм. Учитывая условия проложения трассы на проектируемой КЛ принято три одножильных кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, с полупроводящей водонабухающей лентой с медным экраном с алюминиевой круглой уплотненной жилой сечением 500 мм<sup>2</sup> марки NA2XS(F)2Y 1х500 RM/35-18/30 кВ (Nexans).

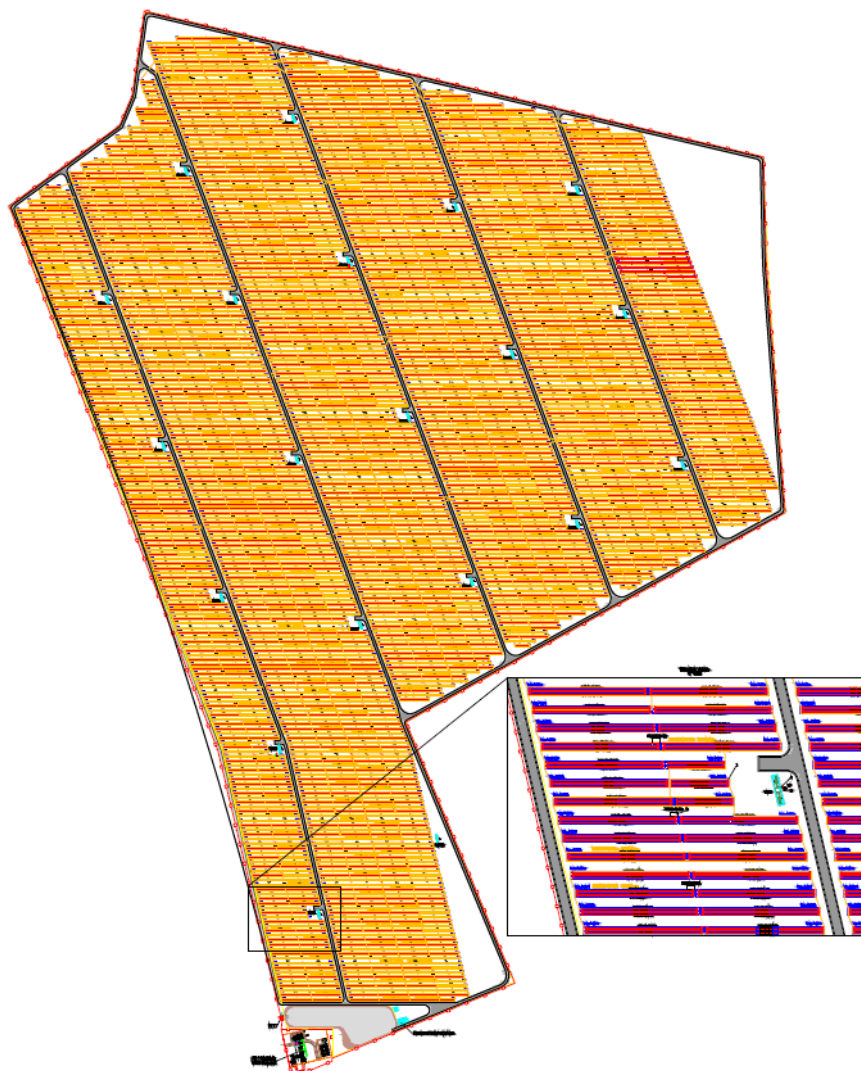


Рисунок 2 – План размещения панелей СЭС Сарань

Район расположения участка в соответствии с климатическим районированием территории относится к III зоне и характеризуется резко континентальным и засушливым климатом вследствие большой удаленности от морей, свободного доступа летом теплых сухих ветров пустынь Средней Азии и холодного бедного влагой арктического воздуха в холодное время года. Зима продолжительная и холодная, с устойчивым снежным покровом, значительными скоростями ветра и частыми метелями, лето непродолжительное и жаркое. Климатический района для строительства согласно СНиП РК 2.04.01-2001 – IV. Резкие колебания температуры воздуха наблюдаются как в суточном, так и в годовом плане. Среднегодовая температура воздуха составляет +2,3°C. Средняя температура для самого жаркого месяца (июль) – 27°C, самого холодного месяца (январь) – 18,9°C. Максимальная годовая амплитуда экстремальных значений температур достигает 80,5°C (от 38,3°C в июле до –42,2°C в январе). Холодный период года с температурой воздуха менее 8°C составляет 212 дней. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 125 дней (наименьшая – 88 дней, наибольшая – 157). Расчетная наружная температура наиболее холодной пятидневки принята -32°C. Переход от среднесуточных и среднемесячных положительных температур к отрицательным происходит соответственно во второй половине октября и в ноябре месяцах, однако по годам отмечаются некоторые отклонения от нормы. Максимальные значения относительной влажности воздуха приурочены к зимним месяцам (80-82%), а минимальные – к летним (28-55%). Средняя годовая абсолютная влажность воздуха составляет 5,8 мб, а средний годовой дефицит влажности 5,1 мб. Атмосферное давление колеблется в течение всего года. Сейсмичность района – до 6 баллов. [4]

Таблица 2 - показатели климатических и геологических характеристик

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1.	Расчетная температура наиболее холодной пятидневки, °С	минус 32
2.	Скоростной напор ветра для IV ветрового района (СНиП 2.01.07-85*), кПа	0,48
3.	Вес снегового покрова на 1 м <sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли для III снегового района (СНиП 2.01.07-85*), кПа	1,0
4.	Сейсмичность района строительства	баллов 6
5.	Нормативная глубина промерзания для Супесей	м 2,26
6.	Нормативная глубина промерзания для суглинков и глин	м 1,86
7.	Нормативная глубина промерзания для песков средней крупности	м 2,42
8.	Глубина залегания грунтовых вод,	м от 1,1 до 4,9

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сайт продажи электроэнергии «Казахстанский оператор рынка электроэнергии и мощности» <https://korem.kz/>
- [2] Годовой отчет «КЕГОС» за 2020г.
- [3] ТОО «ИНСТИТУТ «КАЗСЕЛЬЭНЕРГОПРОЕКТ»: СЭС.1 Электротехнические решения
- [4] ТОО Научно-исследовательский центр «Биосфера Казахстан»: Проект рекуперации – Книга 1.