

УДК 621.565.922

## Сравнительное исследование работы холодильного шкафа фармацевтического назначения

Канд. техн. наук Ю. В. ТАТАРЕНКО<sup>1</sup>, канд. техн. наук В. В. МИТРОПОВ<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук А. А. НИКИТИН<sup>3</sup>, канд. техн. наук Т. В. РЯБОВА<sup>4</sup>,  
С. С. МУРАВЕЙНИКОВ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>lavrtat@mail.ru, <sup>2</sup>v\_mit@mail.ru, <sup>3</sup>andyquest@mail.ru, <sup>4</sup>ryabova\_tatyana@itmo.ru, <sup>5</sup>mur\_618@mail.ru

Университет ИТМО

*Представлены результаты экспериментального исследования холодильных шкафов, используемых для хранения фармацевтической продукции. Работа выполнена на различных озонобезопасных рабочих веществах. В ходе исследования рассмотрено два вида регулирования производительности компрессора: режим «ON/OFF» и частотное регулирование. Исследование холодильной установки проводилось с загрузкой исследуемого объекта и без загрузки. В результате исследования холодильной установки с частотным регулированием независимо от нагрузки установлено, что потребление электроэнергии и эффективность установки выше, чем у установки, работающей по системе «ON/OFF». На основании проведенного исследования рекомендовано применение симметричного дифференциала температуры уставки и проведение исследования по увеличению эффективности системы воздушораспределения внутри исследуемого объекта.*

**Ключевые слова:** частотное регулирование, температура уставки, температура окружающей среды, среднеобъемная температура, холодильная установка, холодильный шкаф.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 28.01.2020, принята к печати 06.03.2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-12-21

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Татаренко Ю. В., Митропов В. В., Никитин А. А., Рябова Т. В., Муравейников С. С. Сравнительное исследование работы холодильного шкафа фармацевтического назначения // Вестник Международной академии холода. 2020. № 1. С. 12–21.

## Comparative operation of pharmaceutical refrigerator cabinets

Ph. D. J. V. TATARENKO, Ph. D. V. V. MITROPOV, Ph. D. A. A. NIKITIN,  
Ph. D. T. V. RYABOVA, S. S. MURAVEINIKOV

<sup>1</sup>lavrtat@mail.ru, <sup>2</sup>v\_mit@mail.ru, <sup>3</sup>andyquest@mail.ru, <sup>4</sup>ryabova\_tatyana@itmo.ru, <sup>5</sup>mur\_618@mail.ru

ITMO University

*This article presents the results of an experimental study of refrigerator cabinets when working on various ozone-safe working substances. Refrigerated cabinets are used for storing pharmaceutical products. The study considers two types of compressor performance control: ON/OFF mode and frequency control. The study of the refrigeration unit was carried out with and without loading the object under study. In the study of a frequency-controlled refrigeration unit, regardless of the load, it was found that the power consumption and efficiency of the unit are higher when compared with a unit operating on the ON/OFF system. Based on the study, it is recommended to use a symmetrical differential of the setpoint temperature and conduct a research to increase the efficiency of the air distribution system inside the object under study.*

**Keywords:** frequency control, ambient temperature, medium volume temperature, refrigeration unit, refrigerated cabinet.

### Article info:

Received 28/01/2020, accepted 06/03/2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-12-21

Article in Russian

### For citation:

Tatarenko J. V., Mitropov V. V., Nikitin A. A., Ryabova T. V., Muraveinikov S. S. Comparative operation of pharmaceutical refrigerator cabinets. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2020. No 1. p. 12–21.

### Введение

Не теряют своей актуальности на протяжении многих лет такие направления в холодильной технике, как повышение эффективности и применение озонобезопасных рабочих веществ. С 1 января 2019 г. вступила в действие Кигалийская поправка к Монреальскому договору [1, 2]. Вновь будут выведен из применения ряд уже хорошо зарекомендовавших себя в работе рабочих веществ. И скорее всего это еще не окончание начавшейся «гонки за экологичностью».

Поэтому необходимо иметь программы и методики для различных испытаний низкотемпературных установок, с целью расчета эффективности работы исследуемой системы для оценки эффективности при работе на предлагаемых мировым сообществом рабочих веществах. Также одним из интересных для рассмотрения вопросов является влияние на эффективность низкотемпературной установки регулирования производительности ее элементов.

