

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/UJEG4973>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***Т. К. Қойшиев¹, Г. К. Сыдыкова², Ф. Б. Құрманбаев³,
И. Б. Құлтан⁴**

^{1,2,3,4}Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан
Республикасы, Қызылорда қ.

SHADOW ANALYZER БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЙЕДЕ PV-КҮН ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК АРХИТЕКТУРАСЫН ҚҰРУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

Қазіргі уақытта PV-күн технологиясын жобалау үшін әртүрлі қолданбалы бағдарламалар әзірленуде, олардың негізгі міндеті фотоэлектрлік станциялардың физикалық-математикалық үлгілерін жасау болып табылады.

Shadow Analyzer бағдарламалық жүйесінің басқа бағдарламалық құралдарға қарағанда маңызды артықшылығы - зерттелетін нысанның архитектурасын бақылау және визуализациялау жүйесінің болуы, мұның өзі PV-күн технологиясының жұмыс параметрлері туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

Қарастырылып отырған Shadow Analyzer бағдарламалық жүйесі функционалды болып келеді, мысалы бірінші кезеңде таңдап алынған нысананы тұрғызу үшін арнайы бас сахна таңдалады.

Оған бас XYZ координата жүйесі бекітіледі, ал қалған элементтерін басқа сахнада тұрғызып, олар бас сахнамен біріктіріліп жиналады.

Сонда бас сахнада толық дайындалған нысана пайда болады. Дайын болған нысананың төбесінің бос аймағына PV-күн стансасының қажетті қуатты архитектурасы тұрғызылады. Дайын болған нысананы кез-келген бағытта қозғауға болады. Келесі кезеңде функционалды түймешіктің көмегі арқылы зерттелетін нысананың қажетті мәліметтерін алуға болады.

Берілген жұмыста Кентау трансформатор зауытының жарықтандыру жүйелерін энергиямен жабдықтау мақсатында Shadow Analyzer бағдарламалық құралының көмегімен дербес PV-күн

технологиясының компьютерлік архитектурасын құру мәселелері қарастырылады.

Кілтті сөздер: PV – күн технологиясы, бағдарламалық құрал жаңартылатын энергия көздері, күн, фотоэлектрлік модуль, күн батареялары.

Кіріспе

Қазақстанның энергетикалық секторында басым бағыттардың бірі жаңартылатын энергияны, яғни индустриялық-инновациялық даму бағыты бойынша мемлекеттік бағдарламада келтірілген «Болашақ энергиясы» саласын қалыптастыру және дамыту болып табылады.

Қазіргі уақытта PV-күн технологиясын жобалауға арналған әртүрлі қолданбалы бағдарламалық құралдар әзірленуде. Негізгі міндет - жобаланатын объектінің PV-күн сәулесінің адекватты компьютерлік модельдерін құру [2,4].

Бұл тұрғыдағы мәселенің өзектілігі автономды объектілерді энергиямен жабдықтау үшін күн технологиясын дамытудың жоғары қарқынына және Қазақстанның әртүрлі өңірлерінде пайдалану географиясының кеңеюіне байланыстылығында.

PV-күн технологиясын жобалау кезінде аймақтың климаттық ерекшеліктерімен қатар, PV-күн станциясынан қажетті қуатты алатын күн модульдерін орнату үшін жобаланатын нысанның архитектурасын ескеру қажет [1,3].

Материалдар мен әдістер

Shadow Analyzer бағдарламалық құралының әдістемелері мен міндеттері келесідегідей:

- PV-күн технологиясының бетін тиімді пайдалануға ықпал ететін визуализацияны суреттеу және сандық сипаттамаларды құрастыру;

- PV-күн технологиясының оңтайлы, компьютерлік конструктивті архитектурасын алу;

- күндізгі, маусымдық және жылдық жұмыс циклі бойынша PV-күн технологиясының оптикалық-энергетикалық және геометриялық сипаттамаларын бағалау [6,8].

Біз Shadow Analyzer бағдарламалық құралының көмегімен Кентау трансформатор зауытының (КТЗ) жарықтандыру жүйесі үшін қуаты 20 кВт PV - күн станциясының компьютерлік архитектурасын әзірледік [5,7].

