

determined that the condition for the continuity of the swath at a finger spacing of 0.145 m is ensured at speeds up to 8.2 km/h.

Keywords: harvesting and transport unit, swath pickup process, loader, movement speed, angle of inclination, friction angle, canvas pickup, spring fingers, spacing, conveyor belt, permissible speed, trajectory of motion.

МРНТИ 68.85.15

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/55>

А.С. Талдыбаева^{1}, М.Ж. Исаханов¹, Т.С. Дюсенбаев¹, Е.С. Ергигитов¹,
П. Даскалов², С.Т. Демесова¹*

¹*Казахский национальный исследовательский аграрный университет, г. Алматы, Казахстан, taldybaeva_aigul@mail.ru*, imuratbek@mail.ru, tdyusenbaev@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru, saule.demesova@mail.ru*

²*Русенский университет им. Ангел Кънчева, г. Русье, Болгария, pl_daskalov@abv.bg*

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОГО СТРИГАЛЬНОГО ПУНКТА

Аннотация

В данной статье рассматриваются компьютерная программа и методика расчета параметров системы энергообеспечения передвижного стригального пункта. Основное внимание уделяется определению оптимальной площади солнечных батарей и емкости аккумуляторных батарей, что является ключевыми факторами для обеспечения автономности работы данного объекта. Расчеты выполняются с использованием специализированной компьютерной программы, которая учитывает неопределенность природных факторов, характерных для Алматинской области. В числе учитываемых параметров – прозрачность атмосферы, безоблачность, угол падения солнечных лучей, их суточная изменчивость, а также географические особенности региона, включая широту местности и высоту Солнца над горизонтом. Эти параметры необходимы для точного расчета солнечной инсоляции, которая является основным источником энергии для системы. В статье представлена последовательность расчетов солнечной инсоляции, а также описан алгоритм, на основе которого выполняются все вычисления. Кроме того, приведена компьютерная программа, разработанная на языке Python, которая позволяет учитывать все влияющие на процесс факторы. Полученные данные позволяют эффективно определить оптимальную площадь, количество солнечных батарей и емкость аккумуляторных батарей, необходимых для надежного энергообеспечения стригального пункта в рассматриваемом регионе, что способствует повышению энергоэффективности и снижению зависимости от традиционных источников энергии.

Ключевые слова: *фотоэлектрическая станция, солнечная батарея, интенсивность солнечной радиации, высота и азимуты Солнца, склонение Солнца, часовой угол Солнца в данный момент времени, горизонтальная поверхность, вертикальная поверхность аккумуляторная батарея, инвертор напряжения.*

Введение

Овцеводство наиболее экономически выгодная отрасль сельского хозяйства [1]. Развитие животноводство – находится в числе приоритетов нашего государства, которая имеет большое значение для страны не только с экономической, но и с социальной точки зрения [2]. Овцы являются важным источником дохода для местных фермеров и безземельных людей в сельской местности [3]. Применительно к отгонному овцеводству с относительно

небольшим поголовьем овец разработаны автономные передвижные стригальные пункты, а также другие тепловые установки. В [4] описана новая конструкция теплового насоса, а также разработана методика его экспериментального исследования. Разработан комплекс, включающий в себя установку по производству биотоплива, установку синтеза биогаза и оптимизированный теплогенератор в виде водогрейного котла, работающего на биогазе. [5]. В составе передвижных стригальных пунктов имеется автономная электростанция. Автономная электростанция формируется из солнечной фотоэлектрической и резервной бензиновой-электро-генераторной энергоустановки. Солнечная фотоэлектрическая установка (СФЭУ) состоит из фотоэлектротрансформатора, конвектора, аккумуляторной батареи и инвертора. СФЭУ используют природные непостоянные во времени источники энергии, это в свою очередь отражается на надежности электроснабжения потребителя. Этот вопрос решается, если основные технические параметры потребления электроэнергии определяются в соответствии с наихудшими в течение расчетного периода года характеристиками поступления солнечной радиации. Однако из-за нестабильности этих характеристик, надёжность выработки энергии одиночными СФЭУ останется довольно низкой, а повышение надежности электроснабжения достигается за счет использования аккумуляторной батареи необходимой ёмкости, рассчитанной на обеспечение автономности электроснабжения потребителя в отсутствие солнечной радиации. Эти меры одновременно с повышением уровня надежности электроснабжения ведут к удорожанию системы в целом, что отражается на возможной области применения СФЭУ для автономного электроснабжения.

В связи с этим возникает необходимость теоретического и экспериментального обоснования параметров и устойчивости режимов работы автономной энергосистемы передвижных стригальных пунктов. Электрификация таких изолированных территорий может осуществляться как с помощью одного типа возобновляемой энергии, так и посредством гибридных решений, например сочетания солнечной энергии с ветровыми источниками, которые на сегодняшний день являются одной из наиболее распространенных и эффективных комбинаций благодаря их взаимодополняемости [6]. Для эффективного использования солнечных батарей необходимо учитывать климатические и атмосферные условия региона. Алматинская область характеризуется высокой солнечной активностью, особенно в весенне-летний период. Май является благоприятным месяцем для генерации солнечной энергии, так как длительность светового дня увеличивается, а уровень облачности сравнительно низок. Фотоэлектрические станции, основанные на использовании солнечных батарей, позволяют эффективно преобразовывать солнечную радиацию в электрическую энергию. Оценка выполняется с использованием моделирования на основе Python с учетом реального потребления, солнечной радиации и данных о скорости ветра для оценки надежности при различных стратегиях оптимизации [7]. Для проектирования и оптимального размещения солнечных батарей необходимо учитывать интенсивность солнечной радиации, которая зависит от множества факторов, включая высоту и азимут Солнца, склонение Солнца, часовой угол Солнца и ориентацию поверхности батарей. Кроме того, при расчёте эффективности солнечных установок необходимо учитывать такие параметры, как угол наклона панели, отражательная способность поверхности и возможные затенения.

Расчет параметров этой системы такие как оптимальная площадь солнечных батарей и емкость аккумуляторных батарей можно выполнять по компьютерной программе с учетом неопределенности состояния природных факторов Алматинской области.

