

УДК 638.147.7

UDC 638.147.7

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПАСЕК НА БАЗЕ
ГЕЛИОУСТАНОВКИ**

**TECHNICAL SOLUTIONS OF AN ENERGY
SUPPLYING COMPLEX OF APIARY BASED
ON A SOLAR PLANT**

Онучин Евгений Михайлович
к. т. н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 5242-8873

Onuchin Evgenii Mihailovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor
RSCI SPIN-code: 5242-8873

Осташенков Алексей Петрович
к. т. н.
РИНЦ SPIN-код: 6744-4446

Ostashenkov Aleksey Petrovich
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN-code: 6744-4446

Медяков Андрей Андреевич
к. т. н.
РИНЦ SPIN-код: 5189-6826

Medyakov Andrey Andreevich
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN-code: 5189-6826

Ласточкин Денис Михайлович
к. т. н.
РИНЦ SPIN-код: 7597-7487
*Поволжский государственный технологический
университет, Йошкар-Ола, Россия*

Lastochkin Denis Mihailovich
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN-code: 7597-7487
*Volga State University of Technology, Ioshkar-Ola,
Russia*

Представлены технические решения комплекса для энергоснабжения пасек на базе гелиоустановки, обеспечивающие его функционирование в зимний период. Рассмотрены различные аспекты влияния снежного покрова на функционирование комплекса. Благоприятное действие снежного покрова заключается в увеличении диффузной составляющей солнечного излучения, улучшении тепловой изоляции зимовников пасечных хозяйств, что предохраняет пчелиные семьи от колебаний внешней температуры. Негативное действие заключается в налипании снега на приемные поверхности преобразователей солнечной энергии, что может привести к снижению эффективности применения фотоэлектрических модулей и солнечных коллекторов, входящих в состав комплекса. Предложены как активные, так и пассивные методы борьбы с налипанием снега. В качестве пассивных методов предложены установка преобразователей солнечной энергии под углом, близким к 90°, а также их размещение с наветренной стороны. Проведено моделирование функционирования комплекса на базе гелиоустановки для природно-климатических условий Республики Марий Эл (временной интервал моделирования с 14 октября по 14 апреля, фотоэлектрический модуль площадью 1,3 м² с углами установки 72° и 88°). В результате моделирования получены графики изменения мощности фотоэлектрического модуля. В качестве активных методов предложены принудительное нагнетание воздуха на приемные поверхности преобразователей солнечной энергии и применение нагревательных элементов

We have presented technical solutions of an energy supplying complex of apiary based on a solar plant, which ensure its functioning in the winter. Various aspects of the influence of the snow cover on the functioning of the complex are considered in the article. The favorable effect of the snow cover includes increasing the diffuse insolation, improving the thermal insulation of the building for placement of bees, which protects bee families from fluctuating external temperature. The negative effect of the snow cover includes adherence of snow to the receiving surfaces of solar energy converters, which can lead to decreasing the efficiency of using of photovoltaic modules and solar collectors. Both active and passive methods of combating snow sticking are suggested in article. Passive methods include installation of solar energy converters at an angle close to 90°, as well as their placement on the windward side. The simulation of the functioning of the complex based on a solar plant was conducted for climatic conditions of the Republic of Mari El (the time interval – from 14 October to 14 April, a photovoltaic module area – 1,3 m² with installation angles of 72° and 88°). Because of the simulation, we obtained graphs of the changing the power of the photovoltaic module. Active methods include air injection onto the receiving surfaces of solar energy converters and using of heating elements

Ключевые слова: МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПАСЕКА, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Keywords: SIMULATION, APIARY, RENEWABLE ENERGY SOURCES