Зауыт Қазақстанның оңтүстік өңіріндегі Кентау қаласында ендігі 43.51 с. е., бойлығы 68.51 ш. б. орналасқан (1-сурет).



Сурет 1 – «Google Earth» ақпараты бойынша КТЗ ғимаратының жер бедері мен бағыты.

Нәтижелер және талқылау

Жұмыста қуаты 20 кВт PV станциясының құрылымдық компьютерлік архитектурасын әзірлеу бойынша жоба жасалды.

Бағдарламалық модульде есептелген қорғаныс алгоритмдерін орындау үшін алдымен Shadow Analyzer бағдарламалық құралын іске қосамыз, содан кейін барлық құралдар тақталарын енгіземіз.

3D терезесінде қажетті берілгендерді енгізуге арналған «Scene1» бос көрінісі пайда болады. Барлық басқару элементтері үшін бұл көріністі басқаратын қарапайым логика бар. Құралдар тақталары әдеттегі жұмыс ретін көрсетеді [10,12].

Біз жобادا «ASTANA SOLAR» ЖШС шығаратын қуаты 275 Вт 80 дана күн модульдерін пайдалануды жоспарлаймыз.

Shadow Analyzer бағдарламасының басқа 3D бағдарламалық құралдарынан айырмашылығы - визуалды компьютерлік құрастыруға, яғни күн модульдерінің орналасу сұлбасын жасауға мүмкіндік береді. Бағдарламалық құрал тек нысандарды ғана емес, сонымен қатар олар түсіретін көлеңкелерді де көрсетеді.

Күн модульдері арасындағы көлеңкелі әсердің көріну фрагментінің нәтижелерін 2-суреттен байқауға болады.

Сонымен қатар, CAD Shadow Analyzer бағдарламалық құралының параметрлік ерекшеліктері төмендегі мүмкіндіктерді береді [8,10].

- оларды жаңа нысандармен толтыру;
- күн модульдерінің өлшемдерін өзгерту;
- күн модульдерінің бағытын келтіру;
- күні бойы станцияның күн модульдері өрісінде көлеңкелі әсерлерді көрсету;

- нысандардың түстері мен шағылысу қасиеттерін өзгерту;
- нысандардың бетіндегі текстураларды қолдану;

Барлық геометриялық параметрлерді енгізгеннен кейін файлдардың сценарийлерін (sa1) сақтауға болады.

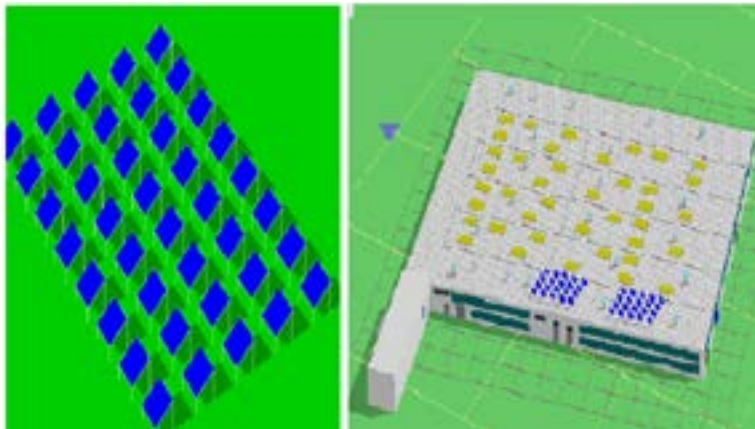
Келесі деректердің көмегімен PV-күн фотоэлектр станциясының техникалық есептеулерін жүргіземіз:

- күн батареяларының жалпы номиналды қуаты - 22 кВт;
- Кентау қаласындағы КТЗ орналасқан жердің ендігі мен бойлығы;
- күн модулінің геометриялық өлшемдері;
- күн станциясындағы күн энергиясының жалпы шығынын 16% деп қабылдаймыз.

