

УДК 121.548.5(045)

А. А. Яковлева

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПАНЕЛЬЮ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Институт аэрокосмических систем управления НАУ, e-mail: iesy@nau.edu.ua

Рассмотрено построение автоматической системы управления панелью солнечных батарей с двумя степенями свободы в соответствии с направлением максимального потока солнечной радиации.

Ключевые слова: солнечная батарея, следящие системы, исполнительный механизм, датчик освещения.

Введение. В настоящее время в связи с сокращением запасов углеводородных источников энергии большое внимание уделяется развитию солнечной энергетики. Основным элементом энергетической установки, использующей энергию солнца, является солнечная батарея. С целью увеличения мощности солнечные батареи устанавливаются на единой платформе, которая образует солнечную панель. Возможны два варианта построения солнечных энергетических установок (СЭУ). В соответствии с первым вариантом солнечная панель является неподвижной, а согласно второму – солнечная панель отслеживает положение солнца за счет использования следящих систем по двум координатам. Второй вариант обеспечивает повышение мощности СЭУ на 30 %.

Постановка задачи. Целью этой работы является разработка системы управления панелью солнечных батарей с двумя степенями свободы.

Разработка системы управления СЭУ. Структурная схема СЭУ показана на рисунке.

В состав СЭУ входят такие блоки: солнечные батареи, датчики положения солнечных батарей, датчики освещения, блок питания, приводы, микроконтроллер.

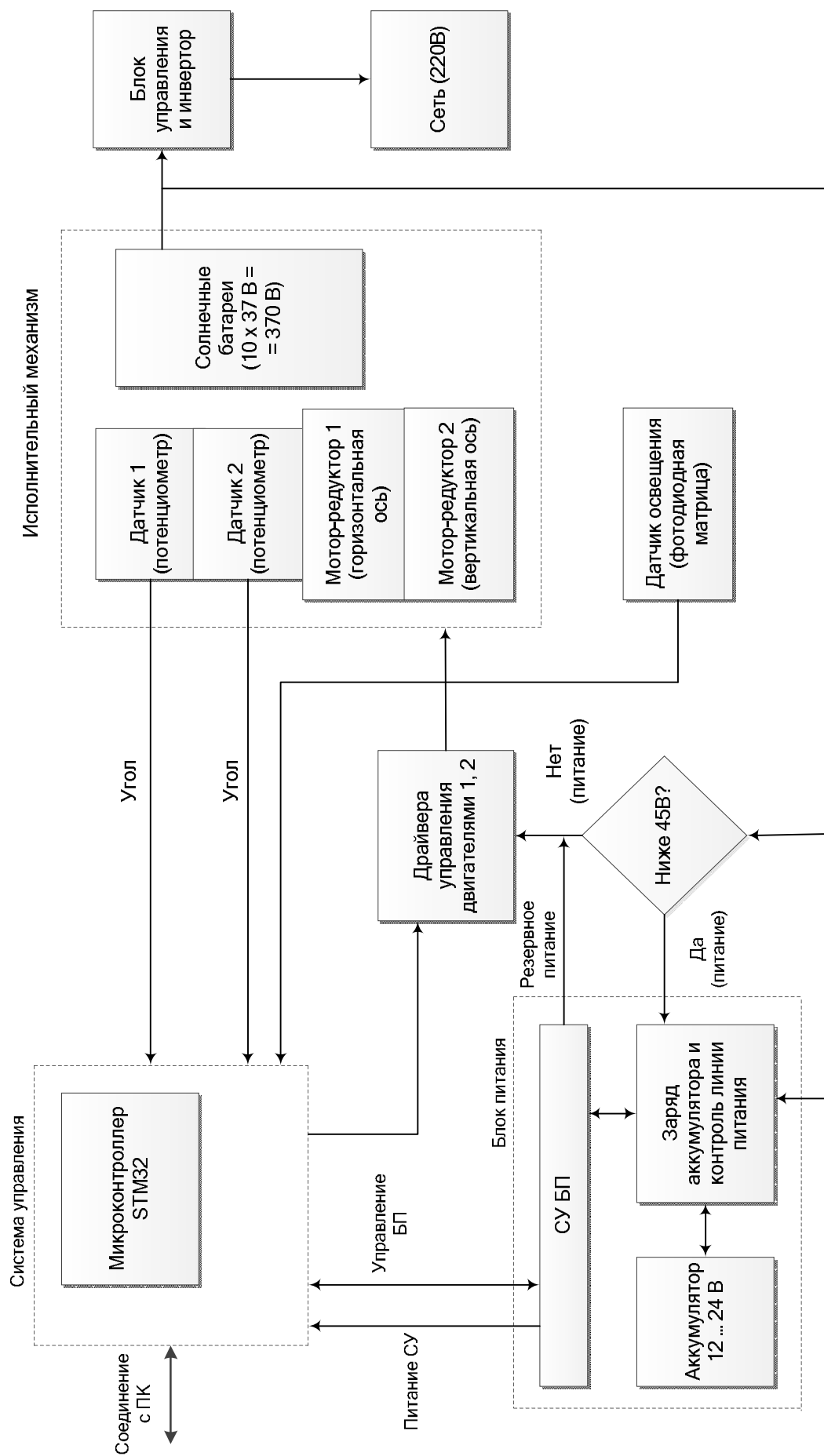
Система управления осуществляет управление исполнительным механизмом, используя драйвер управления электроприводами как промежуточное силовое звено, на вход которого подается широтно-импульсный моделируемый сигнал, задающий режим работы приводов.

