

Управление тиристорами ТРН выполняется с помощью импульсно-фазового способа. Такой подход способствует высокой точности и эффективности регулирования напряжения в сети. Кроме того, при регулировании напряжения коэффициент гармонических искажения соответствует требованиям ГОСТ 32144-2013. Коммутация тиристоров осуществляется с помощью двухзонного поочередного алгоритма, что позволяет плавно изменять выходное напряжение ТРН [3], а также оперативно реагировать на изменения нагрузочных токов, сохраняя регулировочные свойства ТРН [9]. Это позволяет обеспечить быстрое действие регулирования при провалах напряжения на предприятиях нефтегазового комплекса.

*Работа выполнена в рамках гранта РНФ от 29.12.2023 г. №24-29-00872.*

#### Литература

1. Абрамович Б. Н., Богданов И. А. Повышение эффективности автономных электротехнических комплексов нефтегазовых предприятий // Записки Горного института. – 2021. – Т. 249. – С. 408-416.
2. Абрамович Б. Н. Проблемы повышения эффективности электроснабжения горных и нефтегазовых предприятий // Записки Горного института. – 2004. – Т. 157. – С. 90-94.
3. Асабин А. А. и др. Способы плавного регулирования величины выходного напряжения тиристорного регулятора вольтодобавки // Труды НГТУ им. ПЕ Алексеяева. – 2018. – № 4 (123). – С. 69-75.
4. Калентиюнок Е. В. Применение вольтодобавочного трансформатора на участке электрической сети для регулирования напряжения. – 2022.
5. Иванов К. С. «Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года» и задачи Уральской геологии // Уральский геологический журнал. – 2020. – № 4. – С. 3-18.
6. Хамматдинова Г. И. Нефтяная промышленность РФ: особенности развития и основные проблемы // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2018. – № 3 (25). – С. 99-104.
7. Hem P. et al. Service Restoration in Distribution Systems with a Load Tap Changer // 2022 International Electrical Engineering Congress (IEECON). – IEEE, 2022. – С. 1-4.
8. Sosnina E. et al. The Claimed Functions of A Thyristor Voltage and Power Regulator Research // 2023 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2). – IEEE, 2023. – С. 1-4.
9. Sosnina E. et al. Voltage control with thyristor-regulated booster transformer // 2018 International Conference on Smart Grid (icSmartGrid). – IEEE, 2018. – С. 202-207.

### **РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РАСЧЕТА ГЕНЕРИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНЫМИ ПАНЕЛЯМИ НА СУТКИ ВПЕРЕД ДЛЯ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**Кузнецов Д.М.**

Научный руководитель старший преподаватель Аскарлов А.Б.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Солнечная панель – фотоэлектрическое устройство, преобразующее энергию солнца в электрическую энергию с помощью фотоэффекта. Солнечные панели собраны из фотоэлектрических элементов, встроенных в рамку из полупроводникового материала – кремния [3]. Под воздействием солнечных лучей, направленных на негативно заряженную панель, полупроводник прогревается и поглощает энергию, превращая ее в электричество. Этот процесс стимулирует выход электронов из материала, соответствующая принципам уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, и создает в кристаллической структуре отверстия, при этом освобожденные электроны остаются в материале. Возникающее внутри панели электрическое поле разделяет заряженные частицы, что формирует разницу потенциалов. Освободившиеся электроны начинают движение в определенном направлении, обеспечивая поток электричества.[1]

Расчеты, предсказывающие количество электрической энергии, которую солнечные панели смогут сгенерировать на протяжении следующих суток, играют ключевую роль в оптимизации использования солнечной энергии. Это в свою очередь способствует сокращению издержек на производство и распределение электроэнергии. Для крупных энергетических компаний, крайне важно иметь точное представление о том, сколько электроэнергии смогут произвести их солнечные электростанции. При обеспечении электричеством определенной территории посредством солнечной электростанции, компаниям необходимо знать, будет ли достаточно сгенерированной энергии для удовлетворения потребностей всех потребителей в этой зоне, исходя из известного среднего потребления. Прогнозирование количества генерируемой электроэнергии на следующие сутки и неделю позволяет оценить ожидаемый объем энергии для потребителей и сделать соответствующие выводы. Для частных лиц, установивших домашние солнечные электростанции, подобные расчеты помогут определить, сколько электроэнергии они смогут произвести в ближайшее время.[2]

Расчет электрической энергии, генерируемой солнечными электростанциями на сутки вперед, обладает неотъемлемой актуальностью в контексте энергетики по нескольким ключевым аспектам:

1. Оптимальное планирование и управление ресурсами: Расчет энергетической производительности солнечных панелей на сутки вперед позволяет эффективно планировать и управлять производством электроэнергии. Это особенно важно для согласования производства энергии с пиковым потреблением и динамикой изменения солнечной активности.