Коммерческие и бытовые установки в основном работают по системе «ON/OFF». Высокие пусковые токи влияют на продолжительность эксплуатации компрессора и увеличивают энергопотребление всей установки в целом. Многие ученые исследовали холодильные машины с целью уменьшения энергопотребления [3]–[8]. Parreira E. P., Parise J. A. R., изучая тепловые насосы, пришли к выводу, что применение компрессора с электродвигателем, работающим с переменной скоростью вращения, является перспективным направлением [3, 4]. Работы Tassou S. A. и Qureshi T. Q. посвящены использованию инверторного компрессора и регулированию скорости вращения вала компрессора. Было проведено сравнение работы компрессоров объемного принципа действия в составе холодильной установки. Авторами установлено, что при работе с переменной скоростью вращения происходит экономия электроэнергии на 12...24%, по сравнению с компрессором, работающим при постоянной скорости вращения [5]. Leducq D. в работе [6] говорит о том, что во многих системах уже ис-

пользуются инверторные компрессоры, но необходимы дополнительные исследования для оценки их динамической работы с целью повышения ее эффективности. На основании вышесказанного, в данной работе представлено исследование холодильной установки при работе с частотным регулированием не только компрессора, но и побудителей расхода теплообменных аппаратов.

### Цель и объект исследования

Основной целью исследования являлось выполнение сравнительного анализа эксплуатационных и температурных характеристик образцов, согласно требованиям и условиям испытаний [9, 10].

В качестве образцов при сравнительных испытаниях использовались: серийный холодильный шкаф «POLAIR ШХФ-0,5» (Образец № 1) и холодильный шкаф (ХШ) «POLAIR ШХФ-0,5», в котором были заменены холодильный агрегат и системы автоматического контроля и управления на альтернативные, производства ООО «Карел Рус» (Образец № 2).

Основные технические характеристики образцов, на начальный момент времени, представлены в табл. 1.

Исследование проводилось в помещении, в котором поддерживалась заданная температура окружающей среды ( $T_{oc}$ ). Проведены две серии испытаний при температуре окружающей среды 21 °C и 27 °C.

Первая серия проводилась без загрузки испытательными пакетами, а вторая — с загрузкой образцов испытательными пакетами.

Измерение  $T_{oc}$  осуществлялось датчиком температуры, установленным в точке  $T_{A1}$ . Датчик размещался на пересечении горизонтальной и вертикальной осей боковых сторон образцов (на расстоянии 250 мм от них). Температура полезного объема определялась в трех контрольных точках датчиками, расположенными согласно рис. 1. Температура в испытательных пакетах измерялась датчиками, размещенными в соответствии со схемой, изображенной на рис. 2. Измерения производились датчиками температуры NTC, подключенными к контроллерам

Заявленные технические характеристики объектов испытаний

Таблица 1

Table 1

Specifications of the objects under investigation

Характеристика	Образец № 1	Образец № 2
Температурный режим, °C	от 1 до 15	от 1 до 15
Объем, л	500	500
Исполнение двери	глухая	глухая
Напряжение, В	220	220
Частота сети, Гц	50	50
Потребляемая мощность, кВт/час	0,35	Данные отсутствуют
Ширина, мм	697	697
Глубина, мм	665	665
Высота, мм	2028	2028
Хладагент	R134a	R290
Система регулирования температуры в камере*	Термостат электронный	Термостат электронный
Вес, кг	95	95

\* Для образца № 1 применена схема со ступенчатым регулированием, для образца № 2 — схема с частотным регулированием производительности компрессора.

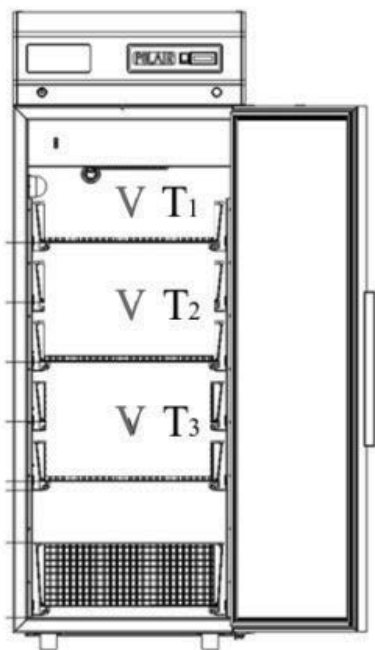


Рис. 1. Схематическое изображение положения датчиков для измерения температуры внутри исследуемого объекта  
Fig. 1. Temperature sensor locations inside an object under investigation