Материалы и методы

Типичная схема построения автономной передвижной фото электростанции представлена на рисунке 1. Любая солнечная электростанция (СЭС), в том числе микро, состоит из одних и тех же элементов [8]. Солнечная батарея, состоящая из набора последовательно-параллельно соединенных фото модулей; преобразователь постоянного напряжения, работающий под управлением контроллера поиска точки максимальной мощности; накопитель энергии на базе аккумуляторных батарей и выходной инвертор напряжения.

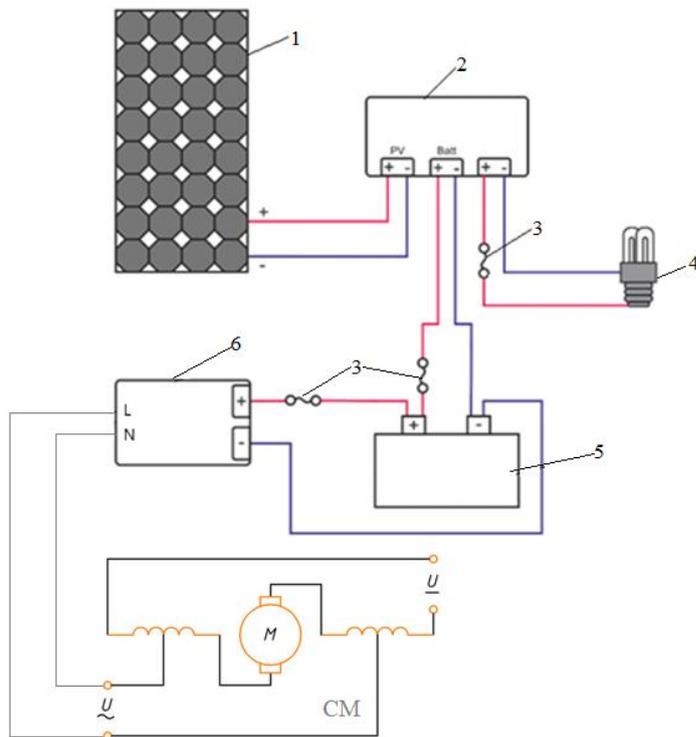


Рисунок 1. Схема солнечной фотоэлектрической установки передвижного стригального пункта: 1 - солнечный модуль, 2 - контроллер, 3 - предохранитель, 4 - нагрузка, 5 - аккумулятор, 6 - инвертор, M - электродвигатели стригальной машины.

Солнечная радиация, поступающая на поверхность Земли, может быть представлена в виде трех основных компонентов:

- Прямая солнечная радиация (G_b) – это солнечный поток, приходящий непосредственно от Солнца без рассеяния в атмосфере.
- Рассеянная радиация (G_d) – солнечный свет, который рассеивается в атмосфере и попадает на поверхность из разных направлений.
- Отраженная радиация (G_r) – солнечный поток, отраженный от окружающей среды (например, грунта, зданий, снега и т. д.).

Полная интенсивность солнечной радиации (G_t) на наклонную поверхность определяется следующим выражением:

$$G_t = G_b \cdot R_b + G_d \cdot R_d + G_r \cdot R_r, \quad (1)$$

где R_b , R_d и R_r – коэффициенты перераспределения прямой, рассеянной и отраженной радиации на наклонную поверхность.

Интенсивность солнечной радиации на наклонную поверхность зависит от угловых параметров Солнца:

- **Склонение Солнца (δ)** – угол между плоскостью экватора и направлением на Солнце.
- **Часовой угол (ω)** – угол между меридианом наблюдателя и меридианом, в котором находится Солнце в данный момент времени.
- **Высота Солнца (h)** – угол между направлением на Солнце и горизонтом.
- **Азимут Солнца (A)** – угол между направлением на юг и проекцией направления на Солнце на горизонтальную поверхность.

Склонение Солнца рассчитывается по формуле [9]:

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin(360^\circ \cdot (284 + n)/365), \quad (2)$$

где n – порядковый номер дня в году.

Часовой угол определяется следующим образом [10]:

$$\omega = 15^\circ \cdot (t - 12), \quad (3)$$

где t – солнечное время в часах (от 0 до 24).

Высота Солнца вычисляется как [11]:

$$\sin(h) = \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega), \quad (4)$$

где φ – широта местности (для Алматинской области $\varphi \approx 43,2^\circ$) [12].

Расчет интенсивности солнечной радиации на наклонную плоскость

Для расчета интенсивности солнечной радиации на наклонную поверхность солнечных батарей можно использовать коэффициент приведения солнечного потока:

$$R_b = (\cos(\theta)/\cos(h)), \quad (5)$$

где θ – угол падения солнечных лучей на наклонную поверхность, который определяется выражением:

$$\cos(\theta) = \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi - \beta) + \cos(\delta) \cdot \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos(\omega), \quad (6)$$

где β – угол наклона солнечных батарей.

Полная интенсивность солнечной радиации с учетом всех компонентов определяется по формуле:

$$G_t = G_b \cdot R_b + G_d \cdot (1 + \cos(\beta))/2 + G_r \cdot \rho \cdot (1 - \cos(\beta))/2, \quad (7)$$

где ρ – коэффициент отражения поверхности земли.

Для Алматинской области в мае прозрачность атмосферы находится в диапазоне 0,7–0,85 в зависимости от уровня запыленности и влажности.

По данным климатических наблюдений, средняя безоблачность в Алматинской области в мае составляет около 70%. Это означает, что в среднем 30% солнечной радиации может быть ослаблено облаками.

Солнечный зенитный угол в Алматинской области в мае изменяется в течение дня. Максимальная высота солнца в полдень составляет около 70° .

Расчет необходимого количества солнечных панелей для системы на основе солнечной радиации включает несколько шагов:

1. Определение количества энергии, которое панель может выработать за день:

$$E_{\text{панель}} = P_{\text{СБ}} \cdot H, \quad (8)$$

где: $E_{\text{панель}}$ – энергия, вырабатываемая панелью за день (кВт·ч),

$P_{\text{СБ}}$ – мощность панели (кВт),

H – среднее количество солнечных часов в день (в часах).

2. Определение мощности солнечных панелей:

$$P_{\text{СБ}} = P_{\text{ном}} + \left(\frac{P_{\text{АБ}}}{8} \right), \quad (9)$$

где: $P_{\text{ном}}$ – мощность потребителей, Вт,

$P_{\text{АБ}}$ – мощность аккумуляторных батареи, Вт.