Блок питания состоит из накопительной части и логики распределения питания системы. Накопительная часть представляет собой контроллер заряда аккумуляторов, а также связку из трех параллельно включенных аккумуляторов (12 В) на свинцово-кислотной основе, образующих линию резервного питания. В свою очередь, логика распределения питания системы (системы управления питанием) выполняет функции проверки основных энергетических линий системы (резервный канал, поступающий от аккумуляторов, и канал, поступающий от солнечных панелей) и выполняет переключение (перекоммутацию) линии питания электроприводов. Критерием переключения является возможность приоритетной линии (питание от солнечных панелей) поддерживать корректную работу системы; в случае, если мощности не достаточно (например, в случаях наступления сумерек или невозможности попадания солнечного света на панели), подключается линия резервного питания и передается сигнал основной системе управления о том, что включено резервное питание.

В блок обратной связи входят три основных датчика, а именно: два датчика угла поворота и датчик положения солнца.

Датчики угла поворота передают системе управления пропорциональный углу сигнал о текущем абсолютном положении системы, который, в свою очередь, определяет стартовые углы системы, а также контроль отработки изменения положения.

Датчик положения солнца выдает вектор направления в относительной системе отсчета, которая привязана к текущему положению исполнительного механизма, т. е. данный датчик выдает углы коррекции текущего положения.



Структурная схема СЭУ: СУ – система управления; БП – блок питания

Выбор (обоснования) комплекса технических средств.

Микропроцессорная система управления. Микроконтроллер – микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает в себе функции процессора и периферийных устройств, содержит оперативное запоминающее устройство или постоянное запоминающее устройство. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять простые задачи, например, задачи управления.

В работе приоритетными задачами являются: отработка закона управления, а также управление исполнительным механизмом в виде двух приводов, которые соответственно являются объектами управления.