2. Оптимизация использования солнечных ресурсов: Расчеты предоставляют возможность оптимизировать использование солнечных ресурсов в различные периоды дня и в разных климатических условиях. Это позволяет

более эффективно использовать возобновляемые источники энергии и минимизировать зависимость от традиционных источников.

3. Прогнозирование производства электроэнергии: Рассчитывая генерацию солнечной энергии на сутки вперед, можно создать более точные прогнозы по производству электроэнергии. Это важно для обеспечения стабильности работы энергосистемы и учета возможных колебаний в производстве.

4. Эффективное управление энергосистемой: Знание количества генерируемой энергии позволяет эффективнее управлять энергосистемой, принимая во внимание возможные колебания и сезонные изменения в солнечной активности. Это помогает поддерживать стабильность в сети и предотвращать перегрузки.

5. Экономическая эффективность: Расчеты генерируемой энергии предоставляют важные данные для оценки экономической эффективности солнечных электростанций [6]. Это включает в себя оценку затрат, возможных доходов и возврата инвестиций, что является важным аспектом в условиях перехода к устойчивым источникам энергии.[5]

Для успешного совершения расчета генерируемой электрической энергии солнечными панелями на сутки вперед, необходимо знать определенный набор входных данных:

- 1) широта и долгота;
- 2) количество дней с начала года;
- 3) время в часах, расчет будет почасовым (рис. 2);
- 4) коэффициент полезного действия панели;
- 5) площадь панели;
- 6) температурный коэффициент панели;
- 7) температура окружающей среды;
- 8) балл облачности;
- 9) значение альбедо – коэффициент отражения местности;
- 10) угол наклона солнечной панели (рис. 1);
- 11) значение степени прозрачности атмосферы;
- 12) азимут солнца в измеряемый момент времени.

Используя эти данные, можно сделать расчет генерируемой электрической энергии солнечными электростанциями, в заданных координатах, в заданный день и в выбранный час.[3]

Исходя из анализа существующих программных комплексов, для расчета генерируемой электрической энергии солнечными панелями, и выяснения их слабых сторон, поймем, что необходимо учесть в предлагаемой мною платформе для осуществления расчета [7]. Русскоязычный интерфейс. Необходимо, чтобы платформа, на которой пользователи будут производить расчет, была на русском языке, и пользователям было удобно на ней работать. Автоматический экспорт погодных данных. Для точных расчетов, необходимо основываться, не на архивные данные погоды прошлых лет, а на фактические цифры прогноза погоды. Для упрощения использования платформы, необходимые погодные данные будут автоматически экспортироваться на сайт. Простой и понятный интерфейс. Интерфейс необходимо сделать интуитивно понятным, чтобы любой пользователь смог без проблем его использовать. Результат расчета в заданной площади. Определять фактическую выработанную электроэнергию в  $m^2$ , достаточно неудобно для обычного пользователя СЭС. Удобнее будет, задать точную площадь солнечной панели из технического паспорта и смотреть на конкретные цифры расчета. Online расчет. Реализовать расчет, удобнее будет в виде сайта. Пользователям не нужно будет скачивать необходимое программное обеспечение, ждать пока программа загрузится и установится, тратить лишнее время и место на ПК. Минимизировать количество непонятных полей. Необходимо автоматизировать экспорт всех возможных полей ввода. И добавить инструкции для ввода каждого поля. При учете вышеперечисленных параметров, платформа будет отличаться и в некоторых направлениях обгонять своих конкурентов, по функционалу, интерфейсу и удобству.[1]

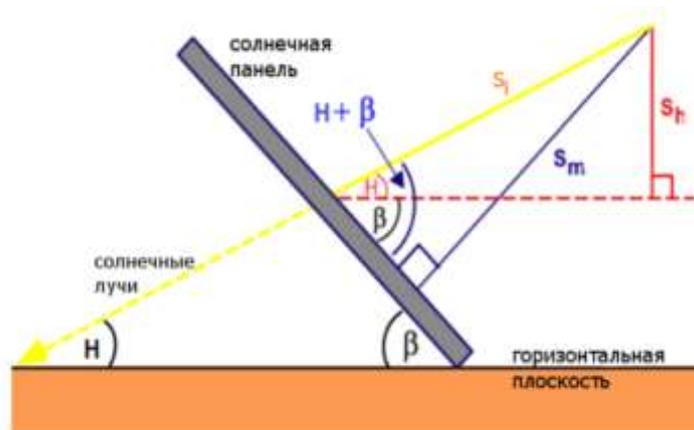
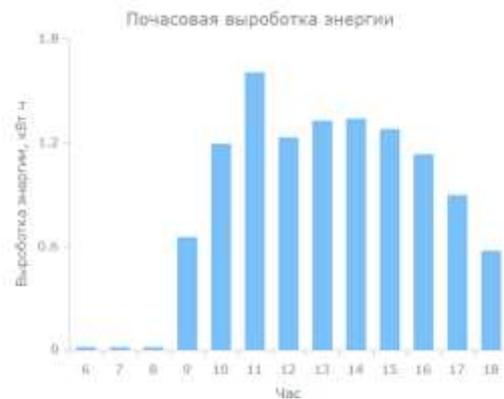


