

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 043477

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.26

(51) Int. Cl. A01G 25/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
202291620

(22) Дата подачи заявки
2020.12.03

(54) СИСТЕМА, СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАСОСНОЙ СИСТЕМЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

(31) 62/947,040

(56) US-A1-20110087379
US-A1-20060032938
US-A1-20110190948
US-A1-20090084615

(32) 2019.12.12

(33) US

(43) 2022.10.12

(86) PCT/US2020/062999

(87) WO 2021/118852 2021.06.17

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВЭЛМОНТ ИНДАСТРИЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Стромп Даниэль Дж. (US)

(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(57) В изобретении предложена солнечная энергетическая установка для применения совместно с механизированной оросительной системой. Согласно первому предпочтительному варианту осуществления солнечная энергетическая установка содержит солнечные панели, вырабатывающие постоянный ток, который используется для питания оросительной системы и для запасания воды в высокорасположенном накопительном баке. Системы изобретения выборочно используют воду, запасенную в высокорасположенном баке, для подачи воды под давлением в оросительную систему. Согласно дополнительному варианту осуществления изобретения система преобразует энергию от солнечных панелей в переменный ток и использует переменный ток для питания системы, обеспечивающей передвижение оросительной системы, и для питания других подсистем.

B1

043477

043477

B1

Родственные заявки

Заявка на данное изобретение заявляет приоритет временной заявки США № 62/947040, поданной 12 декабря 2019 г.

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение в общем относится к системе, способу и устройству для управления орошением. Точнее, настоящее изобретение относится к системе, способу и устройству для создания насосной системы с использованием солнечной энергии в механизированной оросительной системе.

Предшествующий уровень техники

Современные оросительные системы потребляют значительное количество электрической энергии. Большая доля требуемой энергии идет на перекачку воды через систему и создание давлений достаточно высоких для орошения. Обычно энергетическую потребность удовлетворяют энергией, поступающей от местной электрической сети, или, если сетевое питание не доступно, от двигательно-генераторной установки с использованием органического топлива. Однако питание от сети обходится оператору все дороже и дороже, а двигательно-генераторные установки загрязняют атмосферный воздух и требуют доставки топлива, а также регулярного технического обслуживания.

Чтобы уменьшить затраты, операторы начали использовать в своей отрасли солнечную энергию. Применение солнечной энергии вначале является очень затратным предприятием, но со временем внедрение солнечной энергии может окупиться и принести значительную выгоду. В случае орошения указанная выгода может сопровождаться несколькими важными ограничениями. Во-первых, существует предельная мощность, которую может выдавать одна солнечная батарея. Как только данный предел будет достигнут, оператор должен или инвестировать в дополнительные панели, или платить за энергию из электросети или из иного источника. Кроме того, при орошении значительное количество энергии используется в пределах коротких промежутков времени. Такой высокий уровень потребления часто превышает возможности выработки энергии стандартной солнечной энергетической установки.

Дополнительно погода оказывает сильное влияние на надежность и уровни выработки энергии солнечной энергетической установкой. К тому же, какой бы мощной ни была солнечная энергетическая установка, она не вырабатывает энергию в ночное время. По каждой из указанных причин преимущества использования солнечной энергии для орошения оказываются ограниченными.

Для преодоления ограничений, присущих системам существующего уровня техники, имеется потребность в системе, которая способна раскрыть полезные стороны производства электроэнергии из энергии солнца, чтобы максимально увеличить функциональную эффективность современного оросительного оборудования.

Сущность изобретения

Для устранения недостатков, присущих системам существующего уровня техники, в настоящем изобретении предложена солнечная энергетическая установка для применения совместно с механизированной оросительной системой. В соответствии с первым вариантом осуществления изобретения солнечная энергетическая установка содержит солнечные панели, вырабатывающие постоянный ток. Эта электрическая энергия используется для питания оросительной системы и накачки воды в высокорасположенный накопительный бак. В соответствующей настоящему изобретению системе предпочтительно используется вода, запасенная в высокорасположенном накопительном баке, для ее подачи под давлением в оросительную систему. Рассматриваемая система предпочтительно преобразует энергию от солнечных панелей в переменный электрический ток и затем использует его для питания системы передвижения оросительной системы и других подсистем. В то же самое время система предпочтительно использует запасенную, находящуюся под давлением воду для орошения.

Согласно дополнительному предпочтительному варианту осуществления изобретения постоянный ток от солнечных панелей подается в контроллер заряда, который выполняет вычисления для отслеживания точки максимальной мощности в целях увеличения отбора мощности от солнечных панелей на основе получаемых данных о токе и напряжении. В предпочтительном случае контроллер заряда может увеличивать нагрузку солнечных панелей на основе вычислений, связанных с отслеживанием точки максимальной мощности. Система предпочтительно также содержит систему аккумуляторных батарей для накопления лишней энергии. В те периоды времени, когда солнечные батареи вырабатывают излишнюю энергию, электрическую энергию можно запасать в аккумуляторных батареях для использования в будущем. Тогда, в те периоды времени, когда солнечные батареи будут не способны вырабатывать достаточно энергии, необходимой для оросительной системы и/или насосов, аккумуляторные батареи можно будет использовать для обеспечения необходимой дополнительной энергии. Кроме того, соответствующая настоящему изобретению система предпочтительно также содержит инвертор, который преобразует постоянный ток, получаемый либо от солнечных батарей, либо из банка аккумуляторных батарей (если таковой присутствует), в переменный ток. Инвертор может также преобразовывать переменный ток, получаемый от внешнего источника (т.е. из сети, из системы двигатель-генератор и т.п.) в постоянный ток, и направлять постоянный ток в аккумуляторные батареи для их заряда, или в систему привода орошения, или в мотор скважинного насоса.

Согласно еще одному предпочтительному варианту осуществления изобретения соответствующая

изобретению система предпочтительно содержит распределительное устройство системы и контроллер системы. Распределительное устройство системы управляет передачей переменного тока в систему при-вода орошения, а также в систему скважинного насоса. Контроллер системы предпочтительно получает информацию, которая может содержать такие данные, как данные выработки солнечной энергии; данные уровня наполненности накопительного бака (в % от полной вместимости), данные ожидаемой потребности в воде и т.п. Контроллер системы может дополнительно направлять работу скважинного насоса на прокачку воды по водяной трубе в водяной накопительный бак по меньшей мере частично на основе полученных данных энергии, вырабатываемой солнечными батареями.

