

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
молодих учених та студентів
**«Еколого-енергетичні
проблеми сучасності»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.577

ББК 31.3

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-3-41 технічної онлайн-конференції молодих учених та студентів «Еколого-енергетичні проблеми сучасності» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 52 с.

ISBN 978-617-7829-80-4

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень студентів, магістрів та аспірантів різних університетів і академій України.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: Теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.577

ББК 31.3

ISBN 978-617-7829-80-4

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

температурах объекта охлаждения и охлаждающей среды, обеспечивающие максимальную энергетическую эффективность в данных условиях.

Построена и определена аналитическая зависимость между температурой охлаждающей среды (T_{oc}), температурой объекта охлаждения ($T_{об}$) и температурой греющего источника (T_{gp}) при условии максимального значения теплового коэффициента.

Зависимость имеет следующий вид:

$$T_{gp} = \frac{47,74648658 - 1,01853416T_{окр} + 0,013464939T_{окр}^2 - 1,12675283T_{об} + 0,02319431T_{об}^2 - 0,00017897T_{об}^3}{1 - 0,03803459T_{окр} + 0,00049505T_{окр}^2 - 0,00750582T_{об} + 0,000151575T_{об}^2}$$

Анализ полученных результатов расчета позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, в диапазоне расчетных параметров имеет место максимум энергетической эффективности АВХМ. Наиболее явно наличие максимума для условий работы при температурах охлаждающей среды 20-32 °С и низких температурах объекта охлаждения (минус 25 °С).

При снижении температур объекта охлаждения максимум энергетической эффективности смещается в область высоких температур греющей среды, а его численные значения уменьшаются.

Так, например, при температуре охлаждающей среды 26 °С и температуре объекта охлаждения минус 5 °С максимум теплового коэффициента цикла имеет место при температуре объекта охлаждения 110 °С, при минус 15 °С – при 120 °С, при минус 25 °С – при 140 °С, соответственно значения теплового коэффициента составляют: 0,53; 0,44; 0,34.

*Науковий керівник Тітлов О.С., д-р техн. наук, професор.
Одеська національна академія харчових технологій*

УДК 621

РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

**Фелонюк С.А., магістр
Одеська національна академія харчових технологій**

Дана схема, яка є вдосконаленим продовженням розробок систем життєзабезпечення на базі сонячних колекторів з використанням температурного потенціалу атмосферного повітря (Рис 1.).

.На систему сонячних колекторів надходить сонячне радіаційне теплове випромінювання. Теплоносій, який прокачується через систему сонячних колекторів, при цьому нагрівається.

Розглянемо кілька режимів роботи системи в різних кліматичних умовах.

У холодну пору року, коли необхідно здійснювати опалення, підключається за допомогою вентилів 14 і 15 система опалення 4. Одночасно подача гарячого теплоносія

здійснюється через акумулятор тепла 5. Акумулятор тепла 5 використовується для системи опалення в темний час доби.