ҚТЖ үшін жұмыс жобасының технологиялық бөлігі 80 стационарлық фотоэлектрлік модульдерді (өлшемдері 1649 мм x 992 мм x 40 мм) орнатуды ұсынады.

Shadow Analyzer бағдарламасын іске қосқаннан кейін бос көрініс ашылады, содан соң құралдар тақтасындағы «Жаңа құжат» түймесін басу арқылы жаңа өрісті ашамыз. Factory құралдар тақтасынан «ArrRectInc» нысанын таңдап, «N» түймесін басамыз. Бұл стационарлық күн модулінің нысанын көрсетеді [11,13].

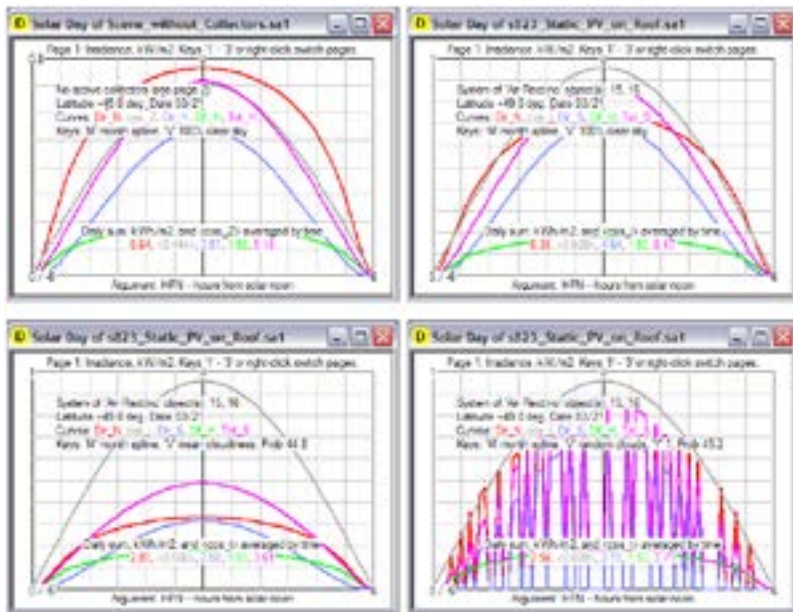
Есептеу алгоритмдерін орындау үшін күн станциясының барлық параметрлерін енгіземіз. Нәтижесінде көріністен 80 фотомодульден тұратын PV-күн станциясының визуалды орналасу диаграммасын аламыз (2-сурет).



Сурет 2 – Күн фотомодульдерінің компьютерлік архитектуралық - орналасу схемасы және Shadow Analyzer бағдарламалық жүйесіндегі зауыт төбесіндегі фотомодульдердің орналасу схемасы.

Автономды күн станциясынан өндірілетін орташа айлық электр энергиясын өндірудің есептеу нәтижелері, кВт/ай.

Shadow Analyzer-дің келесі беті күн панельдерінің бетіндегі тікелей, диффузиялық және жалпы жарықтандыруды көрсетеді, егер тиісті көріністе белсенді коллекторлар болмаса, онда жарық көлденең бетке есептеледі.



Сурет 3 – Shadow Analyzer бағдарламалық ортасында күн панельдерінің энергетикалық жарықтандыруын есептеу нәтижелері

Энергетикалық параметрлердің нәтижелері 3-суретте көрсетілген. Мұнда:

- бірінші жолда жүйенің түрі мен нысандары көрсетіледі;
- екінші жол географиялық ендік пен күнді көрсетеді.

Суреттегі қысқартар:

- Dir_N - тікелей күн радиациясы, кВт/м²;
- cos (i) - PV- күн стансасының бетіндегі тікелей радиацияның түсу бұрышының косинусы;
- Dir_S - PV- күн стансасының бетіндегі тікелей күн радиациясы, кВт/м²;
- Dif_H - толық диффузиялық күн радиациясы, кВт/м²;
- Tot_S - PV- күн стансасының бетіндегі жалпы күн радиациясы, кВт/м².