Система, соответствующая настоящему изобретению, в предпочтительном варианте позволяет питать оросительную систему по существу только энергией, вырабатываемой солнечными панелями системы, не используя энергию из электрической сети. Система, соответствующая настоящему изобретению, может также содержать множество менее мощных насосов и множество высокорасположенных водяных накопительных баков для питания оросительной системы водой самотеком и для создания давления необходимого для распределения воды.

Прилагаемые чертежи, которые включены в изобретение и составляют часть описания, иллюстрируют множество вариантов осуществления настоящего изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов настоящего изобретения.

Перечень фигур

Фиг. 1 изображает пример оросительной системы, соответствующей первому предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 2 изображает на виде сверху пример орошаемого поля, содержащий аспекты настоящего изобретения.

Фиг. 3 изображает блок-схему, иллюстрирующую пример электрической и управляющей системы, соответствующей настоящему изобретению.

Фиг. 4 изображает блок-схему примера управляющего устройства, соответствующего первому предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 изображает блок-схему, иллюстрирующую другой пример способа для управления оросительной системой, соответствующего настоящему изобретению.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Аспекты настоящего изобретения будут поясняться со ссылками на примерные варианты осуществления и примеры, которые иллюстрированы прилагаемыми чертежами. Такие описания, варианты осуществления и чертежи не следует воспринимать как ограничивающие объем изобретения. Кроме того, использованный термин "примерный", означает "служащий в качестве примера, отдельного случая или иллюстрации. Соответственно, ни один из вариантов осуществления, который в описании назван "примерным", не следует рассматривать как вариант, предпочтительный по отношению к другим вариантам. К тому же, хорошо известные элементы вариантов осуществления не будут описываться подробно или будут опущены, чтобы не заслонять значимые детали.

Если в описании рассматриваются преимущества какого-либо варианта осуществления или ограничения иных существующих технических решений, то при этом не предполагается отрицание или отказ от любых потенциальных вариантов осуществления, которые защищены прилагаемой формулой изобретения, кроме случаев, когда конкретно указано, что это "тем самым не признается или отрицается" потенциальный объем защиты формулы изобретения. Аналогично, термин "варианты осуществления" не требует ни того, чтобы все варианты осуществления изобретения содержали какой-либо признак или преимущество, ни того, чтобы варианты не включали в себя аспекты существующего уровня техники, которые являются неоптимальными или невыгодными.

Предполагается, что в настоящем описании существительные, использованные в единственном числе, также включают в себе и множественное число, если контекст явным образом не указывает на обратное. Кроме того, слово "может" используется в разрешительном смысле (т.е. означает "потенциальную способность" совершать что-либо), а не в смысле долженствования. Также следует понимать, что везде в описании там, где разобран или показан процесс или способ (кроме случаев, когда логически требуется иное), этапы осуществления способа можно выполнять в любом порядке (т.е. один за другим, итеративно или одновременно), при этом некоторые на выбор этапы могут быть опущены. Также следует понимать, что термины "содержит", "содержащий", "включает в себя" и/или "включающий в себя" при их использовании в описании изобретения говорят о присутствии объявленных признаков, систем, этапов, операций, элементов и/или компонентов, но не исключают присутствия или добавления одного или более других признаков, систем, этапов, операций, элементов, компонентов и/или их групп.

Термины "программа", "компьютерная программа", "программное приложение", "модуль" и им подобные определены как последовательность инструкций, рассчитанных на исполнение в компьютерной системе. Программа, компьютерная программа, модуль или программное приложение смогут содержать подпрограмму, функцию, процедуру, реализацию объектов, исполняемое приложение, апплет, сервлет, исходный код, объектный код, совместно используемую библиотеку, динамически загружаемую библиотеку и/или иную последовательность инструкций, рассчитанных на исполнение в компьютерной системе.

Средства хранения данных, как определено в настоящем описании, включают в себя множество машинно-читаемых сред различного типа, которые позволяют компьютеру считывать из них данные, и которые сохраняют данные, записанные для компьютера, чтобы компьютер мог снова производить считывание указанных данных.

Рассмотренные в настоящем описании аспекты систем и способов могут быть реализованы в виде функций, записанных в виде программ в разные схемы, включая программируемые логические устройства, микроконтроллеры с памятью, встроенные микропроцессоры, микропрограммы, программы и т.п. Кроме того, аспекты систем и способов могут быть реализованы на микропроцессорах, содержащих программную эмуляцию цепей, на дискретной логике (последовательной и комбинаторной), на заказных устройствах, на нечеткой логике (в нейронных сетях), на квантовых приборах, на гибридных структурах из вышеуказанных типов устройств.

Фиг. 1-4 иллюстрируют аспекты примерной самоходной оросительной системы, которая может быть использована с примерными вариантами осуществления настоящего изобретения. Следует понимать, что оросительная система, раскрытая на фиг. 1-4, является примером системы, в которой могут быть объединены признаки настоящего изобретения. Соответственно, предполагается, что указанные чертежи служат целям иллюстрации, при этом настоящее изобретение без ограничения может быть использовано с любыми из множества систем (т.е. неподвижными системами, а также линейными и круговыми самоходными оросительными системами; угловыми системами).

На фиг. 1 изображена примерная оросительная машина 100, соответствующая настоящему изобретению. Как уже говорилось, главное преимущество настоящего изобретения заключается в организации использования солнечной энергии, позволяющей осуществлять орошение культур без использования электрической сети (т.е. используя главным образом самообеспечение электрической энергией). Солнечная энергия для системы предпочтительно обеспечивается посредством одной или более солнечных батарей 102, которые могут быть составлены из любого числа солнечных панелей. Согласно настоящему изобретению предпочтительно солнечная батарея 102 может содержать любое число солнечных панелей, соединенных последовательно и/или параллельно, чтобы выполнить энергетические требования настоящего изобретения. Энергия, вырабатываемая солнечной батареей 102, появляется на выходе в виде постоянного тока, который поступает из солнечной батареи 102 к контроллеру 104 заряда.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения контроллер 104 заряда в предпочтительном варианте выполнен с возможностью отслеживания точки максимальной мощности ОТММ (MPPT, Maximum Power Point Tracking). Точнее, в соответствующем настоящему изобретению контроллере 104 заряда предусмотрена программа для измерения вольт-амперной характеристики солнечной батареи и регулирования коэффициента загрузки/заполнения системы с использованием алгоритмов ОТММ, чтобы увеличить мощность, отбираемую от солнечных батарей, при всех условиях. Соответственно, когда выгодна дополнительная нагрузка, контроллер 104 заряда может увеличить приложенную нагрузку, вынуждая скважинный насос 110 начать перекачку или увеличить перекачку воды из скважины 118 в водяной бак 114. Таким образом, контроллер 104 заряда может и увеличивать интенсивность отбора энергии, и запасать воду под давлением для дальнейшего использования.