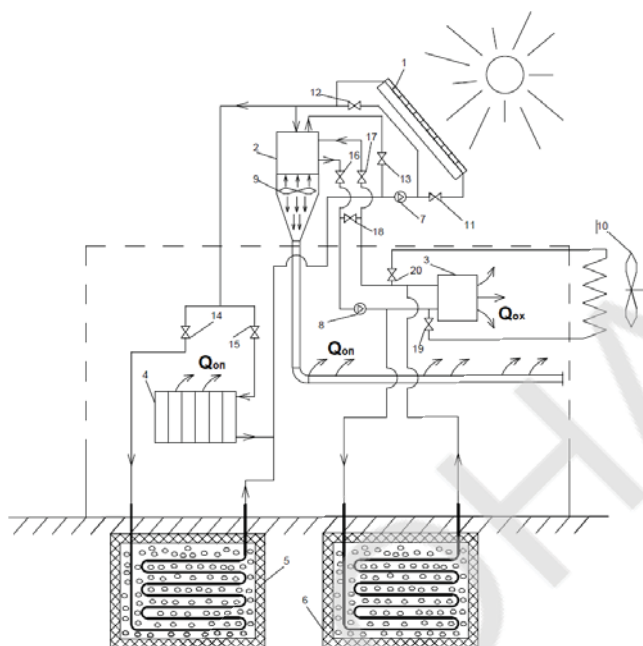


Рис. 1. Система кондиціонування на основі акумуляторів тепла і холоду з використанням сонячної енергії та температурного потенціалу атмосферного повітря: 1 - система сонячних колекторів; 2 - АВХМ; 3 - система охолодження повітря (СКП); 4 - система опалення; 5 (6) - акумулятор тепла (холоду); 7 - циркуляційний насос сонячних колекторів; 8 - циркуляційний насос розсолу; 9 - реверсивна система подача повітря до теплорозсіюючих елементів АВХМ; 10 - вентилятор розсільної системи; 11,12 - запірні вентиляти в системах сонячних колекторів; 13 - вентиляти відключення АВХМ; 14,15 - вентиляти системи опалення; 16,17,18 - вентиляти підключення акумуляторів холоду в нічний період; 19,20 - вентиляти відключення зовнішнього низькотемпературного джерела тепла.

У режимі роботи системи по охолодженню контур опалення відключається, але циркуляція теплоносія здійснюється через ємність з акумулятором тепла 5. Гарячий теплоносій допомогою циркуляційного насоса 7 піддається на холодильну машину 2. Машина 2 виробляє штучний холод, який використовують для охолодження потоку розсолу. Охолоджений розсіл за допомогою насоса в 8 продається на повітроохолоджувач 3.

Повітроохолоджувач 3 здійснює охолодження повітря в приміщенні. Одночасно потік холодного розсолу захолаживаніє і щєбінь в акумуляторі холоду 6. За допомогою вентилятора 9 здійснюється обдув теплорассеіваюючих елементів абсорбційної холодильної машини.

В режимі охолодження потік повітря викидається в атмосферу, а в режимі опалення відправляється в приміщенні. У темний час доби холодильна машина 2

припиняє роботу і подача холодного теплоносія на повітроохолоджувач 3 здійснюється через акумулятор холоду 6.

Одночасно, в разі низької температури зовнішнього повітря може бути підключений вентилятор 10, який може забезпечувати накопичення холоду в акумуляторі 6 або проводити пряме охолодження повітря в приміщенні.

У темний час доби для роботи холодильної машини використовують і накопиченої в акумуляторі тепла температурний потенціал.

У запропонованій схемі використовуються технології нічного радіаційного охолодження (НРО), які відносять до пасивних способів низькотемпературного (нижче температури атмосферного повітря) охолодження.

Останнім часом, у зв'язку з вимогою енергоефективності та скороченням часу використання синтетичних холодильних агентів (фреонів) холодильних систем, спостерігається стабільний інтерес до пасивних способів охолодження. Одним з таких способів є охолодження за рахунок радіаційного випромінювання в космічний простір.

Будь-яка поверхня, звернена до нічного неба, при певних умовах може випромінювати більше теплової енергії, ніж отримувати назад від навколишнього середовища [7]. Даний ефект носить назву нічного радіаційного охолодження (НРО) і за рахунок нього можна підтримувати температуру теплоносія нижче температури навколишнього повітря.

Використання НРО в значній мірі визначається особливостями клімату того чи іншого регіону. У певних кліматичних умовах холодильні системи, що використовують радіаційне випромінювання будуть працювати більш ефективно, ніж в інших. Вплив клімату на роботу систем даного типу досліджувався в роботах [8-10].

Встановлено, що на можливість використання НРО впливають такі атмосферні параметри, як швидкість вітру, вологість повітря, прозорість атмосфери для інфрачервоного випромінювання в діапазоні від 8 до 13 мікрометрів [10].

Дослідження роботи холодильних систем, що використовують НРО, проводилися в багатьох регіонах планети з різними кліматичними умовами. Це і північні райони Таїланду з вологим жарким кліматом [11] і Копенгаген, Мілан, Афіни [12]. Вивчалися режими охолодження офісних приміщень під час теплого періоду року (з 1-травня по 30-вересня). Досліджено можливість охолодження матеріалу з фазовим переходом для акумулявання холоду, створюваного за допомогою НРО.

В Австралії [13] вартість системи охолодження намагалися знизити шляхом поєднання системи НРО з сонячними батареями (фото-вольтажними панелями). У всіх дослідженнях [11-13], в денний час охолодження радіатора (охолоджувального пристрою) нижче температури навколишнього середовища не досягалося, оскільки поглинена сонячна енергія перевищувала випромінюється теплове випромінювання.