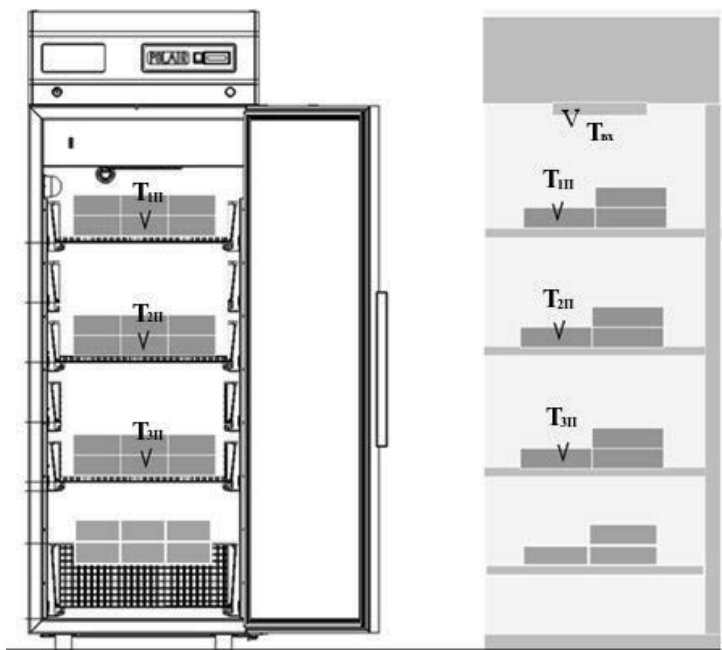


Рис. 2. Схематическое изображение загрузки испытательных пакетов внутри исследуемого объекта  
Fig. 2. Loading of test packages inside an object under investigation

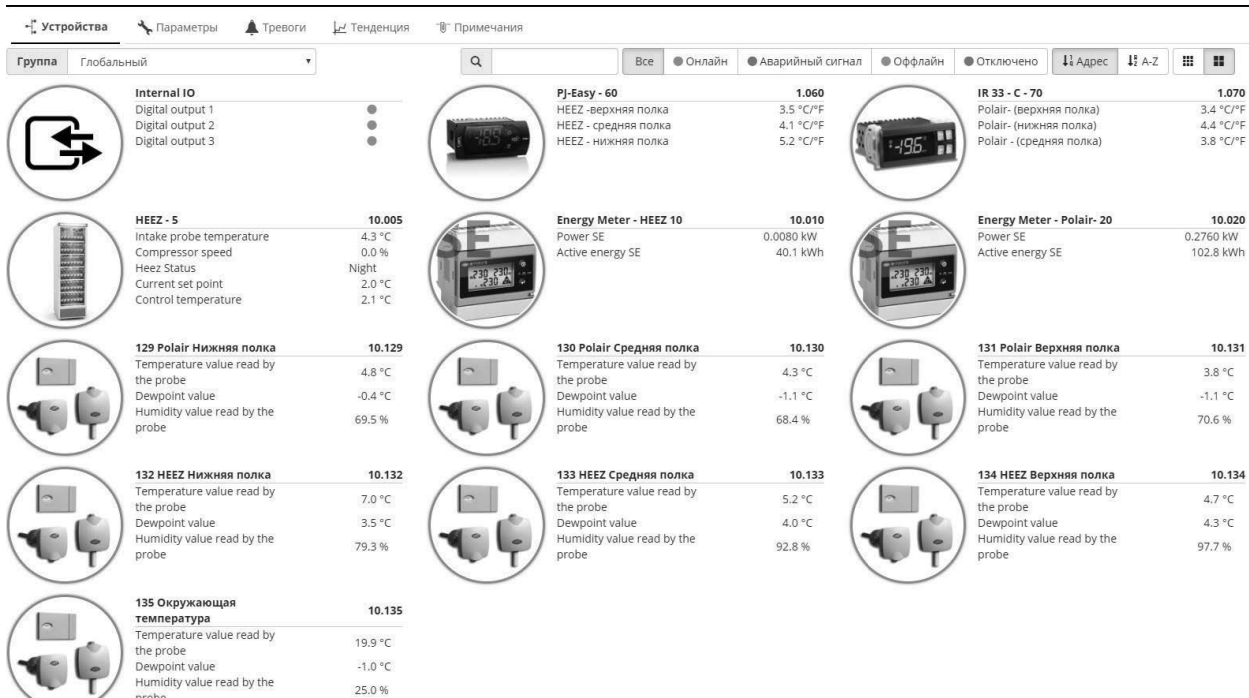


Рис. 3. Интерфейс программы BOSSmini  
Fig. 3. BOSSmini software interface

IR33, PJ-EASY и измерителем температуры и влажности DPP с точностью  $\pm 0,5$  °C. Все измерения записывались с шагом 60 с и фиксировались в программе BOSSmini [9], интерфейс программы представлен на рис. 3.

Результаты исследования образцов

На первом этапе было проведено испытание выхода Образцов на заданный температурный режим. Управ-

ляющие контроллеры Образцов были настроены на температуру +2 °C с несимметричным дифференциалом 3 K.

Результаты измерения среднеемких температур представлены на рис. 5.

Среднеемкие температуры определялись как:

$$T_{\text{ср.об.}} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}, \tag{1}$$

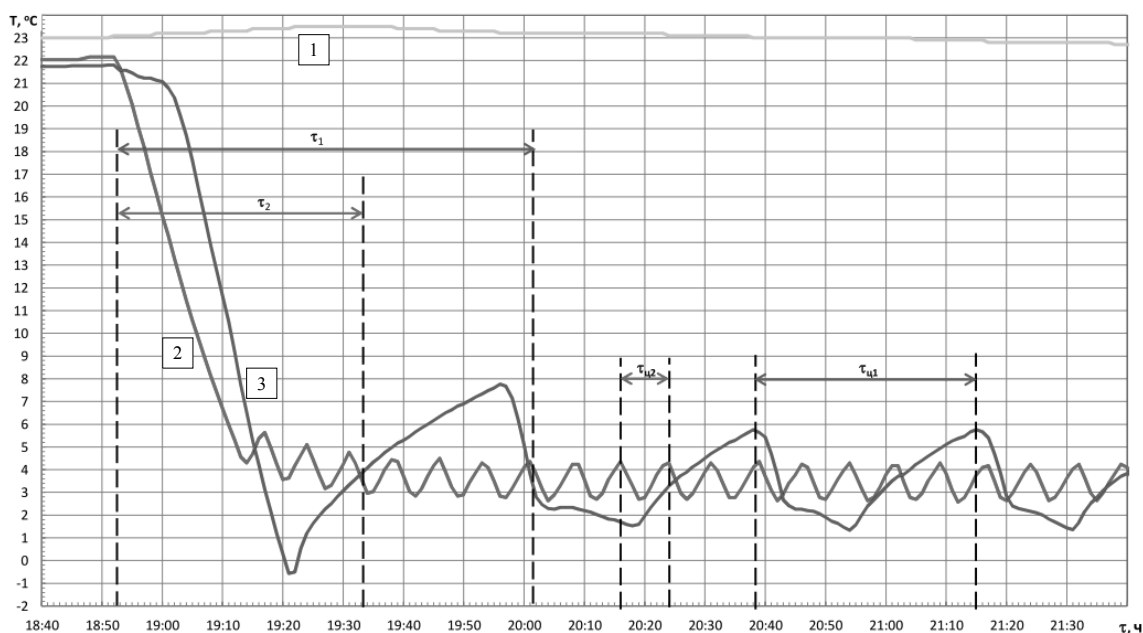


Рис. 4. Среднеобъемные температуры внутри образцов при выходе на режим: 1 —  $T_a$ ; 2 — образец № 1; 3 — образец № 2

Fig. 4. Medium-volume temperature changes inside samples when entering the mode: 1 —  $T_a$ ; 2 — sample № 1; 3 — sample № 2

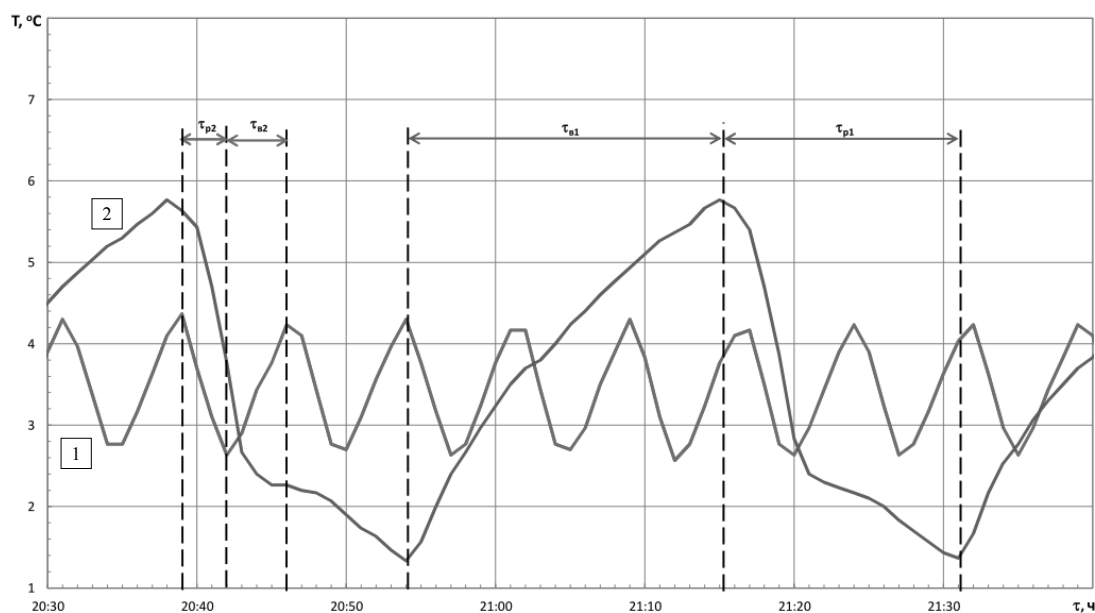


Рис. 5. Коэффициенты рабочего времени образцов: 1 — образец № 1; 2 — образец № 2

Fig. 5. Coefficients of samples' operation time: 1 — sample № 1; 2 — sample № 2

где  $T_1$  — температура воздуха на верхней полке,  $T_2$  — температура воздуха на средней полке,  $T_3$  — температура воздуха на нижней полке (рис. 2).

Согласно рис. 4, выход на режим образца № 1 составляет 40 мин, а образца № 2 — 70 мин. При этом у образца № 2 наблюдается «провал» среднеобъемной температуры в отрицательную область. Амплитуда у модернизированного образца значительно больше, в среднем она превышает 1,5 К.

Коэффициент рабочего времени определялся согласно формуле:

$$B = \frac{\tau_p}{\tau_p + \tau_n}, \quad (2)$$

где  $\tau_p$  — суммарное время работы с включенным холодильным агрегатом, с;

$\tau_n$  — суммарное время работы с выключенным холодильным агрегатом, с.

Коэффициенты рабочего времени образцов практически одинаковы и составляют  $B=0,4$  (рис. 5).

Следующий этап испытаний проводился в установленном режиме. Результаты испытаний представлены на рис. 6 и 7.

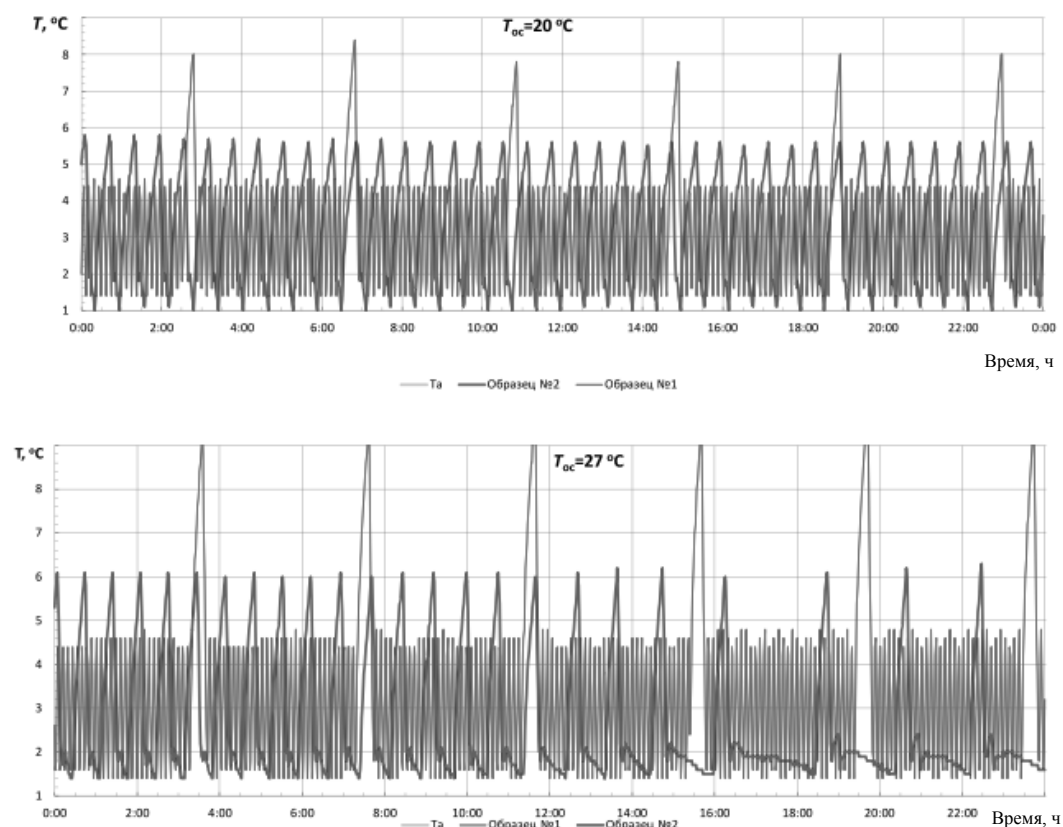


Рис 6. Суточное изменение среднееобъемной температуры образцов без испытательных пакетов

Fig 6. Medium-volume temperature changes of samples without test packages for 24 hours

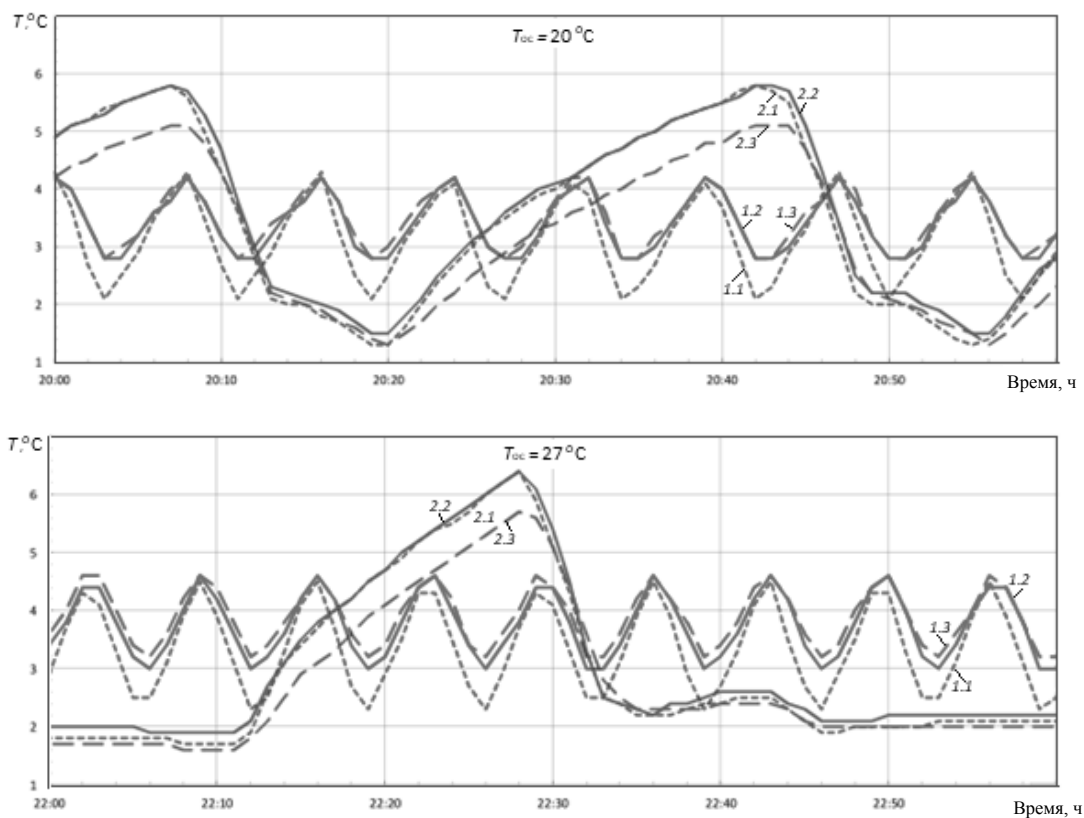


Рис 7. Часовое изменение температуры образцов по полкам без испытательных пакетов.

Образец № 1: 1.1 —  $T_1$ ; 1.2 —  $T_2$ ; 1.3 —  $T_3$ ; Образец № 2: 2.1 —  $T_1$ ; 2.2 —  $T_2$ ; 2.3 —  $T_3$

Fig 7. Temperature changes of samples on shelves without test packages for hour.

Sample № 1: 1.1 —  $T_1$ ; 1.2 —  $T_2$ ; 1.3 —  $T_3$ ; Sample № 2: 2.1 —  $T_1$ ; 2.2 —  $T_2$ ; 2.3 —  $T_3$

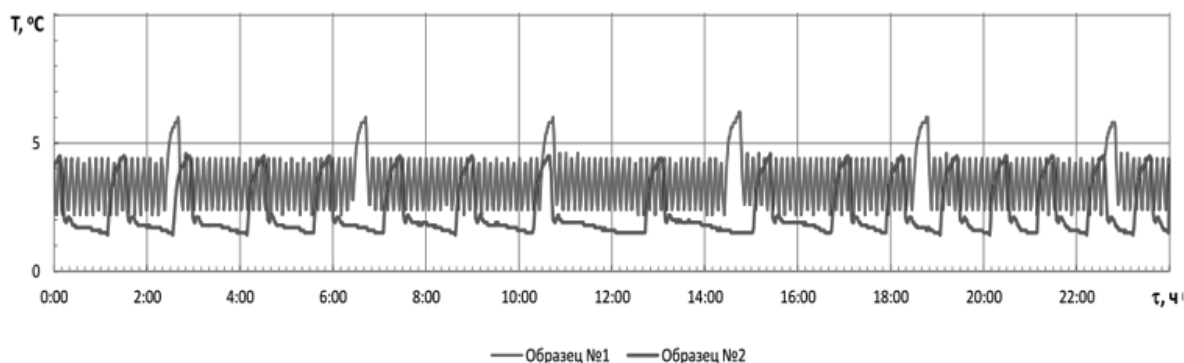


Рис. 8. Суточный график изменения температур на входе в испаритель

Fig. 8. Temperature changes at evaporator inlet for 24 hours

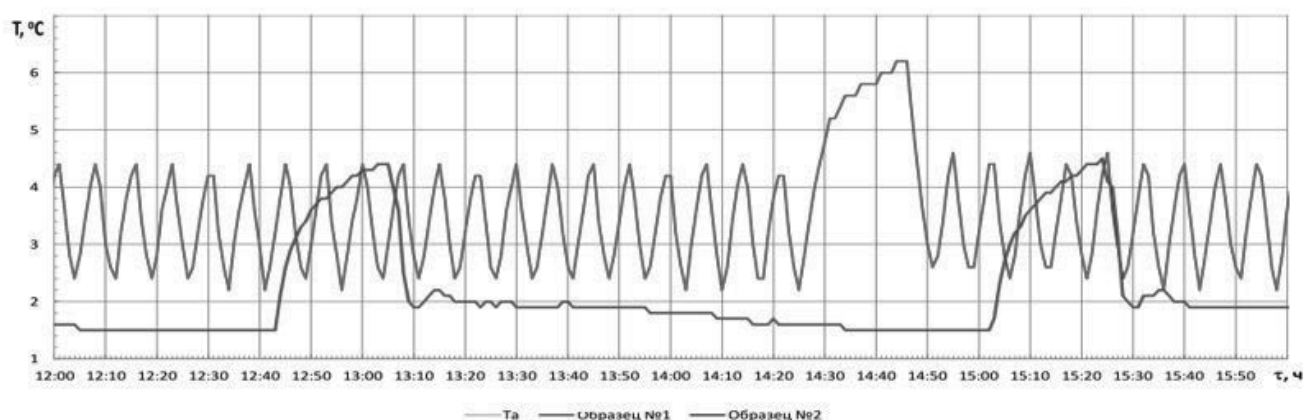


Рис. 9. Часовой график изменения температур на входе в испаритель

Fig. 9. Temperature changes at evaporator inlet for hour

Рис. 7 иллюстрирует изменение среднеобъемной температуры образцов за сутки, при температурах окружающей среды  $T_{oc}=20^{\circ}\text{C}$  и  $27^{\circ}\text{C}$ . Пики, наблюдаемые у образца № 1, отображают включение режима «оттайки», который задается контроллером. У образца № 2 при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  наблюдается изменение цикла работы компрессора, что, вероятнее всего, связано с самообучаемым алгоритмом управления контроллера [8]. При рассмотрении представленных графиков отчетливо прослеживается закономерность, что у образца № 2 амплитуда изменения температуры больше, чем у образца № 1.

На рис. 7 приведены характеристики изменения температур при тех же условиях, которые описаны выше, но в зависимости от расположения датчиков по высоте.

Изменение температуры, например, за цикл для средней полки при температуре окружающей среды  $20^{\circ}\text{C}$  составляет: для образца № 1 от 2,8 до 5,6 К, для образца № 2 от 1,3 до 6,0 К, а при  $27^{\circ}\text{C}$  — для образца № 1 от 3,0 до 4,8 К и для образца № 2 от 1,7 до 6,4 К.

Средняя разность температур между датчиками полок образцов почти одинакова и колеблется от 0,2 до 0,5 К, что вполне удовлетворяет техническим требованиям производителей ХШ.

На втором этапе исследования произведена загрузка образцов испытательными пакетами, согласно рис. 2. Образцы при комнатной температуре помещались в холодильную камеру (дополнительное охлаждение об-

разцов не предусмотрено условиями исследования). Регистрация температурного режима в холодильной камере начиналась при достижении пакетами температуры  $5^{\circ}\text{C}$ .