3. Определение мощности аккумуляторных батарей:

$$P_{\text{АБ}} = P_{\text{ном}} \cdot \tau, \quad (10)$$

где: τ – время работы от аккумуляторных батареи, час,

4. Определение необходимой площади поверхности панелей:

$$S = \frac{P}{G}, \quad (11)$$

где: G – интенсивность солнечной радиации.

5. Определение необходимого количество панелей (N):

$$N = \frac{E_{\text{сут.ном}}}{E_{\text{пан}}}, \quad (12)$$

где: $E_{\text{сут.ном}}$ – суточное потребление энергии (кВт·ч),

$E_{пан}$ — энергия, вырабатываемая одной панелью за день (кВт·ч).

6. Потери на инверторах, кабелях, пыли и тени (обычно 15-25%):

$$N_{отрез} = \frac{N}{1 - k_{ми}}, \quad (13)$$

где $k_{ми}$ — коэффициент потерь (например, 0.2 для 20% потерь).

Блок-схема алгоритма для расчета представлена на рисунке 2 [13].

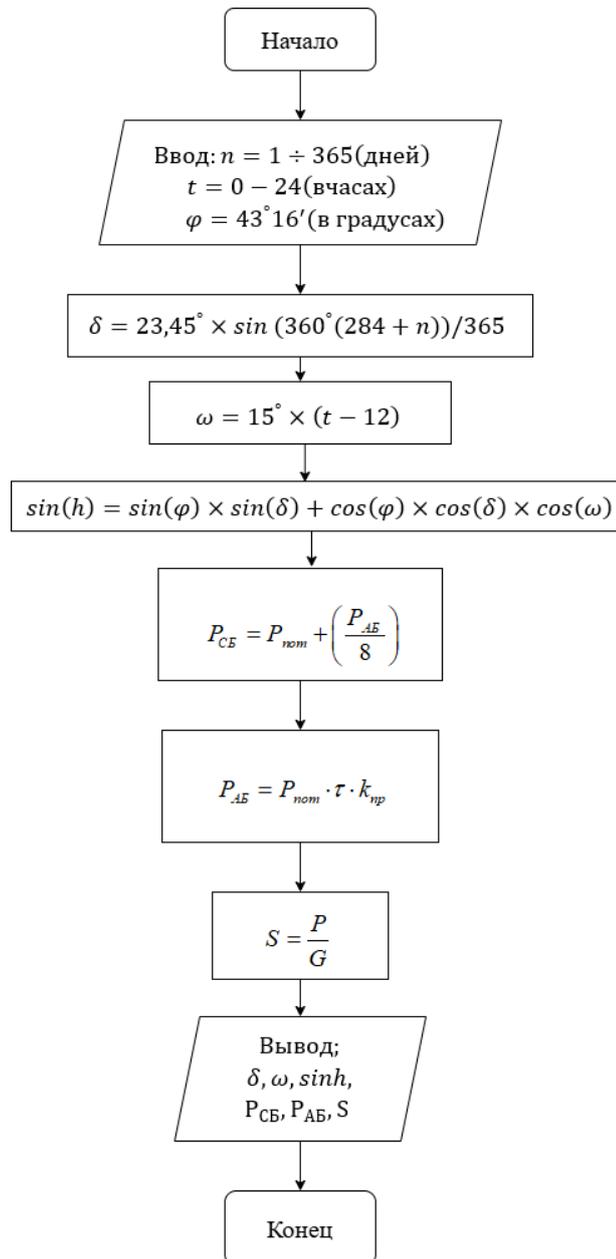


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма расчета

Код программы для определения площади поверхности солнечной батареи и емкости аккумуляторных батареи на языке программирования Python3 представляется следующим образом.

```

Код программы
from PyQt5 import QtCore, QtGui, QtWidgets
class Ui_MainWindow(object):
    
```

```
def setupUi(self, MainWindow):
    MainWindow.setObjectName("MainWindow")
    MainWindow.resize(858, 655)
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(14)
    MainWindow.setFont(font)
    self.centralwidget = QtWidgets.QWidget(MainWindow)
    self.centralwidget.setObjectName("centralwidget")
    self.pushButton_1 = QtWidgets.QPushButton(self.centralwidget)
    self.pushButton_1.setGeometry(QtCore.QRect(520, 10, 331, 51))
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(16)
    self.pushButton_1.setFont(font)
    self.pushButton_1.setObjectName("pushButton_1")
    self.citiesEdit = QtWidgets.QLineEdit(self.centralwidget)
    self.citiesEdit.setGeometry(QtCore.QRect(10, 10, 431, 51))
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(14)
    self.citiesEdit.setFont(font)
    self.citiesEdit.setAlignment(QtCore.Qt.AlignCenter)
    self.citiesEdit.setObjectName("citiesEdit")
    self.pushButton_2 = QtWidgets.QPushButton(self.centralwidget)
    self.pushButton_2.setGeometry(QtCore.QRect(10, 600, 431, 51))
    self.pushButton_2.setObjectName("pushButton_2")
    self.powerEdit = QtWidgets.QLineEdit(self.centralwidget)
    self.powerEdit.setGeometry(QtCore.QRect(520, 70, 331, 51))
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(14)
    self.powerEdit.setFont(font)
    self.powerEdit.setAlignment(QtCore.Qt.AlignCenter)
    self.powerEdit.setObjectName("powerEdit")
    self.label = QtWidgets.QLabel(self.centralwidget)
    self.label.setGeometry(QtCore.QRect(20, 130, 421, 421))
    self.label.setText("")
    self.label.setObjectName("label")
    self.powerEdit_2 = QtWidgets.QLineEdit(self.centralwidget)
    self.powerEdit_2.setGeometry(QtCore.QRect(170, 70, 271, 51))
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(14)
    self.powerEdit_2.setFont(font)
    self.powerEdit_2.setAlignment(QtCore.Qt.AlignCenter)
    self.powerEdit_2.setObjectName("powerEdit_2")
    self.editer = QtWidgets.QLineEdit(self.centralwidget)
    self.editer.setGeometry(QtCore.QRect(280, 550, 271, 51))
    font = QtGui.QFont()
    font.setPointSize(14)
    self.editer.setFont(font)
    self.editer.setAlignment(QtCore.Qt.AlignCenter)
    self.editer.setObjectName("editer")
    self.label.raise_()
    self.pushButton_1.raise_()
    self.citiesEdit.raise_()
```

```

self.pushButton_2.raise_()
self.powerEdit.raise_()
self.powerEdit_2.raise_()
self.editer.raise_()
MainWindow.setCentralWidget(self.centralwidget)

self.retranslateUi(MainWindow)
QtCore.QMetaObject.connectSlotsByName(MainWindow)

def retranslateUi(self, MainWindow):
    _translate = QtCore.QCoreApplication.translate
    MainWindow.setWindowTitle(_translate("MainWindow", "MainWindow"))
    self.pushButton_1.setText(_translate("MainWindow", "График"))
    self.citiesEdit.setText(_translate("MainWindow", "название города"))
    self.pushButton_2.setText(_translate("MainWindow", "прочее информация"))
    self.powerEdit.setText(_translate("MainWindow", "мощность потребителя(в ват)"))
    self.powerEdit_2.setText(_translate("MainWindow", "от аккумулятора(в мин)"))
    self.editer.setText(_translate("MainWindow", "1"))

import weathers
import solarLib
import sys # sys нужен для передачи argv в QApplication
from PyQt5 import QtWidgets
import design
from adres import Adres
import pltPy