Для підвищення інтенсивності радіаційного охолодження пропонуються матеріали з високою випромінювальною здатністю в інфрачервоній частині спектра [14]. Також для поліпшення результату, пропонується радіатор закрити поліетиленовою плівкою для зниження конвективного теплопритоку і пофарбувати його поверхню фарбою з високою випромінювальною здатністю [7], щоб він міг віддавати більшу кількість тепла за рахунок інфрачервоного випромінювання. Однак радіаційне охолодження в основному було здійснено тільки в нічний час, оскільки відповідні матеріали з високою інфрачервоною випромінювальною здатністю не забезпечували охолодження в денний час [15, 16]. Як барвник, зокрема, пропонується використовувати матеріал з великим вмістом з'єднання TiO_2 , що підвищує радіаційну здатність поверхні [17].

Дослідження щодо застосування радіаційне випромінювання для холодильних систем про-водяться і для різко континентального клімату Казахстану [8, 14, 18]. Автори [18] показали, що в регіонах з різко-континентальним кліматом нічний радіаційне охолодження може бути використано для зниження температури рідини, що надходить періодично. Наприклад дана схема може використовуватися для первинного охолодження молока після його збору.

Теплорозсіючі елементи з площею поверх-ні, що випромінює, 4 м², дозволяють забезпечувати протягом року холодопродуктивність установки від 140 Вт до 650 Вт, в залежності від погодних умов міста Усть-Каменогорськ.

Таким чином технологія НРО дозволяє продовжити період використання природного холоду протягом року і скоротити витрати електроенергії при роботі систем охолодження на базі ПКХМ.

Дослідження [19] показали, що при розробці і проектуванні систем охолодження на базі АВХМ необхідно підтримувати робочий діапазон температур в зоні генерації 120...140 °С [19]. Так як основний парк сонячних колекторів становлять конструкції з водою в якості теплоносія [20], то цього недостатньо для повноцінної реалізації циклу АВХМ навіть в зоні помірного клімату [21].

Відомі технічні пропозиції щодо вирішення проблеми низьких температур в зоні генерації пари аміаку [22, 23], але автори не наводять жодних режимних характеристик для реалізації холодильного циклу.

Таким чином, на підставі вищезначеного можна зробити висновок про перспективність використання технології НРО, як своєрідного альтернативного джерела холоду. Однак системи охолодження з НРО обмежені нічним часом доби і це звужує сферу їх застосування.

АВХМ, що входить в систему опалення та охолодження, працює наступним чином (Рис.2).

До геліогенератору 1 підводиться енергія сонячного випромінювання і з міцного ВАР випаровується переважно легкозакипаючої компонент-аміак. Бульбашки пара проштовхують в верхню частину геліогенератора збіднений за аміаком слабкий ВАР. В процесі випарювання розчин збіднюється за аміаком і стікає в ресивер слабкого ВАР 3, а парова водоаміачна суміш надходить в дефлегматор 2. У дефлегматорі 2 конденсується переважно пар води з утворенням флегми і відведенням тепла фазового переходу в навколишнє середовище. Флегма стікає в ресивер 3.

З дефлегматора 2 пар аміаку за допомогою бустер-компресора 5 направляється в конденсатор 6, де стискається до тиску P_k і конденсується з відведенням тепла в навколишнє середовище. З конденсатора 6 рідкий аміак надходить через дросель 7 надходить у випарник 8. Після дроселя 7 тиск у випарнику 8 і абсорбері 9 знижується до P_0 . У випарнику 8 аміак кипить при тиску P_0 і температурі t_0 з відведенням теплоти від об'єкта охолодження [17].

Тиск P_0 в випарнику 8 підтримується за рахунок безперервного процесу поглинання пара аміаку слабким ВАР в абсорбері 9. У свою чергу слабкий ВАР надходить в абсорбер 9 з ресивера 3 через теплообмінник 12 і дросельний вентиль 11.

Утворився після поглинання аміаку міцний ВАР циркуляційним насосом 10 подається назад в ресивер міцного розчину 4 і цикл повторюється.

Бустер-компресор в схемі АВХМ призначений для підвищення тиску конденсації P_k в разі низької інтенсивності сонячного випромінювання (в ранкові та вечірні години або при похмурій погоді). В цьому випадку вентиль 13 закритий, а відкритий вентиль 14-відкритий. При достатній для тиску стиснення пари аміаку сонячної інсталяції ситуація з вентилями зворотна.

Включення в схему бустер-компресора дозволяє істотно розширити робочі характеристики в частині рівня температур гріє джерела. Так, наприклад, він необхідний в схемах з сонячними колекторами з водою в якості теплоносія, де температура не перевищує 100 °С.

Паропоглинаюча холодильна система є найкращою альтернативою паровій компресійній.

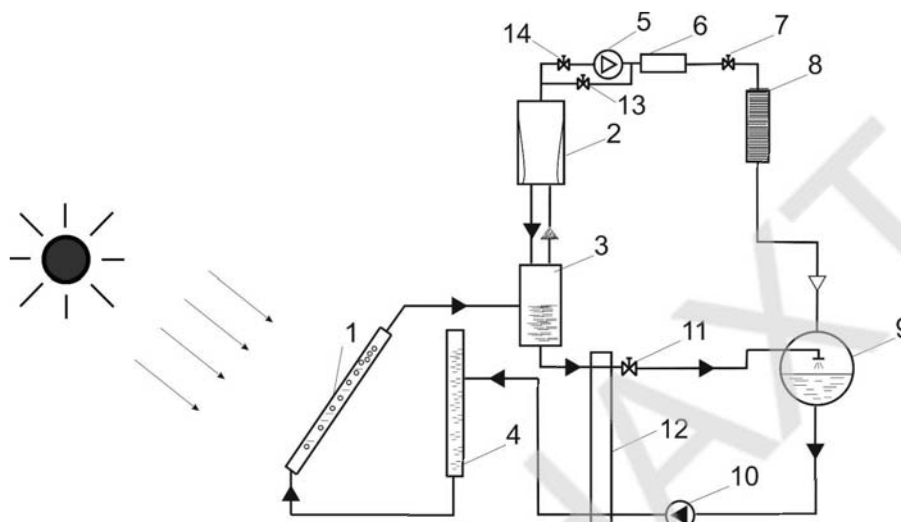


Рис.2. Принципова схема системи охолодження на базі АВХМ малої холодопродуктивності: 1 - геліогенератор; 2 - дефлегматор; 3 - ресивер слабого ВАР; 4 - ресивер міцного ВАР; 5 - бустер-компресор; 6 - конденсатор пари аміаку; 7 - дросель рідкого аміаку; 8 - випарник; 9 - абсорбер; 10 - циркуляційний насос слабого ВАР; 11 - дросель слабого ВАР; 12 - регенеративний теплообмінник міцного і слабого ВАР; 13, 14 - запірні вентиля парової магістралі аміаку.

Список використаних джерел

1. The Drake Landing Solar Community (DLSC) is located in Okotoks. <http://www.dlsc.ca/about.htm>.
2. Hagelskjar J, Zeih J.A., Mortensen J. Underground heat storage in Horsholm; Denmark. In // Proc. Int. Conf. «Subsurface heat storage in theory and practice». Stockholm. 1983.
3. Kimball B.A. Cooling performance and efficiency of night sky radiators. Solar Energy Vol. 34, No. 1, Elsevier Science Ltd. Printed in the U.S.A. 1985. P. 19-33.
4. Цой А.П., Грановский А.С., Цой Д.А., Бараненко А.В. Влияние климата на работу холодильной системы, использующей эффективное излучение в космическое пространство //Холодильная техника. 2015. №1. С. 43–47.
5. Yong C. et al., Performance analysis on a building-integrated solar heating and cooling panel//Renewable Energy. 2015. № 74. P. 627-632.
6. Zhiguang Zhou, Xingshu Sun, Peter Bermel, Radiative cooling for thermophotovoltaic systems. Infrared Remote Sensing and Instrumentation XXIV, San Diego, California, August 28, 2016.
7. Prommajak T., Phonruksa J., Pramuang S. Passive cooling of air at night by the nocturnal radiation in Loei, Thailand / T. Prommajak, //Int. J. Re-new. Energy. 2008. V. 3. № 1. P. 33–40.
8. Eleftherios Bourdakis, Ongun B. Kazanci, Bjarne W. Olesen, F. Grossule, Simulation Study of Discharging PCM Ceiling Panels through Night - time Radiative Cooling. ASHRAE Annual Conference, St. Louis, 2016.
9. Imroz Sohel M., Zhenjun Ma, Paul Cooper, Jamie Adams, Lloyd Niccol and Stefan

Gschwander, A Feasibility Study of Night Radiative Cooling of BIPVT in Climatic Conditions of Major Australian Cities. Asia – Pacific solar research conference, November 2014.

10. Цой А. П., Бараненко А.В., Эглит А.Я. Использование эффективного излучения в холодильной системе открытого катка//Вестник Международной Академии Холода. – 2012. № 4. С. 8–11.
11. Bosholm F., López-Navarro, Gamarra A.M., Corberán J.M., Payá J. Reproducibility of solidification and melting processes in a latent heat thermal storage tank//International journal of refrigeration. 2016. № 62. P. 85–96.
12. Sutyaginsky M.A., Maksimenko V.A., Potapov Ya.A., Suvorov A.P., Dubok V.N. The use of low-temperature potential of the environment in energy-efficient refrigeration supply technologies of the enterprises of GC «Titan»//Elsevier. International Conference on Oil and Gas Engineering, OGE-2016. Procedia Engineering. 2016. № 152. P. 361–365.
13. Berdahl P., Martin M. and Sakka F. The Thermal Performance of Radiative Cooling Panels//Int. J. Heat Mass Transfer. 1983. № 26. P. 871–880.
14. Цой А.П., Грановский А.С., Цой Д.А., Бараненко А.В. Влияние климата на работу холодильной системы, использующей эффективное излучение в космическое пространство // Холодильная техника. 2014. № 12. С. 36–41.
15. Ищенко И.Н. Перспективы применения абсорбционных водоаммиачных холодильных машин в системах получения воды из атмосферного воздуха / И.Н. Ищенко, А.С. Титлов, А.Н. Краснопольский // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вип. 7. – 2011. – С.92-97.
16. Doroshenko A. Comparative field experimental investigations of different flat plate solar collectors//Solar Energy. 2016. 115. P. 577–588.
17. Осадчук Е.А., Титлов А.С., С.Ю. Мазуренко С.Ю. Определение энергетически эффективных режимов работы абсорбционной водоаммиачной холодильной машины в системах получения воды из атмосферного воздуха//Холодильна техніка та технологія. 2014. № 4. С. 54–57.
18. Спосіб одержання води з атмосферного повітря: пат. 104854 Україна. № u 2015 07386; заявл. 23.07.2015; опубл. 25.02.2016, Бюл. № 4.
19. Спосіб одержання води з атмосферного повітря: патент 100195 Україна. № u201501512; заявл. 20.02.2015; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 9.
20. Титлов А.С. Научно-технические основы энергосбережения при проектировании холодильных аппаратов с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами//Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. 2006. № 29. Т. 1. С. 194–200.
21. Осадчук Е.А., Титлов А.С. Аналитические зависимости для расчета термодинамических параметров и теплофизических свойств водоаммиачного раствора. Наукові праці ОНАХТ. 2011. № 39. Т.1. С.178–182.
22. Осадчук Е.А. Титлов А.С., Кузаконь В.М., Шлапак Г.В. Разработка схем насосных и безнасосных абсорбционных водоаммиачных холодильных машин для работы в системах получения воды из атмосферного воздуха//Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 3/3(23). С. 30–37. DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44139.
23. Ищенко И. Н. Моделирование циклов насосных и безнасосных абсорбционных холодильных агрегатов//Наукові праці ОНАХТ. 2010. № 38. – Т.2. С. 393–405.

*Науковий керівник Титлов О.С., д-р техн. наук, професор.
Одеська національна академія харчових технологій*

ТЕХНОЛОГИЯ ДООЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ	
<i>Трухачева Д.Е.</i>	21
НЕСТАНДАРТНИЙ СПОСІБ ПІДГРІВУ НАФТИ ЗА РАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВИКИДІВ З КОМПРЕСОРНІЙ СТАНЦІЇ	
<i>Черниш Г. С.</i>	22
СПОСОБИ УТИЛІЗАЦІЇ СУДНОВИХ ВІДХОДІВ НА СУДАХ І НА ТЕРИТОРІЇ МОРСЬКОГО ПОРТУ «ПІВДЕННИЙ»	
<i>Баранова О.І.</i>	26
РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	
<i>Балаєвич О.О.</i>	27
ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	
<i>Білецький А.М.</i>	31
РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ С КОМБИНИРОВАННЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	
<i>Прунич О.В.</i>	33
РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З КОМБІНОВАНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	
<i>Фелонюк С.А.</i>	36
ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОДИЛЬНИКА ПЕЛЬТЬЄ	
<i>Єсипенко А.М., Цісельський М.С.</i>	42
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОТЕПЛОВОЇ АВТОНОМНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ	
<i>Степанчиков Д.М., Прядка Є.С.</i>	44

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
молодих учених та студентів
«Еколого-енергетичні проблеми сучасності»

29-30 вересня 2020 року

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 3,02. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/1

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.