Тақырыптың астындағы қысық сызық күн радиациясының құрамдас бөліктерінің кВтсағ/м²-дегі күнделікті қосындысын және күндізгі уақыттағы орташаланған cos(i) параметрін көрсетеді [13,14].

3-суреттегі экрандағы төрт скриншотта күн коллекторлары жоқ көріністің жеке жағдайын және «V» қосқышының үш нұсқасына арналған күн коллекторы «s823...» көрінісінің үш жағдайын көреміз.

Қорытынды

Shadow Analyzer бағдарламалық құралы күн энергетикасы саласында жұмыс істейтін мамандар үшін күн технологиясын жобалау кезінде көрсетілген талаптарды толық орындауға мүмкіндік беретін қуатты параметрлік САД болып табылады. Берілген жұмыста Shadow Analyzer бағдарламалық жүйесінің көмегімен Кентау трансформатор зауытының жарықтандыру жүйелерін энергиямен қамтамасыз ету үшін қуаты 20 кВт күн станциясының орналасу компьютерлік архитектурасы әзірленді.

Жобаны орындау барысында станцияның энергия өндіруінің алдын-ала есептеулері жүргізілді және станцияның басқа параметрлері анықталды.

Сонымен қатар, күн модульдерін орналастыру сұлбасының ықтималдығы анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Yilmaz, H., Mwesigue, A.** Modeling simulation and performance analysis of parabolic trough solar collectors : A comprehensive review // Applied energy. – vol. 225. – P. 135-174. – 2018.

2 **Sapaev, I., Saitov, E., Zohidov, N., Kamanov, B.** Matlab – model of a solar photovoltaic station integrated with a local electrical network : Conmechhydro - 2020 IOPConf. Series: Materials Science and Engineering 883(2020) 012116.

3 **Отто, А. И.** Автономные энергетические установки с экстремальным регулированием мощности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Томск, – 2018.

4 **Майоров, В. А.** Исследование тепловых характеристик теплофотоэлектрического солнечного модуля с концентратором и приемником треугольного профиля // Гелиотехника. – 2018. – № 6. – 45–55 с.

5 **Стребков, Д. С., Иродионов, А. Е., Филипченкова, Н. С.** Солнечные концентраторные модули с жалюзийными гелиостатами –М. : ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2019. – 144 с.

6 **Avezova, N. R., Vokhidov, A. U., Farmonov, A. A., Dalmuradova, N. N.** Renewable energy : challenges and solutions // Applied Solar Energy. – vol. 55.– P. 149–152. – 2019.

7 [«Global installierte Photovoltaik-Kraftwerksleistung nähert sich der 100-Gigawatt-Marke»](#), Solar Server 2 March 2017.

8 **Поливанов, А. А., Галушак, В. С., Титова, М. Е.** Исследование методов изменения направления световых лучей в солнечных электроустановках : Международный студенческий научный вестник [электронный журнал]. – 2018. – № 3. – С. 217–219.

9 **Жаркеев, А. Т., Гинаятова, А. М., Ербаева, Н. Б.** Классификация возобновляемых источников энергии, ЗКАТУ им. Жангир хана, Наука и образование – Выпуск 1 – 2017. – 217 с.

10 **Булатбаев, Ф. Н., Исаев, В. Л., Кызыров, К. Б., Калытка, В. А.** Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Караганда : КарГТУ, 2017. – 412 с.

11 **Судхаршан, К. И., Кумар, П. В., Баршилия, Х. С.** Performance evaluation of a thermally concentrated solar thermo - electric generator without optical concentration // Solar Energy Materials & Solar Cells – 2016. – 93-100 с. – ISSN:0927-0248.

12 **Чередов, В. О., Каримов, А. М., Акылбекова, А. Ж.** Оценка потенциала солнечного излучения в пределах территории Республики Казахстан для выработки электроэнергии, 2017. – 60 с.

13 **Койшиев, Т. К., Бекбаев, А. Б., Садырбаев, Ш. А., Кошелеков, Р. У.** Design and construction of the DC/DC power converter for stand - alone PV system with battery storage Colloids and nanotechnologies in industry // КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2012. – № 9. – 153 с.