```

Результаты

Рассчитанная интенсивность солнечной радиации в ясную погоду на горизонтальную поверхность составляет:

Для угла $h = 20^\circ$ (утренние и вечерние часы) значение составит около 760 Вт/м^2 , а для $h = 70^\circ$ (полуденные часы) – 1220 Вт/м^2 . Среднесуточное значение составляет около $900\text{--}1000 \text{ Вт/м}^2$.

Эти результаты показывают, что месяц май является одним из наиболее благоприятных месяцев для работы солнечных батарей. Однако эффективность их работы может снижаться из-за запыленности атмосферы и частичной облачности.

Результаты расчета представлены на рисунках 3 – 5 и графические изображения солнечной радиации и получаемой электроэнергии в апреле, мае и сентябре месяцах. Из рисунка видно, что кривая (I) в синем цвете показывает величину солнечной радиации, а кривая площадь в желтом цвете – получаемой электроэнергии от солнечных батарей (модулей) в течение дня.

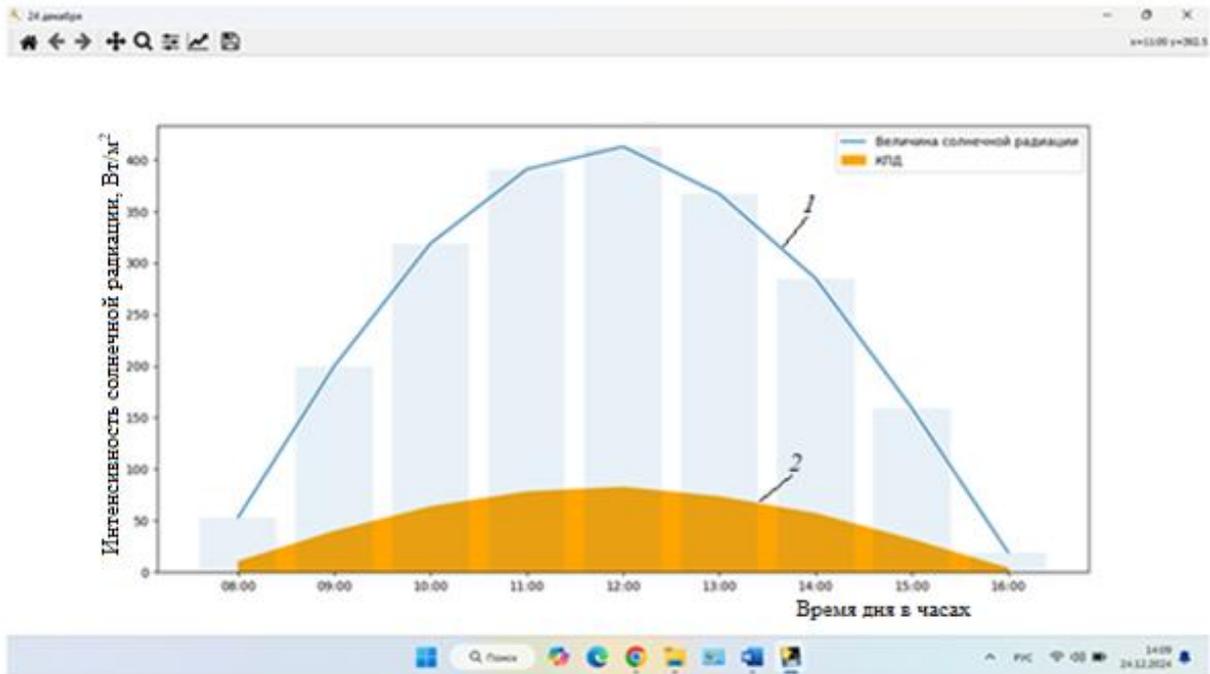


Рисунок 3. Графические зависимости солнечной радиации и электрической энергии от времени дня в апреле месяце: 1 – график солнечной радиации; 2 – график электрической энергии.