Согласно фиг. 1 контроллер 104 может дополнительно направлять постоянный ток к одной или более аккумуляторным батареям 126 или к инвертору 120. Инвертор 120 может выполнять преобразование постоянного тока в переменный ток для использования оросительной системой в текущий момент времени, что будет дополнительно рассмотрено ниже. В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления используемый в изобретении инвертор 120 может быть однорежимным или многорежимным инвертором. Как показано на фиг. 1, переменный ток может быть подан в разные системы, такие как системы прокачки воды и/или системы 122 привода тележек оросительных пролетов. Примерная система прокачки воды может включать в себя мотор 108 насоса, который снабжает энергией скважинный турбинный насос 110 или подобный насос. При работе насос 110 предпочтительно располагается ниже уровня поверхности воды в скважине 118 или ином источнике воды. Насос 110 предпочтительно подает воду под давлением через водяную трубу 112 для накопления в высокорасположенном баке 114 водонапорной башни. Дополнительно к использованию солнечной энергии для накачки воды в бак 114 водонапорной башни, система 100 предпочтительно также использует солнечную энергию для питания электромеханических систем в поворотном узле 106 и в оросительном пролете 120.

Во время операций орошения вода, запасенная в высокорасположенном баке 114 водонапорной башни, предпочтительно передается (непосредственно или косвенно) через трубу/сеть 116 водоснабжения в поворотный узел 106 и в один или более оросительных пролетов 120. Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения воды, запасенной в баке 114 водонапорной башни, достаточно по объему и высоте, чтобы осуществлять водоснабжение при давлениях, которые соответствуют требованиям или превышают требования к давлениям для форсунок 126 оросительного пролета 120. В предпочтительном варианте контроллер 124 поворота может получать сигналы обратной связи от одного или более датчиков 128, чтобы отслеживать давление воды, подаваемой посредством трубы/сети 116 водоснабжения. Если измеренное давление воды падает ниже требуемого уровня для данного набора форсунок или ниже рекомендаций переменных поливных норм ППН (VRI, Variable Rate Irrigation), то контроллер 124

поворота в предпочтительном варианте может создавать дополнительное давление воды посредством вспомогательного насоса, источника воды и т.п.

Как говорилось выше, бак 114 водонапорной башни поднят на высоту, достаточную для создания давления воды, которое отвечает номинальным параметрам или превосходит номинальные параметры каждого набора форсунок, которые могут использоваться в оросительном пролете 120. Например, если для набора форсунок оросительного пролета требуется давление минимум 25 фунтов/дюйм² (~172 кПа), то бак 114 водонапорной башни предпочтительно выбирают по размеру и поднимают, чтобы обеспечить указанный уровень давления (плюс необходимый запас, определяемый типом системы и предполагаемыми потерями). В целом, каждый фут (30,48 см) высоты обеспечивают давление 0,43 фунта/дюйм² (~3 кПа). Таким образом, чтобы на поворотном узле получить 25 фунтов/дюйм² (~172 кПа) (плюс 5 фунтов/дюйм² (~34 кПа) на потери давления), для создания необходимого давления бак 114 водонапорной башки предпочтительно следует поднять на высоту по меньшей мере 70 футов (21,336 м) или выше.

В примере фиг. 1 показана одна солнечная батарея 102, водонапорный бак 114 и насос 110. Согласно другим вариантам осуществления настоящее изобретение может включать в себя любое число менее мощных насосов и водонапорных баков для питания оросительной системы самотеком и для создания давления, которое требуется для распределения воды. Кроме того, согласно настоящему изобретению можно смешанным образом использовать любое число разных солнечных батарей.

На фиг. 2 в качестве примера представлен вид сверху орошаемого поля, включающий в себя аспекты настоящего изобретения. Как показано, пример полевой конструкции 200 может содержать находящуюся в центре солнечную батарею 202, расположенную вблизи источника 204 воды, и один или более поворотных узлов 206-212. В идеальном случае солнечная батарея 202 может быть расположена максимально близко к источнику воды, так чтобы потери передачи энергии от солнечной батареи 202 были минимальными. Водяной накопительный бак 226 может быть также расположен вблизи источника воды и солнечной батареи 202, чтобы минимизировать потери давления воды в водяной накопительной трубе 222 и в трубе 224 водоснабжения. Таким образом, система накопления и транспортировки воды, соответствующая настоящему изобретению, может обеспечить долговременное, высокоэффективное, экологичное и требующее минимального обслуживания аккумулирование энергии для подачи воды под давлением к любому числу оросительных пролетов 214-220.

На фиг. 3 изображен пример электрической системы 300, реализующей аспекты настоящего изобретения. Чтобы дополнить вышеупомянутую систему распределения воды и обеспечить ее работу, соответствующая изобретению электрическая система 300 предпочтительно содержит одну или более солнечных панелей 302, 304, 306, которые преобразуют солнечное излучение в постоянный ток. Постоянный ток от каждой солнечной панели 302, 304, 306 предпочтительно передается сначала в блок 308 объединения, а затем в контроллер 310 заряда. Затем постоянный ток может быть напрямую передан в комплект аккумуляторных батарей 312 для их зарядки. Контроллер 310 заряда может также направить постоянный ток в инвертор 314, который предпочтительно может быть многорежимным и способным преобразовывать переменный ток в постоянный ток и постоянный ток в переменный ток, в зависимости от необходимости. Кроме того, инвертор 314 может принимать переменный ток из внешней электрической сети 324 и передавать во внешнюю электрическую сеть 324 через счетчик 322, чтобы следить за потреблением энергии из сети. Инвертор 314 может также подавать переменный ток в основное распределительное устройство/контроллер 318 орошения для выборочной подачи питания в различные подсистемы, включая оросительную систему 320, скважинный мотор/насос 322, а также другие системы и типовые потребители 321, такие как осветительные устройства и т.п.