14 **Койшиев, Т. К., Шерментгаева, Ж. О., Омарова, Т. М.** Проектирование и методика осуществления логической модели фонда сведений солнечных ресурсов Южного Казахстана : Вестник КазАТК [Научный журнал] – 2016. – № 4(99). – 115-121 С. – ISSN 169–1817.

REFERENCES

1 **Yilmaz, H., Mwesigye, A.** Modeling simulation and performance analysis of parabolic trough solar collectors : A comprehensive review. Applied energy. – vol. 225. – pp. 135-174. – 2018.

2 **Sapayev, I., Saitov, E., Zohidov, N., Kamanov, B.** Matlab - model of a solar photovoltaic station integrated with a local electrical network : Connechydro - 2020 IOPConf. Series: Materials Science and Engineering 883(2020) 012116.

3 **Otto, A. I.** Avtonomnye jenergeticheskie ustanovki s jekstremal'nyim regulirovaniem moshhnosti fotoelektricheskikh preobrazovatelej solnechnoj jenergii [Autonomous power plants with extreme power regulation of photovoltaic solar energy converters: dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences]: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehnicheskikh nauk – Tomsk, – 2018.

4 **Majorov, V. A.** Issledovanie teplovyh karakteristik teplofotoelektricheskogo solnechnogo modulja s koncentratorom i priemnikom treugol'nogo profilja [Investigation of thermal characteristics of a thermal photovoltaic solar module

with a concentrator and receiver of a triangular profile]. *Geliotehnika*. – 2018. – № 6. – 45–55 p.

5 **Strebkov, D. S., Irodionov, A. E., Filipchenkova, N. S.** Solnechnye koncentratornye moduli s zhaluzijnymi geliostatami [Solar concentrator modules with louvered heliostats] –Moscow. FGBNU FNAC VIM, 2019. – 144 p.

6 **Avezova, N. R., Vokhidov, A. U., Farmonov, A. A., Dalmuradova, N. N.** Renewable energy : challenges and solutions. *Applied Solar Energy*. – vol. 55.– P. 149-152. – 2019.

7 «Global installierte Photovoltaik-Kraftwerksleistung nähert sich der 100-Gigawatt-Marke», *Solar Server* 2 March 2017.

8 **Polivanov, A. A., Galushhak, V. S., Titova, M. E.** Issledovanie metodov izmenenija napravlenija svetovyh luchej v solnechnyh jelektroustanovkah [Investigation of methods for changing the direction of light rays in solar electrical installations: *International Student Scientific Bulletin*]: *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik [electronic journal]*. – 2018. – № 3. – P. 217-219.

9 **Zharkeev, A. T., Ginajatova, A. M., Erbaeva, N. B.** Klassifikacija vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии [Classification of renewable energy sources], *ZKATU im. Zhangir hana, Nauka i obrazovanie – Vypusk 1 – 2017.* – 217 p.

10 **Bulatbaev, F. N., Isaev, V. L., Kyzyrov, K. B., Kalytka, V. A.** Netradiconnye i vozobnovljaemye istochniki jenerгии [Unconventional and renewable energy sources]. – Karaganda : KarGTU, 2017. – 412 p.

11 **Sudharshan, K. I., Kumar, P. V., Barshilija, H. S.** Performance evaluation of a thermally concentrated solar thermo - electric generator without optical concentration [Performance evaluation of a thermally concentrated solar thermo - electric generator without optical concentration]. *Solar Energy Materials & Solar Cells* – 2016. – 93-100 p. – ISSN:0927-0248.

12 **Cheredov, V. O., Karimov, A. M., Akylbekova, A. Zh.** Ocenka potenciala solnechnogo izlucheniya v predelakh territorii Respubliki Kazahstan dlja vyrabotki jelektrojenerгии [Assessment of the potential of solar radiation within the territory of the Republic of Kazakhstan for electricity generation], 2017. – 60 p.

13 **Kojshiev, T. K., Bekbaev, A. B., Sadyrbaev, Sh. A., Koshelekov, R. U.** Design and construction of the DC/DC power converter for stand - alone PV system with battery storage *Colloids and nanotechnologies in industry* [Design and construction of the DC/DC power converter for stand - alone PV system with battery storage *Colloids and nanotechnologies in industry*]. *KazNTU im. K. I. Satpaeva*, 2012. – № 9. – 153 p.