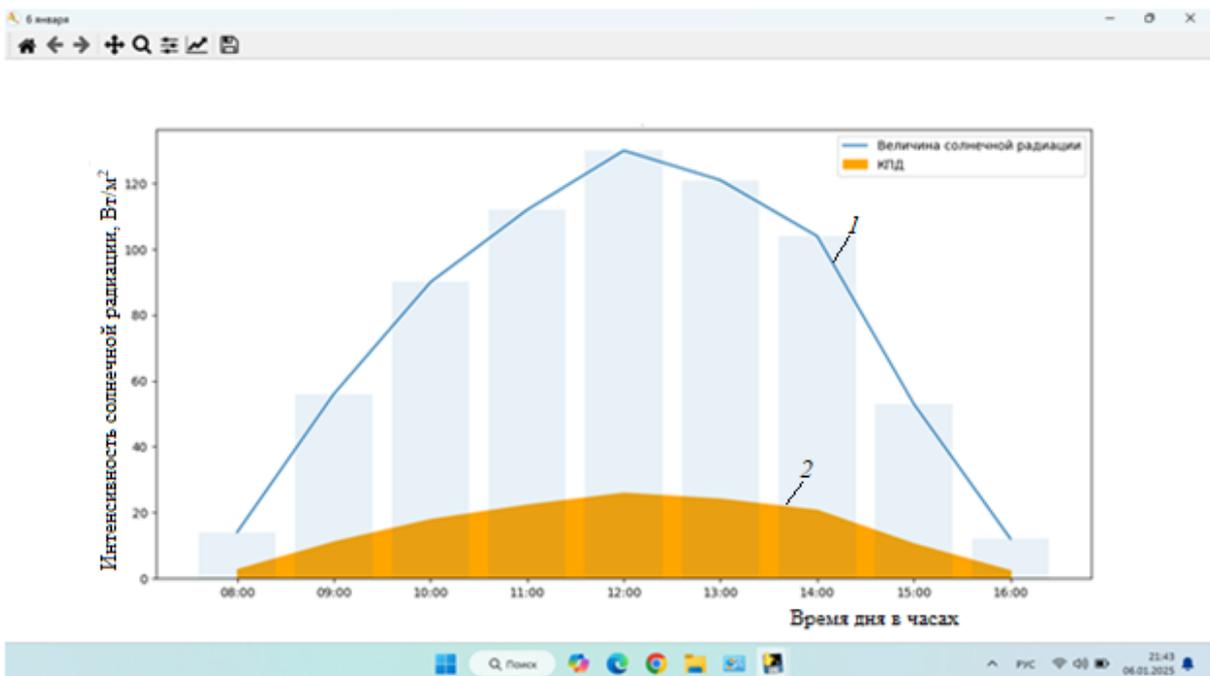


Рисунок 4. Графические зависимости солнечной радиации и электрической энергии от времени дня в мае месяце: 1 – график солнечной радиации; 2 – график электрической энергии.

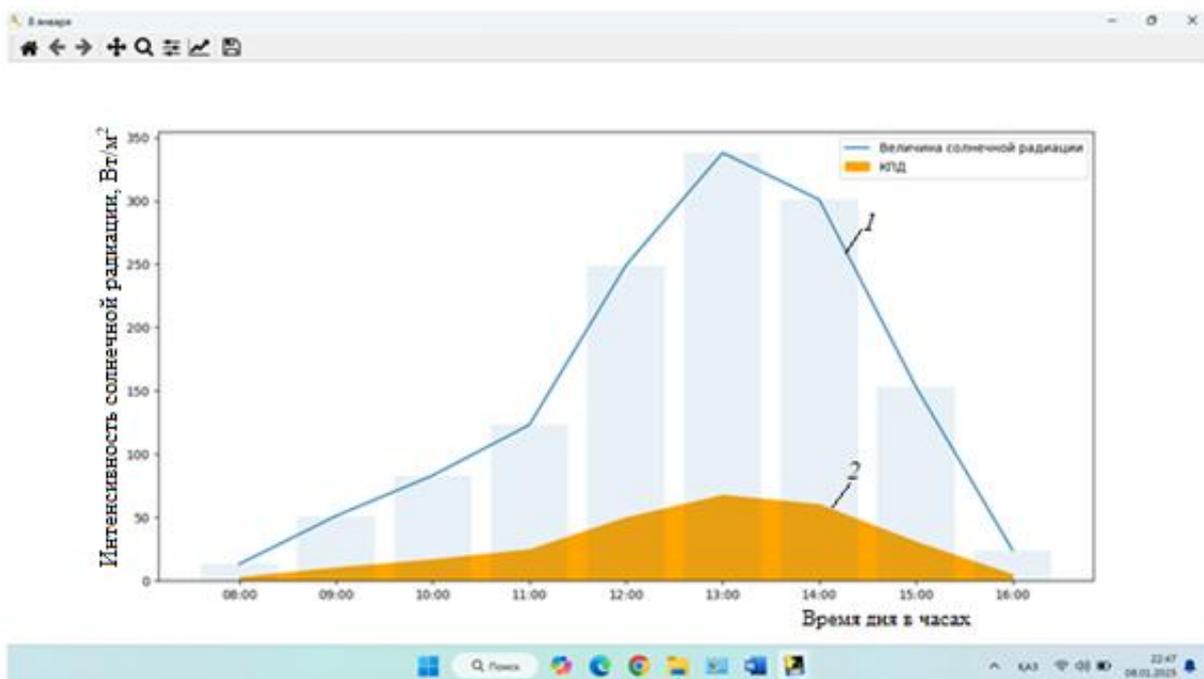


Рисунок 5. Графические зависимости солнечной радиации и электрической энергии от времени дня в сентябре месяце: 1 – график солнечной радиации; 2 – график электрической энергии.

С помощью данной программы определяется количество солнечных модулей и емкости аккумуляторной батареи с учетом нагрузки потребителей электроэнергии (3) передвижного стригального пункта зависимости от интенсивности солнечной радиации (1). Графики солнечной радиации, электрической энергии и нагрузки потребителей электроэнергии в передвижном стригальном пункте для определения количества солнечных модулей и емкости аккумуляторной батареи показаны на рисунке 6.