Далее, согласно фиг. 4 будет рассмотрен пример управляющего устройства 400, где представлен набор функций для управления одним или более аспектами работы оросительных систем 100, 300, соответствующих настоящему изобретению. Как показано, примерное управляющее устройство 400 предпочтительно содержит процессор 402, память 406, программные модули 410 и сетевой интерфейс 404. Процессор 402 обеспечивает выполнение управляющим устройством 400 своих функций и может содержать любое число процессоров, микроконтроллеров или других систем обработки данных. Процессор 402 может исполнять одну или более программ 410/программных модулей, которые реализуют рассматриваемые в настоящем описании способы, и может обрабатывать сохраненные данные 408 датчиков, о чем будет сказано ниже. Сетевой интерфейс 404 предпочтительно обеспечивает способность управляющего устройства 400 обмениваться данными с одной или более сетями 416 посредством ряда элементов, таких как точки беспроводного доступа, трансиверы и т.п., и посредством соответствующих программ, которые указанные элементы используют (например, драйверов, программ конфигурирования и т.п.).

В вариантах осуществления изобретения управляющее устройство 400 предпочтительно содержит модуль 414 определения местоположения, который может принимать данные от приемника 418 глобальной системы позиционирования (GPS, Global Positioning System) или подобного устройства, чтобы вычислять местоположение оросительной системы 100/300. Кроме того, управляющее устройство 400 может быть связано с различными контроллерами 422 приводной башни для управления и координации перемещения оросительной системы 100. Как показано, управляющее устройство 400 может дополни-

тельно содержать модуль 412 управления движением для помощи при управлении перемещением системы. Далее, управляющее устройство 400 может дополнительно содержать множество входов и выходов для приема данных от датчиков 420 и устройств отслеживания, которые будут рассмотрены ниже.

В соответствии с первым предпочтительным вариантом осуществления в управляющем устройстве 400 могут быть реализованы алгоритмы управления мощностью для вычисления мощности, необходимой для орошения заданного поля. На основе указанных вычислений соответствующие настоящему изобретению алгоритмы могут выборочно использовать точные данные количества запасенной в водонапорной башне воды (т.е. воды под давлением), необходимой для выполнения заданного набора задач орошения при минимизации потребности в дополнительной энергии (т.е. из сети). Управляющее устройство 400 предпочтительно может использовать указанные входные данные для вычисления полной мощности, которая имеется в распоряжении для орошения данного поля. Согласно первому предпочтительному варианту осуществления указанные вычисления могут содержать расчет полной мощности, которая имеется в распоряжении на конкретную дату и в конкретное время. Например, данный расчет может иметь следующий вид:

Полная располагаемая мощность = Чистая мощность, вырабатываемая солнечными элементами +
Мощность, обеспечиваемая зарядом аккумуляторных батарей.

Предпочтительно, чтобы алгоритмы настоящего изобретения могли дополнительно вычислять полную мощность, необходимую для выполнения орошения заданного поля. Примерное вычисление может включать в себя входные данные, такие как уклон поля, площадь поля, тяговое усилие, время орошения, требования к давлению воды/насосу и т.п. Дополнительные входные данные могут включать в себя такие данные, как картографические данные орошения (т.е. размеры данного поля по GPS); тип почвы; влажность почвы; метеорологические данные (включая выпадение дождя, влажность, температуру, скорость и направление ветра); данные перемещения (включая скорость и направление движения оросительной машины) и топографические данные (включая данные, касающиеся препятствий и уклона рельефа, подлежащего орошению). В тех случаях, когда это возможно, вычисления могут включать в себя данные истории использования энергии на том же самом поле, в которые могут быть внесены поправки на изменения условий. Используя наборы входных данных, система, соответствующая настоящему изобретению, может рассчитать дополнительную мощность необходимую для орошения заданного поля. Пример расчета может выглядеть следующим образом:

Дополнительная требуемая мощность = Полная потребляемая мощность - Полная располагаемая мощность.

Согласно предпочтительному варианту осуществления, если требуется дополнительная мощность, то управляющее устройство 400 может инициировать систему использовать давление воды, подаваемой из высокорасположенного бака 114 водонапорной башни. Как говорилось выше, бак 114 водонапорной башни соединен с поворотным узлом 106 и с одним или более оросительными пролетами 120. Согласно предпочтительному варианту воды, запасенной в баке 114 водонапорной башни, достаточно по объему и высоте, чтобы осуществлять водоснабжение при давлениях, которые соответствуют требованиям или превышают требования к давлению для форсунок 126 оросительного пролета 120. Таким образом, управляющее устройство 400 может использовать воду, запасенную в высокорасположенном баке 114 водонапорной башни, чтобы уменьшить мощность, потребляемую оросительной системой, как это необходимо. Соответственно, система может уменьшить дополнительную мощность, потребляемую из сети 324 или от генераторов.

Контроллер 124 поворота может также принимать сигналы обратной связи от одного или более датчиков 128, чтобы отслеживать давление воды, подаваемой посредством трубы/сети водоснабжения. Дополнительно, соответствующее изобретению управляющее устройство 400 может принимать постоянно обновляемые сигналы от всех датчиков и систем и может динамически вычислять и обновлять данные требуемой дополнительной мощности для оросительной системы в режиме реального времени для заданного поля, так чтобы запасенную воду можно было сохранять, когда вода не требуется.

В соответствии с другим предпочтительным вариантом осуществления изобретения управляющее устройство 400 может иным образом использовать запасенную воду, чтобы корректировать ожидаемые изменения вырабатываемой солнечной энергии. В данном варианте управляющее устройство 400 может принимать входные данные, такие как данные системы ОТТМ, метеорологические данные, картографические данные поля, данные уровня запасенной воды, данные состояния заряда батарей, информацию о располагаемом сетевом питании и/или питании от двигатель-генератора и стоимости, прогнозируемые данные потребности в воде, данные текущей энергетической потребности водяной и оросительной системы и данные давления воды. Управляющее устройство 400 предпочтительно может использовать указанные входные данные для управления выработкой энергии, потреблением энергии, для планирования электромеханических действий оросительной системы. Например, управляющее устройство 400 может осуществлять обработку некоторых входных данных (например, солнечных условий, и нагрузочных данных ОТТМ) и определять/формировать инструкции по изменению скорости перемещения и/или других рабочих параметров оросительной системы. Например, если выходная мощность солнечных элементов низкая, то управляющее устройство 400 может изменить рабочую скорость перемещения системы, чтобы

завершить всю программу полива без использования энергии из сети. Аналогично, если выходная мощность солнечных элементов более высокая, то управляющее устройство 400 может увеличить скорость перемещения системы, чтобы увеличить выработку энергии в период высокой солнечной активности.