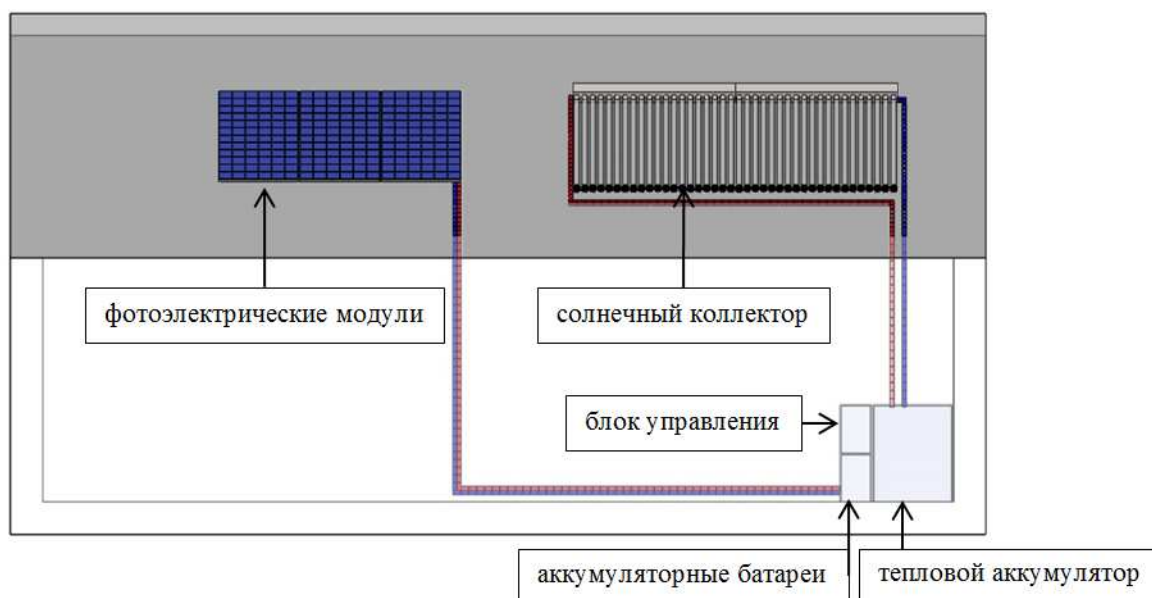
Doi: 10.21515/1990-4665-130-018

Энергопотребление пасечных хозяйств во многом зависит от сезона и определяется составом и характером работы потребителей. Структура энергопотребления пасечного хозяйства в весенне-осенний период в основном определяется оборудованием пчеловодческих мастерских (электроинструмент столярных мастерских, технические средства для откачки меда и т.д.) [1], в зимний период потребление энергии связано с необходимостью обеспечения условий для благополучной зимовки пчелиных семей [2, 3]. Следует отметить, что если в весенне-осенний период ввиду специфики энергопотребления пасек не возникает существенных проблем с обеспечением энергоснабжения, поскольку оно требуется на сравнительно малые интервалы времени, то для зимнего периода, когда необходимо обеспечивать энергоснабжение в течение периода зимовки пчелиных семей, актуальна задача повышения эффективности систем энергоснабжения. В этой связи особую привлекательность получают альтернативные варианты энергоснабжения удаленных потребителей за счет возобновляемых источников энергии. В контексте рассмотрения пасечных хозяйств наиболее доступным видом возобновляемой энергии является энергия солнечного излучения, что обусловлено как требованиями к размещению хозяйств, так и традиционным местоположением пасек в Российской Федерации в областях с относительно высокой инсоляцией.

Описание устройств для обеспечения оптимального микроклимата внутри ульев представлено в патентах U.S. Pat. Nos. 4,494,528 [4], 4,300,250 [5]. Эти устройства построены на пассивных системах солнечного теплоснабжения без тепловых аккумуляторов, что снижает

эффективность их применения. В патенте U.S. Pat. No. 7,666,057 [6] представлено описание устройства для обогрева пчелиной семьи, однако для своего функционирования устройству необходим внешний источник питания.

Для энергоснабжения пасек предлагается использование автономного комплекса, в состав которого входят преобразователи солнечной энергии в тепловую и электрическую, а также аккумуляторы тепловой и электрической энергии. Внешний вид комплекса и его функциональная электрическая схема представлены соответственно на рисунках 1 и 2.



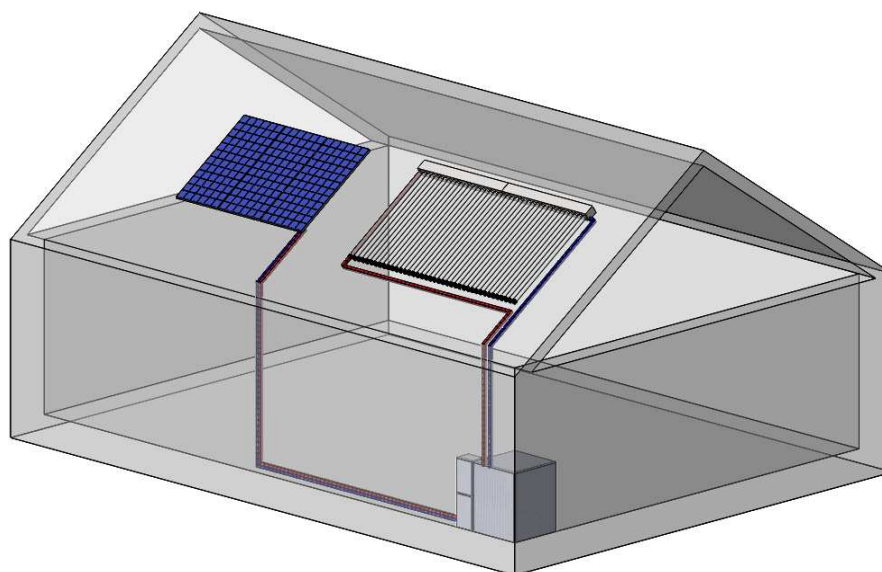


Рисунок 1 – Внешний вид комплекса

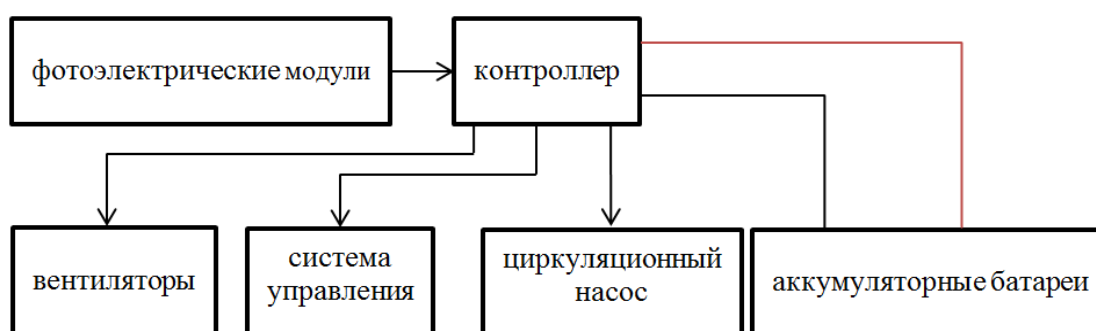


Рисунок 2 – Функциональная электрическая схема комплекса

Фотоэлектрические модули (ФМ) генерируют электрическую энергию и передают ее посредством соединительных проводов через контроллер аккумуляторным батареям. Вакуумный солнечный коллектор принимает солнечное излучение, нагревая при этом теплоноситель, циркулирующий за счет насоса по замкнутому контуру через теплообменник теплового аккумулятора. Накопленная в тепловом аккумуляторе тепловая энергия передается ульям, размещенным в зимовнике. Контролируется данный процесс с помощью автоматической системы управления, функционирование которой обеспечивается за счет энергии, накопленной в аккумуляторных батареях.

В различных климатических, медосборных и хозяйственных условиях пчеловодство ведется в зависимости от поставленных задач по определенным системам. Каждая система предусматривает наиболее целесообразные для конкретных условий способы содержания пчелиных семей, типы, системы и конструкции ульев. С учетом использования гелиоустановок в составе комплекса для получения тепловой и электрической энергии особое внимание приобретают вопросы эксплуатации комплекса в зимний период.

Объектом исследования является комплекс для энергоснабжения пасек на базе гелиоустановки.

Предметом исследования являются технические решения комплекса для энергоснабжения пасек на базе гелиоустановки.

Цель: рассмотрение технических решений по обеспечению функционирования комплекса в зимний период.

Задачи:

- рассмотрение влияния снежного покрова на работу комплекса на базе гелиоустановки;
- разработка мероприятий по обеспечению функционирования комплекса в зимний период.

В Российской Федерации снежный покров устанавливается в большинстве регионов. Среди параметров, характеризующих снежный покров, можно отметить следующие: среднее значение плотности, средняя высота по декадам зимних месяцев, максимальный прирост за сутки, продолжительность залегания. В контексте рассмотрения вопроса обеспечения функционирования комплекса для энергоснабжения пасек на базе гелиоустановки одним из ключевых параметров является высота снежного покрова, которая зависит от продолжительности периода с температурой воздуха менее 0 °С, интенсивности твердых осадков, специфики подстилающей поверхности, ветровых условий.

Рассмотрим некоторые аспекты влияния снежного покрова на функционирование комплекса. Снег характеризуется плохой теплопроводностью. Так, многие пчеловоды, организующие зимовку пчел на воле в зонах с устойчивым и большим снежным покровом, пользуются для защиты пчелиных семей от колебаний наружной температуры только одним снегом. По оценкам специалистов, под пятисантиметровым слоем снега колебания внешней температуры в диапазоне 30°C уменьшаются вдвое, на глубине 25 см – более чем в 10 раз, практически нивелируются под 35-сантиметровым слоем. Оптимальным считается слой снега над крышей улья величиной в 50 см. Данная особенность оказывает благоприятное влияние на микроклимат пчелиных ульев, поскольку предохраняет семьи от колебаний внешней температуры. В контексте функционирования комплекса, хорошая тепловая изоляция зимовника в сочетании с влиянием большого снежного покрова приведет к уменьшению тепловых потерь, что положительно скажется на теплопотреблении пчелиных ульев.

Снежный покров обладает высокой отражательной способностью, что увеличивает количество диффузной составляющей солнечного излучения в зимнее время. В сравнении с сухой землей, отражающей около 22–35% падающего солнечного излучения, свежевыпавший снег отражает от 60 до 85%, а лежалый снег 42–60% солнечного излучения. Помимо увеличения диффузной составляющей солнечного излучения в продолжение светового дня снежный покров также способствует ее увеличению в утренние и вечерние часы, когда высота Солнца над горизонтом невелика. Из вышесказанного следует, что в контексте рассмотрения отражательной способности снежный покров способствует улучшению условий функционирования комплекса на базе гелиоустановки.

Другим важным аспектом влияния снежного покрова является его налипание на приемные поверхности преобразователей солнечной энергии. Данная особенность может снизить эффективность применения фотоэлектрических модулей и солнечных коллекторов. Это обусловлено частичным, а в некоторых случаях, полным закрытием приемных поверхностей от потока солнечного излучения. При этом методы борьбы условно можно разделить на две группы: пассивные и активные. Пассивные методы состоят в выборе угла наклона и места установки преобразователей солнечной энергии. Как правило, угол наклона устанавливается равным широте местности для систем круглогодичного действия, широте местности увеличенной на 15° для систем, работающих в отопительный сезон, широте местности уменьшенной на 15° для солнечно-энергетических систем, работающих только в летний сезон [7]. Однако для обеспечения условий к скатыванию налипшего снега под собственной тяжестью с приемных поверхностей преобразователей солнечной энергии можно рекомендовать их установку под углом близким к 90° . Для оценки влияния установки приемных поверхностей под таким углом было проведено моделирование функционирования комплекса на базе гелиоустановки для природно-климатических условий Республики Марий Эл [8]. При этом в рамках моделирования приемные поверхности преобразователей солнечной энергии устанавливались под углом 72° и 88° . Изменение мощности фотоэлектрического модуля площадью $1,3 \text{ м}^2$ (КПД 16%) для углов установки соответственно 72° и 88° в течение периода функционирования комплекса представлено на рисунке 3.