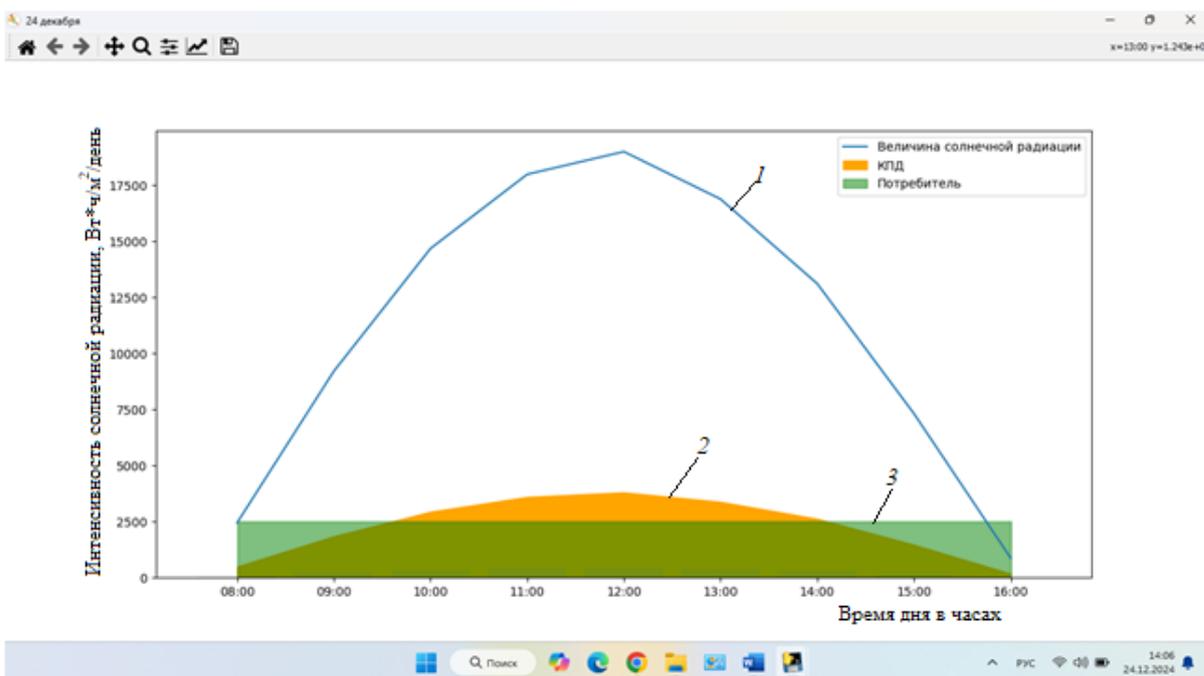


Рисунок 6. Графики солнечной радиации, электрической энергии и нагрузки потребителей электроэнергии в передвижном стригальном пункте для определения количества солнечных модулей и емкости аккумуляторной батареи: 1 – график солнечной радиации; 2 – график электрической энергии, 3 – график нагрузки потребителей электроэнергии.

Из рисунка 6 видно, что поступающая на наклонную плоскость солнечного модуля интенсивность солнечной радиации кривая (I) в середине дня достигает своего максимального значения около $18000 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день}$, в начале дня это значение примерно $2500 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день}$, а в конце дня – ниже $2500 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день}$. Потребляемая электроэнергия потребителем составляют в пределах $2500 - 3000 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день}$. Излишки выработанной электроэнергии идет в накопитель, т.е. в аккумуляторную батарею.

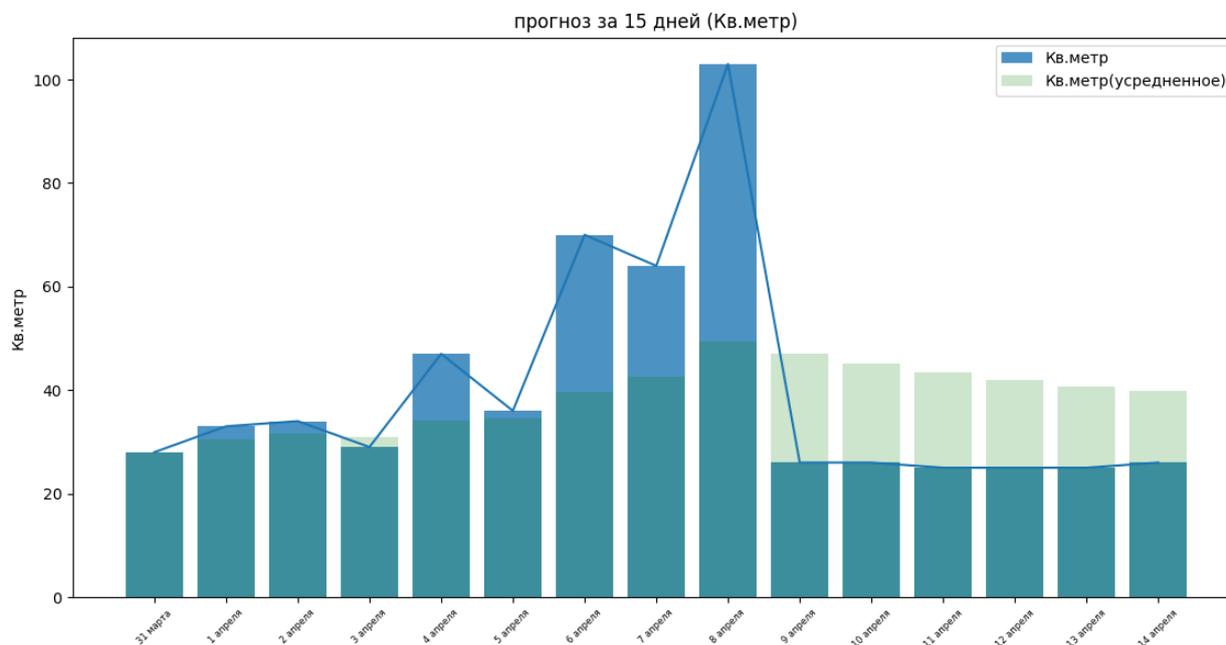


Рисунок 7. Усредненная площадь поверхности солнечных панелей.

На рисунке 7 показан площадь поверхности и усредненная площадь поверхности солнечных панелей за 15 дней, зависимо от солнечных радиации.

Заклучение

Проведенный расчет показал, что гарантированная интенсивность солнечной радиации в Алматинской области в мае с учетом неопределенности состояния природных факторов составляет в среднем $900-1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Это позволяет использовать солнечную энергию для энергообеспечения стригального пункта в данном регионе с высокой эффективностью. В зависимости от интенсивности солнечной радиации определяется необходимое количество солнечных батарей, которая составляет 14 шт и величина емкости аккумуляторной батарей 8 шт с учетом нагрузки потребителей электроэнергии передвижного стригального пункта.