Управляющее устройство 400 может аналогично использовать внутренние алгоритмы с целью определения времени и планирования, когда использовать солнечную энергию для накачки воды в бак водонапорной башни и/или для механического перемещения системы. Например, если прогнозируется, что в первый день будет выработано небольшое количество энергии за счет солнечных батарей, то система может выполнять программу орошения, требующую более низкой скорости перемещения. На следующий день система может задать выполнение программы ППН, которая требует большей энергии. Согласно другому примеру, если метеорологические данные указывают, что за днем с высоким уровнем выработки энергии последует день с низким уровнем выработки энергии, управляющее устройство 400 может откорректировать данную программу ППН, так что в день с высоким уровнем выработки энергии система будет напрямую использовать вырабатываемую солнечную энергию и для управления оросительной системой, и для создания необходимого давления в водонапорной башне. Таким образом, система может сохранить количество воды, запасенной в водонапорной башне. На следующий день с более низким уровнем выработки энергии управляющее устройство 400 может откорректировать программу ППН, чтобы использовать воду, подаваемую из бака водонапорной башни для полива, и ограничить использование солнечной энергии перемещением оросительного пролета. Управляющее устройство 400 может также использовать запасенную энергию аккумуляторных батарей наряду с расчетной вырабатываемой энергией, чтобы определить пропорцию использования энергии водонапорного бака и солнечной энергии. Дополнительно, соответствующая изобретению система может также на основе тех же самых входных данных заряжать аккумуляторные батареи и/или использовать энергию аккумуляторных батарей.

Соответствующий настоящему изобретению модуль 412 управления движением может принимать постоянно обновляемые сигналы от всех датчиков и систем настоящего изобретения, так что он может динамически вычислять и обновлять параметры ППН в режиме реального времени по мере того, как оросительная система выполняет заданный план полива. Например, модуль 412 управления движением может принимать данные и регулировать целевые скорости работы двигателей на основе информации, относящейся к солнечной энергии, например на основе данных ОТТМ; данных уровней тока и прогнозируемой выработки энергии солнечными батареями; данных уровня запасенной воды; данных уровня заряда аккумуляторных батарей; данных стоимости сетевой электроэнергии; данных стоимости сетевой электроэнергии при временном сдвиге и т.п. Кроме того, модуль 412 управления движением может использовать информацию, относящуюся к солнечной энергии в сочетании с другими данными рекомендаций ППН, чтобы обновлять параметры ППН в имеющихся рекомендациях ППН. Данные таких рекомендаций ППН могут включать такую информацию, как данные карты орошения (т.е. размеры данного поля по GPS); данные почвы/сельскохозяйственной культуры (тип культуры, стадия роста, история полива); тип почвы и/или измеренную влажность почвы; метеорологические данные (включая выпадение дождей, влажность, температуру, скорость и направление ветра); данные перемещения (включая скорость и направление движения оросительной машины) и топографические данные (включая данные, касающиеся препятствий и уклона рельефа, подлежащего орошению). Модуль 412 управления движением может также анализировать данные ППН, чтобы инициировать систему увеличить скорость, чтобы весь цикл орошения был закончен достаточно быстро и система получила возможность начать второй цикл орошения, чтобы не отставать от выработки солнечной энергии.

Далее, согласно фиг. 5 будет рассмотрен пример другого способа 500 для управления энергией и нагрузками во время орошения, соответствующий настоящему изобретению. Как показано на фиг. 5, согласно первому предпочтительному варианту на первом этапе 502 система может выполнять сбор и обновление данных, касающихся окружающей среды. На следующем этапе 504 система может также принять и обновить данные прогноза. Предпочтительно указанные данные могут содержать факторы, влияющие на количество солнечного излучения, доступного для системы, и/или другие данные рекомендаций ППН. К числу указанных факторов может относиться солнечное излучение, облачный покров, осадки и т.п. На следующем этапе 506 система может рассчитать график выработки энергии солнечными элементами (фотоэлектрической (ФЭ) выработки), который фиксирует количества ФЭ энергии, которую можно выработать за определенный интервал времени для данной площади поля.

Затем на следующем этапе 508 система может рассчитать одно или более окон ФЭ выработки/орошения, которые определяют и/или увеличивают располагаемую ФЭ энергию, доступную для орошения. Такие окна выработки могут определять периоды времени, в которые вырабатываемая ФЭ энергия соответствует энергии или превышает энергию, необходимую для выполнения данного плана орошения. С другой стороны окно выработки может определять периоды времени, в которые вырабатываемая ФЭ энергия соответствует энергии или превышает энергию, необходимую для выполнения данного плана орошения при одновременном использовании различных уровней дополнительной энергии (например, аккумуляторных батарей, воды из водонапорной башни, лимитированной энергии электрической сети). На следующем этапе 510 система может рассчитать и сохранить параметры для плана орошения с требуемым уровнем полива, который должен быть исполнен во время расчетных окон выработки

ФЭ энергии. В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения план орошения может быть рассчитан для поворота системы на угол 400-450° за 8-часовой период времени, чтобы гарантировать равномерность внесения воды. На следующем этапе 512 система может рассчитать и отрегулировать необходимые скорости перемещения, чтобы исполнить план орошения в пределах окон выработки ФЭ энергии.