Рис. 1. Угол наклона и солнечное излучение, падающее на фотоэлектрическую панель



**Рис. 2. Результат почасового расчета в Томске на 13.03.14**

Исходя из вышесказанного, разработанный расчет обладает неотъемлемой актуальностью в контексте энергетики. В докладе рассмотрены варианты использования расчета генерируемой электрической энергии фотоэлектрическими панелями на сутки вперед, актуальность расчета и необходимые входные данные для успешного совершения расчета.

#### Литература

1. Гальперин Б. М., Ченцова Т. А. О расчетах месячных сумм солнечной радиации по общей и нижней облачности // Труды ЛГМИ. – 1972. – № 48. – С. 119.
2. Иванова И. Ю. Возобновляемая энергетика на востоке России: прогнозы, барьеры, методы обоснования применения // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2013. – С. 96-103.
3. Кондратьев К. Я., Пивоварова З. И., Федорова М. П. Радиационный режим наклонных поверхностей. – Гидрометеиздат, 1978.
4. Кобышева Н. В., Пивоварова З. И. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3: Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 2: Мурманская область. – 1988.
5. Санеев Б. Г., Иванова И. Ю., Тугузова Т. Ф. Возобновляемая энергетика на востоке России // Академия энергетики.– 2014. – № 4. – С. 28-33.
6. Санеев Б. Г. и др. Нетрадиционная энергетика в энергоснабжении изолированных потребителей регионов Севера // Проблемы нетрадиционной энергетики. – 2006. – С. 55-70.
7. Сивков С. И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. – Гидрометеиздат, 1968.

### **ЛИКВИДАЦИЯ ВОЗГОРАНИЙ ТВЕРДЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИ ПОМОЩИ ФОРСУНОЧНЫХ УСТРОЙСТВ Купов Д.С.**

Научный руководитель доцент А.О. Жданова

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Введение. Проблема возгораний бореальной зоны и пожары на территории помещений различного назначения стали острой проблемой для многих стран мира [1, 2]. Анализ мировой статистики возгораний [2] позволяет сделать заключение о том, что 82,7 % смертности в результате бедствия приходится на неконтролируемое горение в жилых домах, также следует упомянуть о том, что 61 % ожогов зарегистрированы в условиях катастроф на площадях жилого сектора. По государственным стандартам помещения различного назначения [3] оснащены помимо средств первичного пожаротушения [4] системами пожарной сигнализации [5] и системами автоматического пожаротушения [6]. Все этапы раннего выявления и ликвидации возгорания направлены на достижение основных функций цели, это минимальное время тушения и минимальный объем огнетушащего средства, затраченный по подавление пожара.

Модельные очаги. Немаловажным фактором при планировании экспериментальных исследований является выбор модельных очагов. Анализ таких категорий помещений как жилые, производственные и складские позволяет сделать заключение о том, что самым распространенным отделочным материалом является древесина. Следует отметить, что древесина занимает лидирующие позиции как сырье для изготовления мебели. По структуре древесину можно рассматривать как хлопьевидный материал, который имеет волокнистую форму [7]. По химическому составу древесина всех пород практически одинакова (содержание углерода 49–50 %, кислорода 43–44 %, водорода 6 % и азота 0,1–0,3 %). В древесине эти элементы образуют органические вещества: целлюлозу (31–50 %), лигнин (20–30 %) и гемицеллюлозы (19–35 %), включающие пентозаны (5–29 %) и гексозаны (6–13 %). Хвойные породы содержат несколько больше целлюлозы, лиственные – значительно больше пентозанов. В состав древесины входят также экстрактивные вещества (таннины, смолы, камеди, эфирные масла и др.). Минеральные вещества при сжигании древесины образуют золу (0,1–1 %). При горении древесины образуется водяной пар, двуокись и окись углерода, а также альдегиды, кислоты и различные газы.