Список литературы:

1. Омаров Р.А., Исаханов М.Ж., Алибек Н.Б., Касым Р.Т., Талдыбаева А.С. К обоснованию конструктивно-технологического решения передвижного стригального пункта для овец. Исследования, результаты, Журнал № 3, 2019, с. 360...365.
2. С.А.Кешуов, Г.Д.Турымбетова, Н.И.Молдыбаева, А.С.Талдыбаева, С.Т. Демесова, Е.С. Ержигитов. Матрица поиска решения для систем автономного электроснабжения агропромышленных комплексов с возобновляемыми источниками энергии. Исследования, результаты, Журнал № 2, 2024, с. 481...497.
3. M. Issakhanov, N. Alibek, T. Dyusenbayev, A.Taldybayeva. Energy-saving ventilation system for sheep premises to ensure food security and safety. Food Science and Technology. Campinas, v42, e73921, 2022.
4. Demessova S.T., Omarov R., Stoyanov I., Dauren O., Yerzhigitov Y. Results of experimental studies of a heat pump with compressor self-colling. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2020. V.10.Iss.1.-P.175-184.

5. Kassym, R., Bakhtiyar, B., Tokmoldayev, A., Tursunbayeva, G., Korobkov, M., Issakhanov, M., Manapova, G., Mergalimova, A., & Baimukhanbetov, A. (2024). Development of an experimental energy complex based on a boiler plant with an automated burner for its energy use. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6/8 (132), 56–65.
6. Moldybayeva, N.; Keshuov, S.; Kenzhetaev, K.; Saule, D.; Taldybayeva, A.; Stoyanov, I.; Iliev, T. Decision Matrix in an Autonomous Power System for Agro-Industrial Complexes with Renewable Energy Sources. *Energies* 2024, 17, 4357.
7. Eliseo Zarate-Perez and Rafael Sebastian. Assessment and Optimization of Residential Microgrid Reliability Using Genetic and Ant Colony Algorithms. *Processes* 2025, 13, 740.
8. Ершов Р.Р., Федотов Е.А. Моделирование автономной солнечной электростанции в среде MatLab Simulink //Universum: технические науки: 2021. №5(86). стр. 95-97.
9. Duffie J.A., Beckman W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. fourth edition. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013. – 910p.
10. Обухов С.Г., Плотников И.А. Имитационная модель режимов работы автономной фотоэлектрической станции с учетом реальных условий эксплуатации. *Известия Томского политех-го ун-та*. 2017. Т.328. №6. стр. 38-51.
11. Назаров Б.И., Салиев М.А., Махмудов А.Н., Абдуллаев С.Ф. Расчет потока суммарной радиации на накопленную плоскость солнечных приемников в условиях аэрозольного загрязнения атмосферы. *Доклады Академии наук Республики Таджикистан*. 2015. Т.58. №12. Стр. 1111-1113.
12. Дауменов Т., Карсыбаев М.Ш. Гелиоэнергетические ресурсы регионов Республики Казахстан. *ЭБС Лань*. 2014, №3(26), стр. 21-30.
13. Саврасов Ф.В. Варианты построения автономных систем электроснабжения с использованием фотоэлектрических устройств и алгоритмы их работы. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2013, №6, стр. 1-13.

References

1. Omarov R.A., Isaxanov M.Zh., Alibek N.B., Kasy`m R.T., Taldy`baeva A.S. K obosnovaniyu konstruktivno-texnologicheskogo resheniya predvizhnogo strigal`nogo punkta dlya ovez. *Issledovaniya, rezul`taty`*, Zhurnal № 3, 2019, s. 360...365.
2. S.A.Keshuov, G.D.Tury`mbetova, N.I.Moldy`baeva, A.S.Taldy`baeva, S.T. Demessova, E.S. Erzhigitov. Matricza poiska resheniya dlya sistem avtonomnogo e`lektrosnabzheniya agropromy`shlenny`x kompleksov s vozobnovlyaemy`mi istochnikami e`nergii. *Issledovaniya, rezul`taty`*, Zhurnal № 2, 2024, s. 481...497.
3. M. Issakhanov, N. Alibek, T. Dyusenbayev, A.Taldybayeva. Energy-saving ventilation system for sheep premises to ensure food security and safety. *Food Science and Technology*. Campinas, v42, e73921, 2022.
4. Demessova S.T., Omarov R., Stoyanov I., Dauren O., Yerzhigitov Y. Results of experimental studies of a heat pump with compressor self-colling. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. 2020. V.10.Iss.1.-P.175-184.
5. Kassym, R., Bakhtiyar, B., Tokmoldayev, A., Tursunbayeva, G., Korobkov, M., Issakhanov, M., Manapova, G., Mergalimova, A., & Baimukhanbetov, A. (2024). Development of an experimental energy complex based on a boiler plant with an automated burner for its energy use. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6/8 (132), 56–65.
6. Moldybayeva, N.; Keshuov, S.; Kenzhetaev, K.; Saule, D.; Taldybayeva, A.; Stoyanov, I.; Iliev, T. Decision Matrix in an Autonomous Power System for Agro-Industrial Complexes with Renewable Energy Sources. *Energies* 2024, 17, 4357.
7. Eliseo Zarate-Perez and Rafael Sebastian. Assessment and Optimization of Residential Microgrid Reliability Using Genetic and Ant Colony Algorithms. *Processes* 2025, 13, 740.
8. Ershov R.R., Fedotov E.A. Modelirovanie avtonomnoj solnechnoj e`lektrostantsii v srede MatLab Simulink //Universum: texnicheskie nauki: 2021. №5(86). стр. 95-97.

9. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. fourth edition. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2013. – 910p.

10. Obuxov S.G., Plotnikov I.A. Imitacionnaya model` rezhimov raboty` avtonomnoj fotoelektricheskoy stancii s uchetom real`ny`x usloviy e`ksplyatacii. Izvestiya Tomskogo politex-go un-ta. 2017. T.328. №6. str. 38-51.

11. Nazarov B.I., Saliev M.A., Maxmudov A.N., Abdullaev S.F. Raschet potoka summarnoj radiacii na nakoplenuyu ploskost` solnechny`x priemnikov v usloviyax ae`rozol`nogo zagryazneniya atmosfery`. Doklady` Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. 2015. T.58. №12. Str. 1111-1113.

12. Daumenov T., Karsy`baev M.Sh. Gelioenergeticheskie resursy` regionov Respubliki Kazaxstan. E`BS Lan`. 2014, №3(26), str. 21-30.

13. Savrasov F.V. Varianty` postroeniya avtonomny`x sistem e`lektrosnabzheniya s ispol`zovaniem fotoelektricheskix ustrojstv i algoritmy` ix raboty`. Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013, №6, str. 1-13.