14 **Kojshiev, T. K., Shermentaeva, Zh. O., Omarova, T. M.** Proektirovanie i metodika osushhestvlenija logicheskoy modeli fonda svedenij solnechnyh resursov Juzhnogo Kazahstana [Design and methodology of implementation of the logical

Материал баспаға 15.12.22 түсті.

* Т. К. Койшыев¹, Г. К. Сыдыкова², Г. Б. Курманбаев³,

И. Б. Култан⁴

^{1,2,3,4}Кызылординский университет имени Кorkыт Ата,

Республики Казахстан, г. Кызылорда

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

СОЗДАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ PV- СОЛНЕЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЕ SHADOW ANALYZER

В настоящее время разрабатываются различные прикладные программы для проектирования PV-солнечной технологии, основной задачей которых является создание физико-математических моделей фотоэлектрических установок.

Важным преимуществом программной системы Shadow Analyzer, перед другими программными инструментами является наличие в ней системы мониторинга и визуализации архитектуры исследуемого объекта, которая позволяет получать информацию о рабочих параметрах PV-солнечной технологии.

Рассматриваемая программная система Shadow Analyzer функциональна, например, для построения выбранной цели на первом этапе выделяется специальный основной этап.

К нему привязывается основная система координат XYZ, а остальные элементы встраиваются в другую сцену и собираются вместе с основной сценой.

Затем на главной сцене появится полностью подготовленный объект. Требуемая силовая архитектура фотоэлектрической солнечной электростанции строится на пустой площади крыши готового объекта. Готовый объект можно перемещать в любом направлении. На следующем этапе с помощью функциональной кнопки можно получить необходимую информацию об исследуемом объекте.

В данной работе рассматриваются вопросы создания компьютерной архитектуры автономной PV-солнечной технологии с помощью программного инструмента Shadow Analyzer, с целью

энергообеспечения систем освещения Кентауского трансформаторного завода.

Ключевые слова: PV-солнечная технология, программный продукт, возобновляемые источники энергии, солнечный, фотоэлектрический модуль, солнечные батареи.

* T. K. Koishiev¹, G. K. Sydykova², G. B. Kurmanbaev³, I. B. Kultan⁴

^{1,2,3,4}Kyzylorda University named after Korkyt Ata,

Republic of Kazakhstan, Kyzylorda

Material received on 15.12.22

CREATION AND VISUALIZATION OF PV-SOLAR TECHNOLOGY COMPUTER ARCHITECTURE IN THE SHADOW ANALYZER SOFTWARE SYSTEM

Currently, various application programs are being developed for the design of PV-solar technology, the main task of which is to create physical and mathematical models of photovoltaic installations.

An important advantage of the Shadow Analyzer software system over other software tools is the presence in it of a system for monitoring and visualizing the architecture of the object under study, which allows obtaining information about the operating parameters of PV-solar technology.

The Shadow Analyzer software system under consideration is functional, for example, a special main stage is allocated at the first stage to build the selected goal.

The main XYZ coordinate system is attached to it, and the remaining elements are embedded in another scene and assembled together with the main scene.

Then a fully prepared object will appear on the main stage. The required power architecture of a photovoltaic solar power plant is being built on an empty roof area of a finished facility. The finished object can be moved in any direction. At the next stage, using the functional button, you can get the necessary information about the object under study.

This paper discusses the issues of creating a computer architecture of an autonomous PV-solar technology using the Shadow Analyzer software tool, in order to power the lighting systems of the Kentau transformer plant.

Keywords: PV-solar technology, software product, renewable energy sources, solar, photovoltaic module, solar panels.

Теруге 15.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,44 Мб RAM

Шартты баспа табағы 23.59. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4019

Сдано в набор 15.12.2022 г. Подписано в печать 30.12.2022 г.

Электронное издание

3,44 Мб RAM

Усл. печ. л. 23.59. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4019

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz