



**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**28–29 апреля 2020 г.**

**Материалы конференции**

**В трех томах**

**Том 2**

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**

**Казань**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство образования и науки Республики Татарстан  
Благотворительный фонд «Надежная смена»  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский государственный энергетический университет»

**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ «ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

28–29 апреля 2020 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

**ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА**

*Под общей редакцией ректора КГЭУ  
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань  
2020

УДК 620.9:004  
ББК 31.3  
М43

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. кафедрой «Электрические станции»  
ФГБОУ ВО «СамГТУ» доц. А.С. Ведерников;  
д-р техн. наук, проректор по НР ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора),  
А.Г. Арзамасова

**М43**      **Международная молодежная научная конференция  
«Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая  
трансформация».** В 3 т. Т. 2. Теплоэнергетика: матер. конф.  
(Казань, 28–29 апреля 2020 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ  
Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – 442 с.

ISBN 978-5-89873-568-5 (т. 2)

ISBN 978-5-89873-566-1

Представлены материалы Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области теплоэнергетики по следующим научным направлениям: инновационные технологии на ТЭС и ЖКХ; промышленная теплоэнергетика, эксплуатация и надежность энергоустановок и систем теплоснабжения; технология воды и топлива, котельные установки и парогенераторы; ресурсо- и энергосбережение, энергетическая эффективность; автоматизация технологических процессов и производств; теплофизика; экологические проблемы водных биоресурсов.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 620.9:004  
ББК 31.3

ISBN 978-5-89873-568-5 (т. 2)  
ISBN 978-5-89873-566-1

© Казанский государственный энергетический  
университет, 2020

## ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ И ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Сеу Джару Г. Ж., Снигирева Ю.В.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

seudjarou@outlook.com

Науч. рук. Новиков В.Ф.

Предлагаются технические решения, направленные на оптимизацию выработки электрической энергии, с использованием солнечной установки и теплового насоса.

В последние годы цена за киловатт-час электроэнергии, выставяемая в сетях общего пользования, значительно возросла, поскольку этот сектор сталкивается с огромными ограничениями, введенными международными организациями в отношении его производства, с учетом экологических проблем. В этой печальной реальности ассоциация солнечной установки с сетями кажется оптимальным решением. Кроме того, экономия на счетах важнее для собственного потребления, чем доходы от общей продажи электроэнергии от солнечных панелей.

**Ключевые слова:** солнечная установка, оптимизация, собственное потребление, тепловой насос, электрический ток.

В настоящее время, фотогальванические установки покрывают максимум 30% инвестиционных затрат при вводе их в эксплуатацию. В этих условиях солнечная установка является более экономичной, так как является индивидуальным прибором. Электрический ток, подаваемый в сеть, часто возобновляется с очень низкой скоростью. Поэтому индивидуальное потребление электрической энергии является выгодным. С этой целью оптимальным решением является совместное использование при выработке электрической энергии солнечной установки и теплового насоса, которое можно разделить на два этапа. С одной стороны, необходимо будет правильно выбрать размер фотоэлектрической установки (20–30 % собственного потребления), а с другой стороны, адаптировать потребление тока к производству с помощью теплового насоса (30–50 % собственного потребления) [1–3].

Для решения этой проблемы разработано программное обеспечение (PV SYST), позволяющее определять размер солнечных панелей [4, 5]. С его помощью можно получать различную информацию, такую как производство энергии, облучение и стоимость установки, требуемая поверхность или даже годовой объем производства энергии (рис. 1).

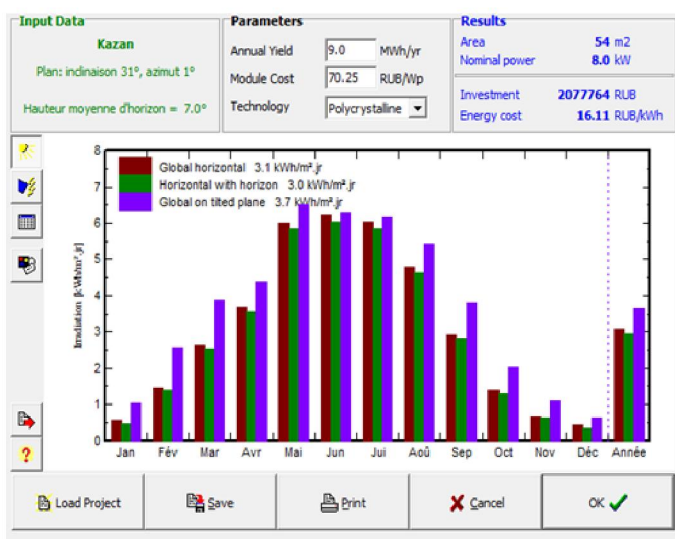
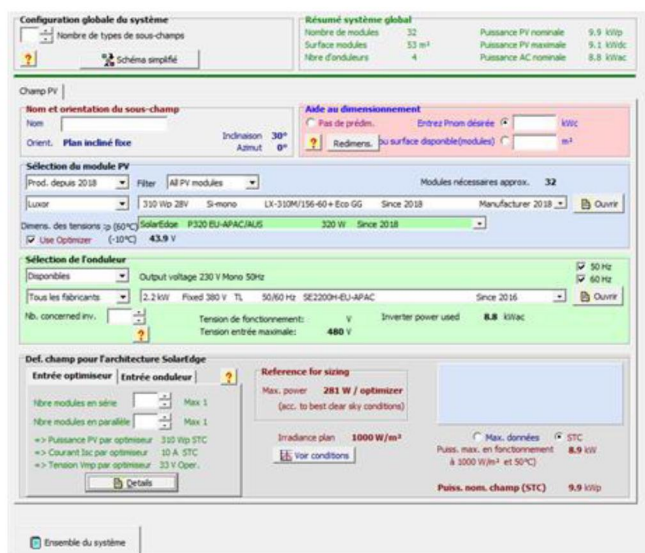


Рис. 1. Определение размеров и моделирование системы, связанной с сетью Республики Татарстан, завершённой с помощью программного обеспечения PV SYST

Тепловой насос не может работать автономно с фотоэлектрической установкой, поскольку он использует электричество круглый год, в частности, для отопления в не очень солнечные зимние месяцы. В зависимости от местоположения фотоэлектрическая установка производит с декабря по февраль лишь небольшую часть годовой выработки энергии (около 10–15 %). Тем не менее, чистое потребление может быть значительно увеличено, благодаря тепловому насосу,

соединенному с системой управления энергией. Оптимизированный в этом смысле тепловой насос автоматически включается, когда мощности, вырабатываемой фотоэлектрической системой, достаточно для того, чтобы с помощью солнечного тока можно было производить больше горячей воды и энергии нагрева. На рис. 2 приведена схема гидравлического подключения теплового насоса к фотоэлектрической установке.

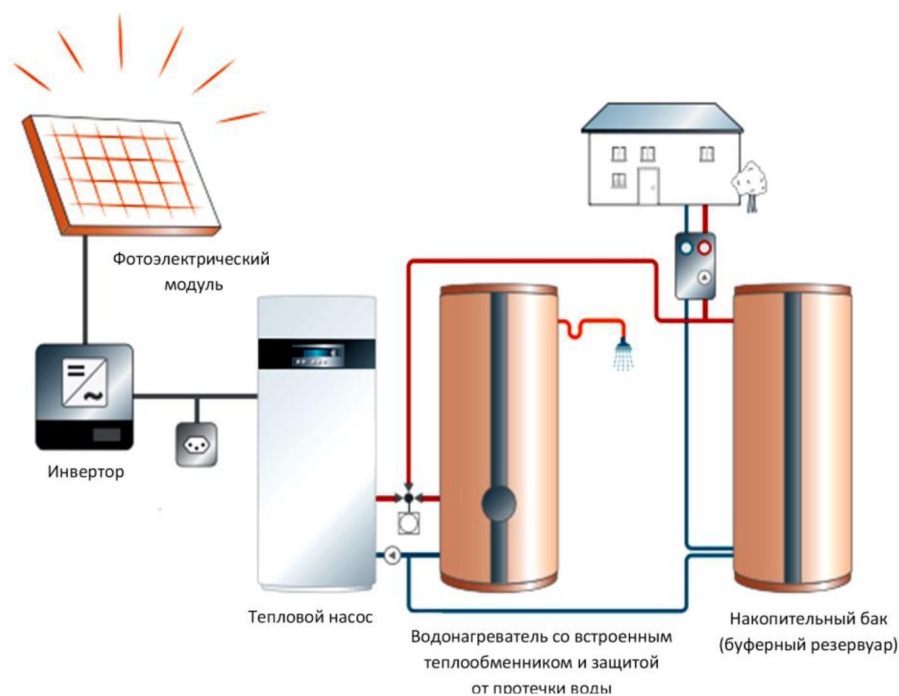


Рис. 2. Схема гидравлического подключения теплового насоса к фотоэлектрической установке

Как видно из рис. 2, при подключении теплового насоса к фотоэлектрической установке наблюдается оптимальное использование электрической энергии через буферную теплоемкость. Электрический ток, вырабатываемый солнечными панелями, не потребляемый в полевых условиях, используется тепловым насосом для нагрева воды, которая затем сохраняется в буферном резервуаре. Необходимо контролировать воду в резервуаре, которая должна быть не слишком сильно перемешана при заполнении тепловым насосом. При этом хорошая стратификация может повысить эффективность (КПД) теплового насоса на 10 %.

## Литература

1. Швейцарская энергетика «Как оптимизировать чистое потребление солнечного тока». 2018. С. 15–17.
2. Ayoub Teffal. Modulation en Largeur d'Impulsion de type (sinus-triangle, pré-calculée): Ecole nationale des sciences de Khouribga, 2017/2018. 22 p.



<b>Барочкин Ю.Е., Зиновьева Е.В., Ледуховский Г.В.</b> Кавитационно-струйный деаэратор в системах возврата конденсата отдаленных внешних потребителей ТЭС.....	181
<b>Бурганова Ф.И., Зверев Л.О.</b> Извлечение ванадия из золошлаковых отходов ТЭС.....	185
<b>Гайфуллин А.И., Кабатов И.В.</b> Работоспособность ГТУ General Electric PG6111FA на конденсационном режиме в разное время суток....	187
<b>Камалова Г.И.</b> Обезвоживание жидкого котельного топлива.....	189
<b>Латыпова Д. М.</b> Методы снижения оксидов серы и оксидов азота .....	192
<b>Макушин А.Н., Скобелев Н.А.</b> Подготовка воды на предприятиях энергетики .....	194
<b>Мансуров Д.Р., Гилязов А.И.</b> Сорбционная очистка сточных вод от анионных СПАВ карбонатным шламом .....	196
<b>Марьин Г.Е., Менделеев Д.И.</b> К вопросу подготовки топливного газа для парогазовых энергоблоков .....	199
<b>Мустаева Э.Ш., Салихов Т.Л.</b> Повышение эффективного КПД на газовых турбинах и их марках .....	202
<b>Набиуллина М.Ф., Лаптев С.А.</b> Разработка рациональной компоновочной схемы установки регенерации отработанного масла .....	204
<b>Нургалеев И.Р.</b> Влияние структуры молекул углеводородов природного газа на термодинамические свойства продуктов сгорания.....	207
<b>Сафронов А.В.</b> Топливные баки из сферических сегментов.....	210
<b>Скобелев Н.А., Макушин А.Н., Савина М.В.</b> Увеличение выработки электрической мощности ПГУ с использованием котла-утилизатора с дожигающим устройством .....	213
<b>Хуснутдинова Э.М.</b> Очистка газовых выбросов промышленных предприятий от диоксида серы карбонатным шламом .....	216
<b>Цветкова А.А.</b> Прогнозирование расходов химических реагентов для обеззараживания воды на примере модели плавательного бассейна.....	219
<b>Шарипов Т.М., Беденьгов И.В., Савина М.В.</b> Перспектива модернизации паросиловой части схемы станции .....	221

#### **Секция 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

<b>Билалова Л.Х., Насырова А.М., Фахрисламова Э.Р.</b> Современный опыт энергосбережения зарубежных стран.....	225
<b>Богданова Д.А.</b> Оценка возможности использования метода рециркуляции дымовых газов на котлах малой паропроизводительности ..	228

<b>Бу Нгок Зан</b> Проблема контроля маслonaполненного электрооборудования хроматографом марки «ХРОМОС ГХ-1000» .....	231
<b>Галяутдинова Л.Ф.</b> Опыт оптимизации работы водопроводных очистных сооружений.....	234
<b>Грачева Ю.А., Царюнов А.В.</b> Кинетика и энергетические характеристики обезвоживания иловых остатков сточных вод.....	237
<b>Иванова С.В, Картавец С.В.</b> Исследование влияния совершенствования схемы энергообеспечения ВТПУ на относительную величину потерь через ограждения .....	240
<b>Кашапова А.Р.</b> Исследование проблемы нерационального расхода теплоносителя в децентрализованной системе горячего водоснабжения.....	242
<b>Кургунов М.А.</b> Лабораторная установка для исследования вихревого эффекта.....	244
<b>Мингазов А.И.</b> Повышение эффективности тепломассообменных процессов в малогабаритных аппаратах охлаждения оборотной воды ....	247
<b>Нгуен Зуи Хынг</b> Определения антиокислительной присадки в трансформаторном масле методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии.....	250
<b>Нигматуллин Р.Р.</b> Сравнительный анализ органических растворителей ..	252
<b>Нурисламов Ф.Ф.</b> Анализ сорбционных характеристик бентонитовых глин Биклянского месторождения.....	255
<b>Петров В.Ю., Шарапов Т.Р., Шакурова Л.И.</b> Энергосбережение в России .....	258
<b>Петров В.Ю.</b> Применение модифицированной бентонитовой глины в качестве сорбента для очистки сточных вод.....	261
<b>Сеу Джару Г.Ж., Снигирева Ю.В.</b> Оптимизация выработки электрической энергии с использованием солнечной установки и теплового насоса .....	264
<b>Титов Н.С., Новиков В.Ф.</b> Новые сорбенты на основе природных минералов.....	267
<b>Хабибуллина И.Ф.</b> Измерение теплопроводности волокнистых теплоизоляционных материалов трубопроводов тепловых сетей .....	270
<b>Ялалов И.Ф, Тюряева С.А., Мамонов Р.В. Трофанчук В.М., Ахмеров А.В.</b> Разделение и концентрирование в хроматографическом анализе.....	275
<b>Ялалов И.Ф, Тюряева С.А., Мамонов Р.В., Трофанчук В.М., Ахмеров А.В.</b> Методы интенсификации пробоподготовки в хроматографическом анализе .....	277