**А.С. Талдыбаева^{1*}, М.Ж. Исаханов¹, Т.С. Дюсенбаев¹, Е.С.Ержигитов¹,
П.Даскалов², С.Т.Демесова¹**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
taldybaeva_aigul@mail.ru*, imuratbek@mail.ru, tdyusenbaev@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru,
saule.demesova@mail.ru

²Ангел Кънчев атындағы Русье университеті, Русье қ, Болгария, pl_daskalov@abv.bg

ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚЫРЫҚТЫҚ ОРНЫН АВТОНОМДЫ ЭНЕРГИЯМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУГЕ АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМА

Аңдатпа

Бұл мақалада компьютерлік бағдарлама және жылжымалы қырқу пунктiнiң энергиямен қамтамасыз ету жүйесiнiң параметрлерiн есептеу әдiстемесi қарастырылады. Негiзгi назар күн батареяларының оңтайлы ауданын және аккумуляторлық батареялардың сыйымдылығын анықтауға аударылады, бұл осы объектiнiң автономиясын қамтамасыз етудiң негiзгi факторлары болып табылады. Есептеулер Алматы облысына тән табиғи факторлардың белгiсiздiгiн ескеретiн мамандандырылған компьютерлік бағдарламаны пайдалана отырып орындалады. Ескерiлетiн параметрлердiң қатарына атмосфераның мөлдiрлiгi, бұлтсыздығы, күн сәулесiнiң түсу бұрышы, олардың тәулiктiк өзгергiштiгi, сондай-ақ аймақтың географиялық ерекшелiктерi, соның iшiнде жердiң кеңдiгi мен күннiң көкжиектен биiктiгi жатады. Бұл параметрлер жүйенiң негiзгi энергия көзi болып табылатын күн инсоляциясын дәл есептеу үшiн қажет. Мақалада күн инсоляциясын есептеу тiзбегi келтiрiлген, сонымен қатар барлық есептеулер жүргiзiлетiн алгоритм сипатталған. Сонымен қатар, процеске әсер ететiн барлық факторларды ескеруге мүмкiндiк беретiн Python тiлiнде жасалған компьютерлік бағдарлама берiлген. Нәтижелер қарастырылып отырған аймақтағы қырқу пунктiн сенiмдi энергиямен қамтамасыз ету үшiн қажетгi оңтайлы аумақты, күн батареяларының санын және аккумуляторлық батареялардың сыйымдылығын тиiмдi анықтауға мүмкiндiк бередi, бұл энергия тиiмдiлiгiн арттыруға және дәстүрлi энергия көздерiне тәуелдiлiктi азайтуға ықпал етедi.

Кiлт сөздер: фотоэлектрлік станция, күн батареясы, күн радиациясының қарқындылығы, күннiң биiктiгi мен азимуттары, күннiң ауытқуы, белгiлi бiр уақытта Күннiң сағаттық бұрышы, көлденең бетi, тiк бетi қайта зарядталатын батарея, кернеу инверторы.

**A. S.Taldybayeva^{1*}, M. Zh.Issakhanov¹, T.S.Dyusenbaev¹, Y.Yerzhigitov¹,
P. Daskalov², S.T.Demessova¹**

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
taldybaeva_aigul@mail.ru*, imuratbek@mail.ru, tdyusenbaev@mail.ru, ergigitov.erken@mail.ru,
saule.demesova@mail.ru

²*Department of Automatics and Electronics, University of Ruse, Ruse, Bulgaria,
pl_daskalov@abv.bg*

A PROGRAM FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF THE AUTONOMOUS POWER SUPPLY SYSTEM OF A MOBILE SHEARING STATION

Abstract

This article discusses a computer program and a methodology for calculating the parameters of the energy supply system of a mobile shearing station. The main focus is on determining the optimal area of solar panels and battery capacity, which are key factors for ensuring the autonomous operation of this facility. Calculations are performed using a specialized computer program that takes into account the uncertainty of natural factors characteristic of the Almaty region. Among the parameters taken into account are the transparency of the atmosphere, cloudlessness, the angle of incidence of the sun's rays, their daily variability, as well as the geographical features of the region, including the latitude of the terrain and the height of the Sun above the horizon. These parameters are necessary for accurate calculation of solar insolation, which is the main source of energy for the system. The article presents the sequence of calculations of solar insolation, as well as describes the algorithm on the basis of which all calculations are performed. In addition, there is a computer program developed in Python, which allows you to take into account all the factors affecting the process. The data obtained make it possible to effectively determine the optimal area, number of solar panels and battery capacity required for reliable energy supply to the shearing station in the region under consideration, which contributes to increased energy efficiency and reduced dependence on traditional energy sources.

Key words: photovoltaic station, solar battery, solar radiation intensity, height and azimuth of the Sun, declination of the Sun, hour angle of the Sun at a given time, horizontal surface, vertical surface, battery, voltage inverter.

МРНТИ 68.85.37

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/56>

*А.С.Альчимбаева¹, Л.С.Шибряева², М.Е.Чаплыгин²,
Ж.Б.Жумагулов¹, М.Т.Жетпейсов¹, Е.Саркынов^{1*}*

¹ *Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан, aigerim-kaz@mail.ru, misha2728@yandex.ru, zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, mizambek.zhetpeisov@kaznaru.edu.kz, yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz**

² *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Россия, lyudmila.shibryaeva@yandex.ru*

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ, ОБРАБОТАННЫХ НЧ ЭМИ

Аннотация

Для повышения урожайности, качества и полевой всхожести семян сельскохозяйственных культур используют предпосевную обработку семян с помощью электромагнитных полей, излучений микроволнового, миллиметрового диапазона, действие сверхвысокочастотных (СВЧ) полей, комплексной и др. обработки на урожайность сельскохозяйственных культур. Эти методы являются экологически безопасными, так как излучение, поглощаясь в обрабатываемом растении, оказывает непосредственное влияние на процессы жизнедеятельности растения, но при этом никакие вредные для экологии вещества не попадают во внешнюю среду.

Целью данного исследования является обоснование оптимальных режимов предпосевной обработки семян яровой пшеницы электромагнитным полем низкочастотного электромагнитного излучения, в результате которой происходит значительное увеличение