В соответствии с дополнительным предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения система может установить связь с датчиком влажности или выдвинуть датчик влажности в почву и/или провести датчик через заданную корневую зону выбранной культуры (этап 514). Согласно предпочтительному варианту к датчикам, пригодным для использования с настоящим изобретением, могут относиться датчики влажности почвы, питаемые солнечной энергией и подключенные по GSM или аналогичные датчики. Согласно указанному предпочтительному варианту система может в почву, в которой работает датчик влажности почвы, целенаправленно внести тестовое количество целевой воды (этап 516). Затем на следующем этапе 518 система может рассчитать одну или более характеристик почвы, например скорость просачивания и т.п. В соответствии с другим дополнительным вариантом осуществления на увлажненном участке могут быть также проверены и другие параметры, такие как скорость испарения, интенсивность стока, располагаемое тяговое усилие/пробуксовка на увлажненной почве. Измеренные изменения указанных параметров (или изменения других данных в рекомендациях ППН) могут затем быть использованы системой для обновления, определения и/или уточнения изменений энергопотребления системы. Указанные обновления могут быть затем в свою очередь использованы для обновления расчетных и/или рекомендованных скоростей движения, окон выработки ФЭ энергии, планов и/или интенсивностей орошения.

Хотя вышеприведенные описания, касающиеся настоящего изобретения, содержат много конкретики, их следует рассматривать не как ограничения объема изобретения, а скорее, как примеры. Возможно существование множества других вариантов. Например, обмен данными, предусмотренный настоящим изобретением, может по природе быть дуплексным или симплексным. Кроме того, в зависимости от требований, процессы обмена данными в настоящем изобретении могут по природе иметь характер принудительного отправления данных или извлечения данных. И еще, каждая функция, соответствующая настоящему изобретению, может быть активирована дистанционно и может быть доступна со станций дистанционного контроля. Соответственно, в зависимости от требований данные могут загружаться из оросительной системы в станцию дистанционного контроля и выгружаться из станции дистанционного контроля в оросительную систему.

Соответственно, объем настоящего изобретения определяется не иллюстрированными вариантами осуществления, а пунктами прилагаемой формулы изобретения и их правовыми эквивалентами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Оросительная система для распыления подаваемой воды, поступающей из источника воды, причем оросительная система содержит по меньшей мере первый трубопровод, прикрепленный к первому оросительному пролету, и также содержит:

множество солнечных панелей, выполненных с возможностью выработки на выходе электрического тока в форме постоянного тока;

блок объединения, выполненный с возможностью приема множества входных сигналов постоянного тока от указанного множества солнечных панелей и передачи на выход совокупного постоянного тока;

контроллер заряда, выполненный с возможностью приема данных о токе и напряжении от множества солнечных панелей и с возможностью выполнения вычислений для отслеживания точки максимальной мощности (ОТММ) для увеличения отбираемой мощности по меньшей мере для одной солнечной панели на основе полученных данных о токе и напряжении, при этом контроллер заряда выполнен с возможностью инициирования увеличения нагрузки по меньшей мере первой солнечной панели на основе вычислений отслеживания точки максимальной мощности;

аккумуляторную батарею, выполненную с возможностью приема и накопления постоянного тока от блока объединения;

инвертор, выполненный с возможностью приема постоянного тока от блока объединения и преобразования по меньшей мере части постоянного тока в переменный ток и дополнительно выполненный с возможностью передачи по меньшей мере части преобразованного переменного тока в распределительное устройство системы,

причем распределительное устройство выполнено с возможностью передачи переменного тока к одной или более последующим оросительным системам;

входной насос источника воды, выполненный с возможностью направления воды от источника воды в оросительную систему;

накопительный водяной контейнер, расположенный на высоте, для создания давления, превышающего 20 фунтов/дюйм² (~138 кПа);

водяной клапан накопительного контейнера, выполненный с возможностью переключения между

первым положением и вторым положением, причем в первом положении водяной клапан направляет поступающую воду в первый трубопровод, который содержит множество форсунок, а во втором положении водяной клапан направляет поступающую воду в накопительный водяной контейнер для хранения;

выпускной клапан накопительного контейнера, выполненный с возможностью переключения между закрытым положением и открытым положением, причем в закрытом положении выпускной клапан препятствует вытеканию воды из накопительного водяного контейнера, а в открытом положении выпускной клапан обеспечивает возможность запасенной воде вытекать из накопительного водяного контейнера в первый трубопровод; и

контроллер мощности системы, выполненный с возможностью приема данных мощности солнечных батарей и данных заряда аккумуляторных батарей и с возможностью вычисления полной располагаемой мощности, рассчитываемой на основе данных мощности солнечных батарей и данных заряда аккумуляторных батарей,

причем контроллер мощности системы выполнен с возможностью вычисления требуемой дополнительной мощности на основе разности полной располагаемой мощности и полной мощности, необходимой для орошения заданного поля,

при этом контроллер мощности системы выполнен с возможностью высвобождения воды, хранящейся в накопительном водяном контейнере, когда требуемая дополнительная мощность превышает первое пороговое значение, причем количество воды, выпускаемой из накопительного водяного контейнера, такое, чтобы получить целевое давление воды для орошения.

2. Оросительная система по п.1, в которой первый трубопровод и первый оросительный пролет опираются на первую приводную башню, содержащую контроллер первой приводной башни, первый приводной двигатель и первое приводное колесо; причем оросительная система дополнительно содержит второй трубопровод, прикрепленный ко второму оросительному пролету, который опирается на вторую приводную башню, которая содержит контроллер второй приводной башни, второй приводной двигатель и второе приводное колесо; при этом оросительная система дополнительно содержит:

систему управления первым двигателем, которая выполнена с возможностью приема сигналов и регулирования рабочего состояния первого двигателя; и

систему управления вторым двигателем, которая выполнена с возможностью приема сигналов и регулирования рабочего состояния второго двигателя,

причем системы управления первым и вторым двигателями выполнены с возможностью изменения характеристик приводного двигателя в ответ на команду движения; при этом характеристика приводного двигателя выбирается из группы характеристик приводного двигателя, включающей в себя частоту электрических импульсов, напряжение, частоту вращения, ток и частоту, а команда движения содержит заданную скорость оросительной машины; и

систему управления движением, выполненную с возможностью передачи команд движения системе управления первым двигателем и системе управления вторым двигателем, при этом система управления движением выполнена с возможностью определения заданной скорости на основе данных обнаруженных исходных условий, причем система управления движением выполнена с возможностью исполнения первых рекомендаций переменных поливных норм (ППН), причем первые рекомендации переменных поливных норм включают в себя скорости вращения двигателей, направления вращения двигателей, траектории приводных колес и интенсивность распыления при орошении;

при этом система управления движением выполнена с возможностью изменения первых рекомендаций переменных поливных норм на основе данных, касающихся солнечной энергии; причем выбор данных, касающихся солнечной энергии, предусмотрен из группы данных, включающей в себя уровни напряжения; уровни тока; данные нагрузки; данные отслеживания точки максимальной мощности (ОТММ); уровни тока и прогнозируемой выработки солнечной энергии; уровни запасенной воды; уровни заряда аккумуляторных батарей; стоимости электроэнергии из сети и стоимости электроэнергии из сети при сдвиге во времени.