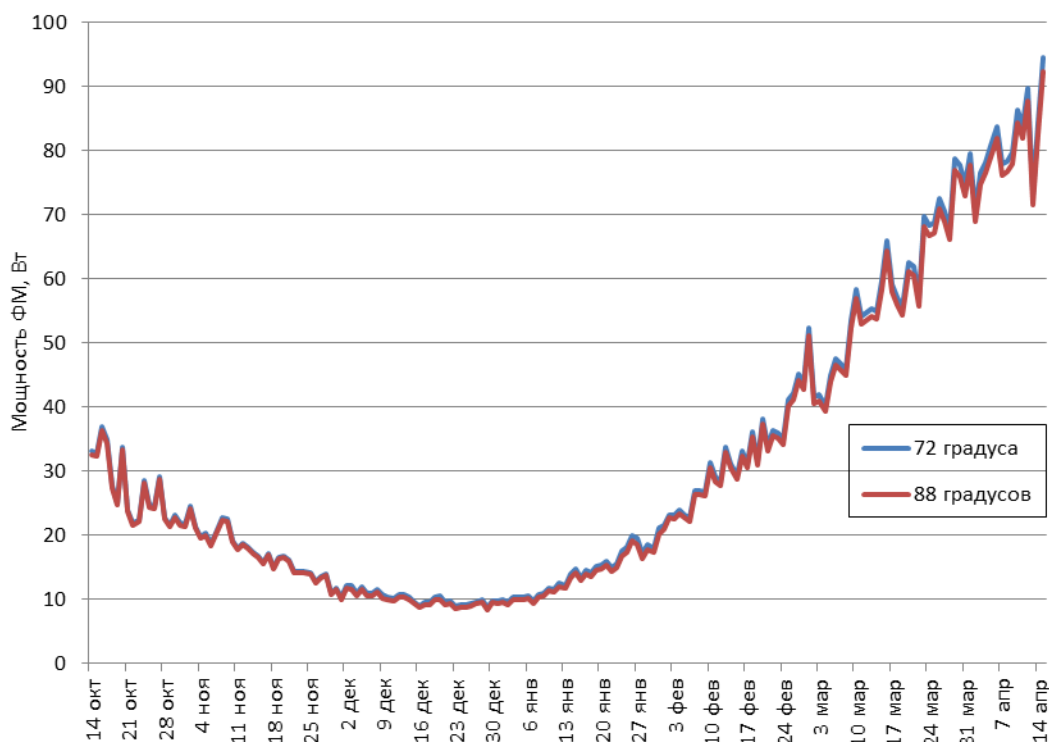


Рисунок 3 – Мощность ФМ $S=1,3 \text{ м}^2$ (КПД 16%) для углов установки 72° и 88°

Анализируя вышеприведенный график можно сделать вывод, что в зимний период расхождение в мощности фотоэлектрического модуля при установке под оптимальным углом и углом близким к 90° составляет менее 10 %. Данные закономерности можно объяснить увеличением влияния диффузной составляющей солнечного излучения за счет эффекта отражения от снежного покрова в зимний период. Больше расхождение характерно для весеннего сезона.

В отношении выбора места установки преобразователей солнечной энергии, наиболее перспективным является их размещение на хорошо продуваемом месте. Последнее может быть обеспечено путем размещения преобразователей солнечной энергии с наветренной стороны, что обеспечит сдувание снега с их приемных поверхностей. Для усиления данного эффекта могут быть применены устройства на основе эффекта Вентури, в которых воздух, проходящий через сужающиеся трубки,

ускоряется и затем подается на приемные поверхности преобразователей солнечной энергии.

Активные методы борьбы с налипанием снега на светопоглощающие поверхности преобразователей солнечной энергии подразумевают применение технических средств, которые затрачивают энергию для обеспечения своего функционирования. В контексте специфики функционирования комплекса на базе гелиоустановки можно рекомендовать применение следующих методов борьбы с налипанием снега.