Для воплощения данных задач было решено использовать микропроцессорную систему управления, где в роли главной вычислительной и управляющей единицы выступает микроконтроллер по следующим причинам:

1) достаточно высокая степень интеграции вычислительного и управляющего блока, т. е. габаритные размеры конечного блока системы управления будут минимальны в сравнении с использованием комбинационной логики или ЭВМ (ПК);

2) оптимальное сочетание вычислительных возможностей микроконтроллера и разновидностей периферийных блоков, используемых в целях коммуникации с ЭВМ как терминалом для вывода статистики, так и силовыми драйверами управления электроприводами, где входящим сигналом является широтно-импульсный модулятор;

3) высокая вычислительная способность с запасом, что в дальнейшем позволит расширить систему добавлением новых моделей управления для нахождения максимально эффективной;

4) низкая стоимость микроконтроллера и микропроцессорной системы (для сравнения, в работе используется микроконтроллер компании ST STM32F100C8, розничная цена которого не выше 2 дол., со стоимостью системы в собранном варианте 15 дол.).

Для формирования полноценной системы управления было решено использовать два канала обратной связи, которые соответственно предоставляют возможности отслеживания положения платформы (абсолютные данные) и определения положения солнца относительно текущего положения платформы (относительные данные).

Разберем более подробно цель и причины выбора тех или иных датчиков для каждого из каналов.

Канал отслеживания текущего положения платформы должен предоставлять в микропроцессорную систему управления данных об абсолютном положении платформы, т. е. для получения абсолютных данных состояния требуется использовать некую пропорциональную зависимость. Для обеспечения этих требований идеально подходит потенциометрические датчики, которые устанавливаются на каждую из осей вращений системы, и с включением делителей напряжения. Такой подход обеспечит прямую зависимость напряжения на выходе потенциометра от текущего положения платформы.

Как альтернативу датчикам можно использовать энкодер, но такой подход не является рациональным, поскольку такой вид датчиков перед началом использования и каждым новым запуском системы будет требовать стартовую инициализацию положения, это приведет к большой трате энергии, датчикам нужно будет отработать все возможные позиции в системе, где энергопотребление является критичным ресурсом. Они также не лишены накапливаемой ошибки в процессе работы, поскольку выходные данные энкодера не имеют прямой зависимости от какой-либо величины, которая прямо зависит от текущего положения, и являются дискретными.

Канал обратной связи предоставляет системе управления информацию о том, насколько стоит изменить текущее положение, чтобы достичь максимальной эффективности

солнечных панелей (согласно предположению об максимальной выходной мощности батареи при прямом падении солнечных лучей на кремниевые пластины).

В качестве датчиков канала используются пары фотодиодов, находящиеся под разными углами, которые позволяют получить разницы интенсивности света, падающего на них и которые после постобработки формируют вектор направления солнечного света относительно текущего положения платформы.

Исполнительный механизм состоит из двух основных приводов:

1) двигателя линейного перемещения (линейного двигателя или линейного актуатора), в состав которого входит двигатель постоянного тока, редуктор и червячно-винтовая пара;

2) червячного мотора-редуктора вращения, состоящего из редуктора и двигателя постоянного тока.

Управление приводами выполнено с использованием широтно-импульсной модуляции и силового драйвера, который коммутирует источник питания достаточной мощности в питающую цепь привода, поскольку мощность сигнала широтно-импульсного модулятора не является достаточной для прямого управления двигателем.

Силовые драйверы используют мостовую схему включения оптотириستоров, что позволяет работать с достаточно большой нагрузкой и надежностью.

Выводы. Рассмотрены вопросы построения солнечной энергетической установки на основе использования поворотной платформы отслеживающей положение солнца.

Список литературы

Кривцов В. С. Неисчерпаемая энергия: учеб. Кн. 2. Ветроэнергетика / В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2004. – 519 с.

О. А. Яковлева

Система керування панеллю сонячних батарей з двома ступенями вільності

Розглянуто побудову автоматичної системи керування панеллю сонячних батарей із двома ступенями вільності відповідно до напрямку максимального потоку сонячної радіації.

A. A. Jakovleva

Control system by the panel of sunny batteries with two degrees of freedom

The construction of automatic control system is considered by the panel of sunny batteries with two degrees of freedom in accordance with direction of maximal stream of solar radiation.