3. Оросительная система по п.1, содержащая первый датчик, выполненный с возможностью измерения давления воды в оросительной системе, при этом контроллер мощности системы выполнен с возможностью высвобождения воды, хранящейся в накопительном водяном контейнере, когда измеренное давление воды падает ниже второго порогового значения.

4. Оросительная система по п.3, в которой определение второго порогового значения предусмотрено по меньшей мере частично на основе давления воды, требуемого для выбранного комплекта форсунок.

5. Оросительная система по п.4, в которой определение второго порогового значения предусмотрено по меньшей мере частично на основе давления воды, требуемого согласно вторым рекомендациям ППН.

6. Оросительная система по п.5, в которой расчет полной располагаемой мощности предусмотрен путем сложения чистой мощности, вырабатываемой солнечными батареями, и полной мощности, обеспечиваемой зарядом аккумуляторных батарей; при этом контроллер мощности системы выполнен с воз-

возможностью вычисления дополнительной требуемой мощности на основе разности полной располагаемой мощности и первой расчетной полной мощности, причем расчет первой полной мощности включает в себя вычисление полной мощности, необходимой для орошения заданного поля.

7. Оросительная система по п.6, в которой расчет первой полной мощности предусмотрен по меньшей мере частично на основе первого набора входных данных.

8. Оросительная система по п.7, в которой выбор первого набора входных данных предусмотрен из группы входных данных, включающей в себя уклон поля, площадь поля, тяговое усилие, время орошения, требования к давлению воды, тип почвы и влажность почвы.

9. Оросительная система по п.8, в которой выбор первого набора входных данных предусмотрен из группы входных данных, включающей в себя выпадение дождя, влажность, температуру, скорость ветра и направление ветра.

10. Оросительная система по п.9, в которой выбор первого набора входных данных предусмотрен из группы входных данных, включающей в себя заданную скорость и направление движения оросительной машины.

11. Оросительная система по п.10, в которой выбор первого набора входных данных предусмотрен из группы входных данных, включающей в себя уклон рельефа, подлежащего орошению.

12. Оросительная система по п.11, в которой выбор первого набора входных данных предусмотрен из группы входных данных, включающей в себя данные истории использования энергии.

13. Оросительная система по п.12, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью вычисления второй величины требуемой мощности, вычисляемой по меньшей мере частично на основе второго набора входных данных; при этом второй набор входных данных включает в себя данные ОТММ системы, метеорологические данные, картографические данные поля, данные уровня запасенной воды, данные состояния заряда аккумуляторных батарей, информацию о доступности сетевой электроэнергии, стоимость сетевой электроэнергии, прогнозируемые данные потребности в воде, данные энергетической потребности оросительной системы и данные давления воды.

14. Оросительная система по п.13, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью регулирования первого параметра системы на основе второго набора входных данных.

15. Оросительная система по п.14, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью изменения рабочей скорости оросительной системы на основе метеорологических данных, причем указанные метеорологические данные включают в себя измеренные уровни солнечного излучения.

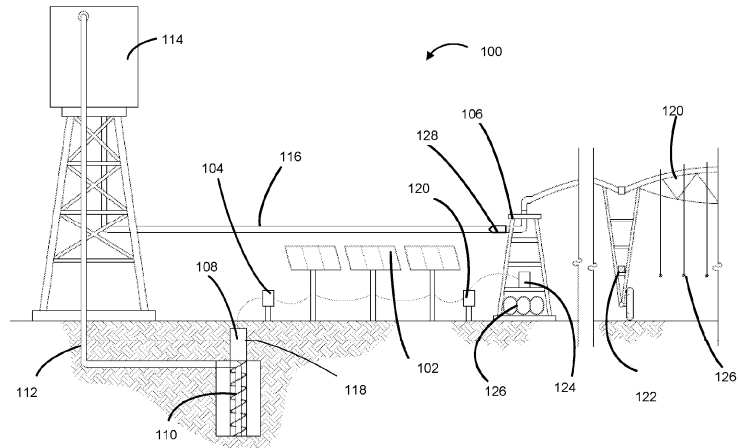
16. Оросительная система по п.14, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью изменения рабочей скорости оросительной системы на основе расчета способности оросительной системы выполнить третью программу ППН для заданного поля без использования сетевого питания на заданной скорости.

17. Оросительная система по п.16, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью изменения третьей программы ППН на основе прогнозируемых погодных условий.

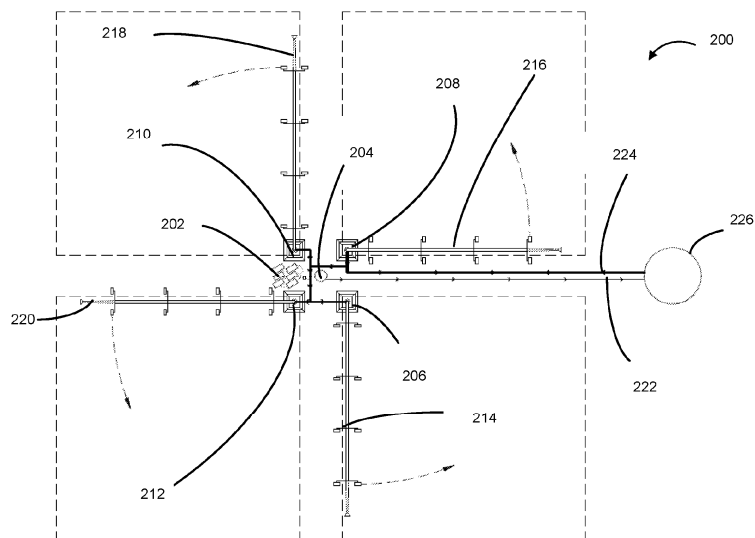
18. Оросительная система по п.17, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью изменения третьей программы ППН для первого дня на основе прогнозируемого более высокого уровня солнечного излучения для первого дня.