Принудительное нагнетание воздуха на приемные поверхности преобразователей солнечной энергии. Данный метод подразумевает применение системы сопел, размещенных в непосредственной близости от приемных поверхностей, и соединенных посредством подводящей магистрали с источником сжатого воздуха. Также в состав системы для очистки от снега и наледи входят датчики снега и льда, установленные на элементах преобразователей солнечной энергии, блок обработки. Для повышения эффективности функционирования данной системы перспективно применение промежуточного теплообменника для нагрева воздуха, подаваемого через сопла. Нагрев воздуха может осуществляться за счет теплового аккумулятора комплекса. Структурная схема устройства для очистки от снега и наледи приемных поверхностей преобразователей солнечной энергии, входящих в состав комплекса, представлена на рисунке 4.

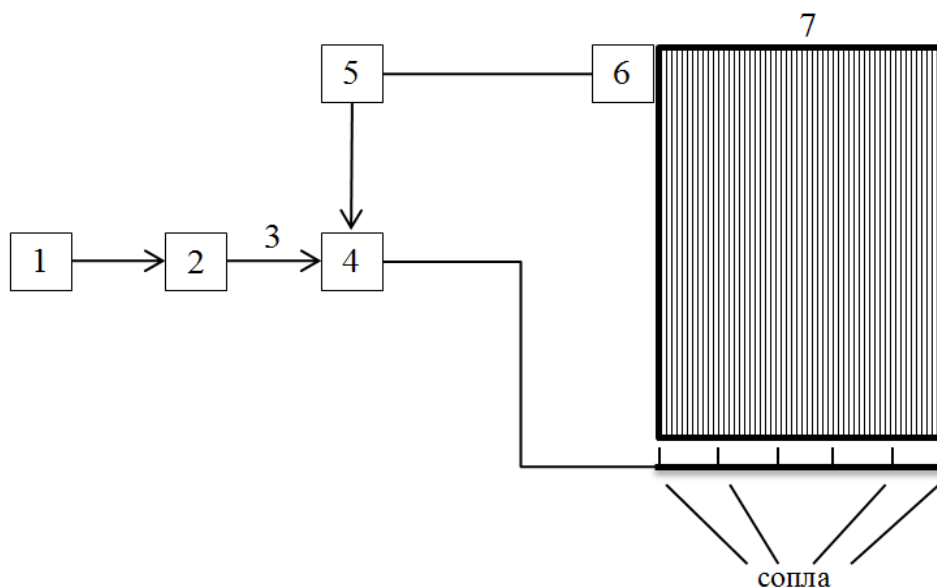


Рисунок 4 – Структурная схема устройства для очистки от снега и наледи

Обозначения на рисунке 4: 1 – калорифер; 2 – вентилятор; 3 – подводящая магистраль; 4 – заслонка воздуховода; 5 – блок обработки; 6 – датчик льда и снега; 7 – преобразователь солнечной энергии.

Применение нагревательных элементов. Данный метод подразумевает использование нагревательных элементов, закрепленных на отдельных участках или по периметру преобразователей солнечной энергии. Нагревательные элементы по концам присоединены к источнику электрического тока. В качестве источника тока могут использоваться аккумуляторные батареи комплекса. Для отслеживания наличия снега и наледи на приемных поверхностях преобразователей солнечной энергии используются датчики снега и льда. Структурная схема устройства для очистки от снега и наледи преобразователей солнечной энергии представлена на рисунке 5.