19. Оросительная система по п.18, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью изменения четвертой программы ППН, запланированной для исполнения в четвертый день, на пятую программу ППН для ее исполнения в четвертый день, причем пятая программа ППН требует меньшей мощности, чем четвертая программа ППН, при этом замена четвертой программы ППН на пятую программу ППН предусмотрена по меньшей мере частично на основе прогноза более высокого уровня солнечного излучения в последующий пятый день.

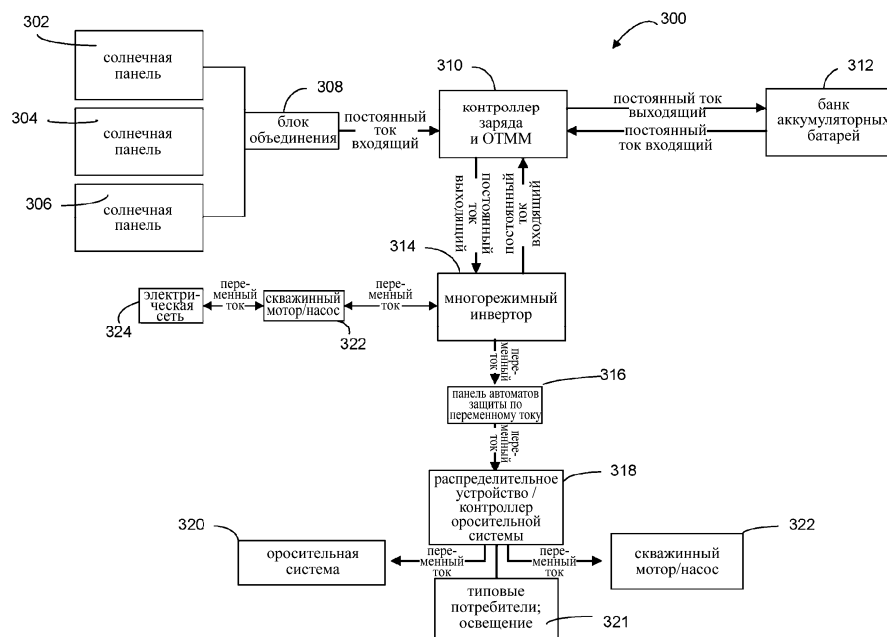
20. Оросительная система по п.19, в которой контроллер мощности системы выполнен с возможностью инициирования использования запасенной воды на шестой день на основе прогноза более высокого уровня солнечного излучения в последующий седьмой день.



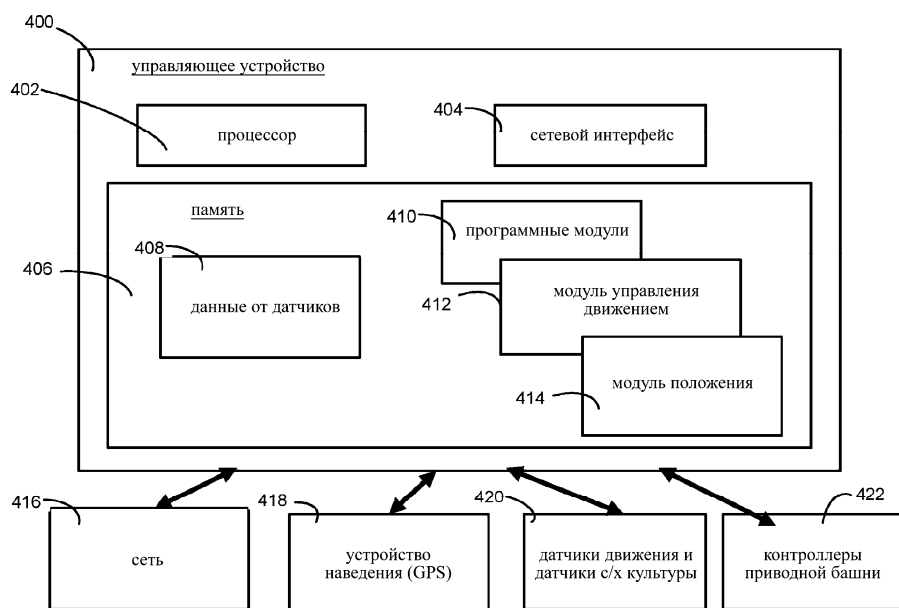
Фиг. 1



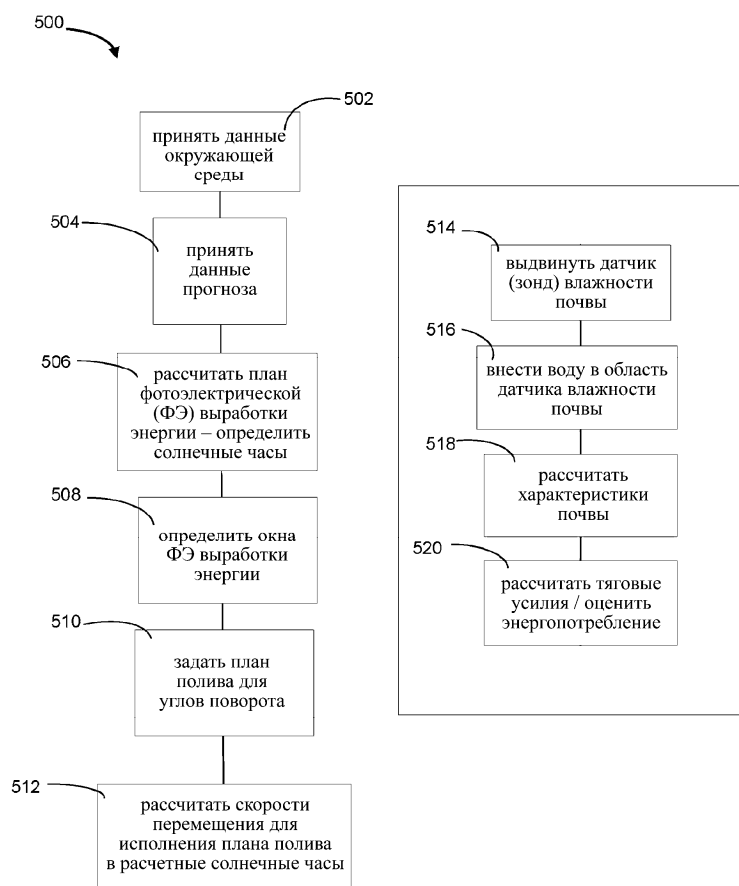
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