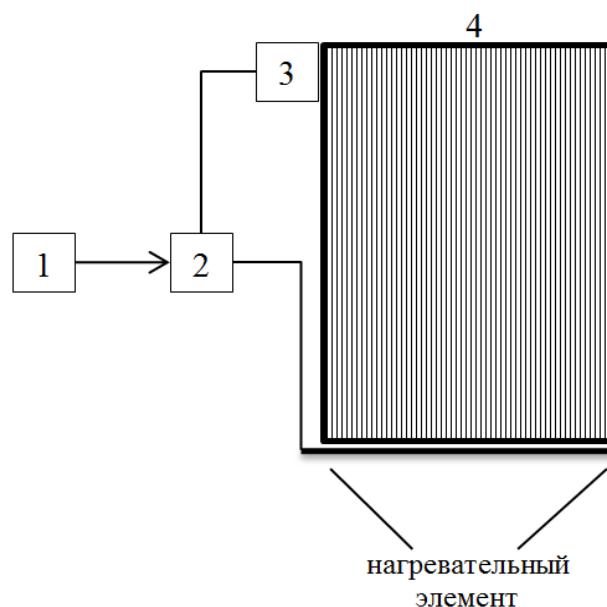


Рисунок 5 – Структурная схема устройства для очистки от снега и наледи

Обозначения на рисунке 5: 1 – источник электрического тока; 2 – блок управления; 3 – датчик льда и снега; 4 – преобразователь солнечной энергии.

Вывод

В период наличия устойчивого снежного покрова для Республики Марий Эл при изменении угла установки фотоэлектрического модуля с 72° на 88° его мощность снизилась менее чем 10%. В этой связи можно рекомендовать установку приемных поверхностей преобразователей солнечной энергии под углом, близким к 90° . В отношении выбора места установки преобразователей солнечной энергии наиболее перспективным является их размещение с наветренной стороны.

Список литературы

1. Харченко, Н.А., Рындин, В.Е. Пчеловодство: Учеб. для студ. вузов. М.: Издательский центр "Академия", 2003. С. 79.
2. Еськов, Е.К. Микроклимат пчелиного жилища. М.: Россельхозиздат, 1983. 184 с.
3. Лаврехин, Ф.А., Панкова, С.В. Биология медоносной пчелы. М.: Колос, 1983. С. 270.

4. Horton, David J., 1985. Solar heating system for beehives and other enclosures. U.S. Patent 4,494,528.

5. Merrit I. Taylor, 1981, Beehives. U.S. Patent 4,300,250.

6. Junqueira de Souza, Regattieri Sampaio, Golin Buzzatti, 2010. Device for hygienizing, warming, and dehumidifying a beehive. U.S. Patent 7,666,057.

7. Кривошеев, Ю.К., Хутская, Н.Г. Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Энергоэффективные технологии на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии". Минск. 2004. 24 с.

8. Онучин, Е.М. Теоретическое исследование комплекса для энергоснабжения пасек на базе гибридной гелиоустановки / Е.М. Онучин, А.П. Осташенков // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №05(119). С. 997 – 1007.

References

1. Harchenko, N.A., Ryndin, V.E. Pchelovodstvo: Ucheb. dlja stud. vuzov. M.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2003. S. 79.

2. Es'kov, E.K. Mikroklimat pchelinogo zhilishha. M.: Rossel'hozizdat, 1983. 184 s.

3. Lavrehin, F.A., Pankova, S.V. Biologija medonosnoj pchely. M.: Kolos, 1983. S. 270.

4. Horton, David J., 1985. Solar heating system for beehives and other enclosures. U.S. Patent 4,494,528.

5. Merrit I. Taylor, 1981, Beehives. U.S. Patent 4,300,250.

6. Junqueira de Souza, Regattieri Sampaio, Golin Buzzatti, 2010. Device for hygienizing, warming, and dehumidifying a beehive. U.S. Patent 7,666,057.

7. Krivosheev, Ju.K., Hutskaia, N.G. Metodicheskie ukazaniia k kursovoj rabote po discipline "Jenergojefektivnye tehnologii na osnove netradicionnyh i vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии". Minsk. 2004. 24 s.

8. Onuchin, E.M. Teoreticheskoe issledovanie kompleksa dlja jenergosnabzhenija pasek na baze gibridnoj gelioustanovki / E.M. Onuchin, A.P. Ostashenkov // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №05(119). S. 997 – 1007.