Температуру полезного объема и испытательных пакетов после стабилизации температурного режима считывали в трех контрольных точках ( $T_{in}$  — верхняя полка,  $T_{2n}$  — средняя полка,  $T_{3n}$  — нижняя полка) датчиками температуры  $NTC$ , подключенными к контроллерам IR33 и PJ-EASY, расположенным согласно рис. 2.

На рис. 8, 9 представлено суточное изменение температуры воздуха на входе в испаритель ( $T_{вх}$ ) при наружной температуре  $T_{oc}=27^{\circ}\text{C}$ . При рассмотрении представленных характеристик видно, что рабочий цикл образца № 2 после загрузки испытательными пакетами изменился и появился дополнительный, почти горизонтальный участок. После включения компрессора идет резкое понижение температуры до определенного уровня, а затем длительное время температура поддерживается около требуемой величины «уставки».

Изменение температуры испытательных пакетов при различных температурах окружающей среды представлено на рис. 10. При температуре окружающей среды  $20^{\circ}\text{C}$ , например, для средней полки: изменение температуры испытательного пакета образца № 1 и для образца № 2 не происходит, а при  $27^{\circ}\text{C}$  для образца № 1 составляет 0,2 К, а для образца № 2 — 0,4 К.

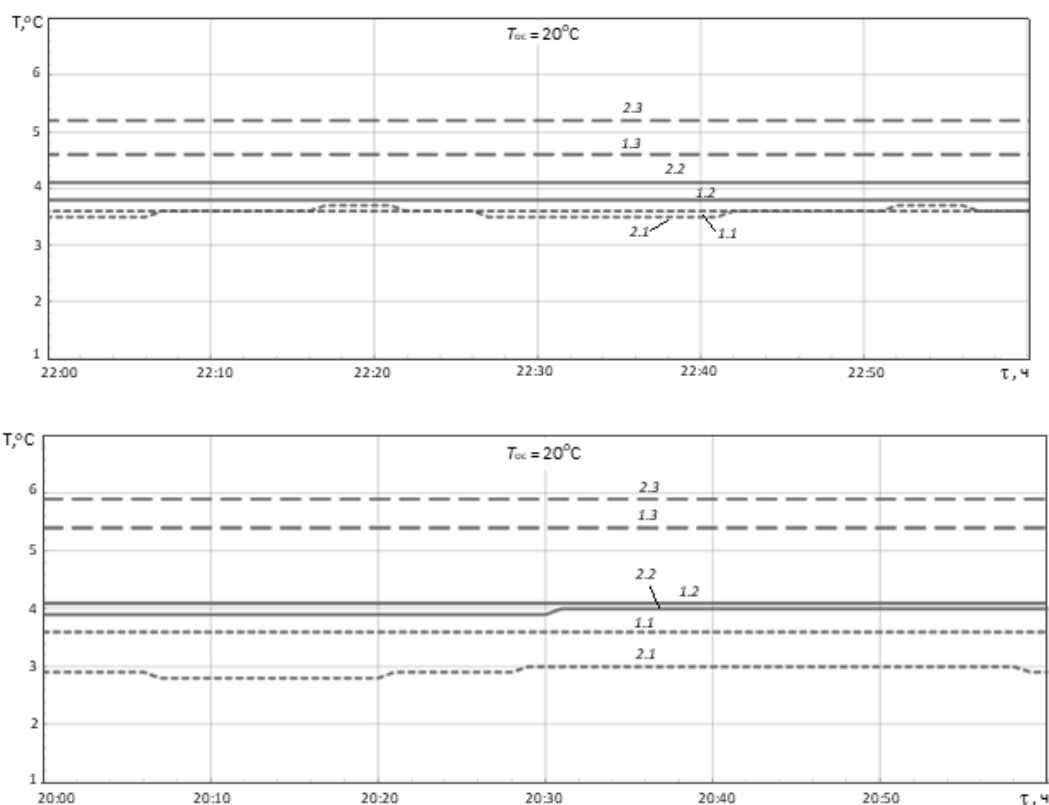


Рис. 10. Температуры испытательных пакетов в зависимости от размещения внутри ХШ в 1 ч. Образец № 1: 1.1 —  $T_1$ ; 1.2 —  $T_2$ ; 1.3 —  $T_3$ ; Образец № 2: 2.1 —  $T_1$ ; 2.2 —  $T_2$ ; 2.3 —  $T_3$ ;

Fig. 10. Temperatures of test packages depending on their location inside refrigerator cabinet for one h. Sample № 1: 1.1 —  $T_1$ ; 1.2 —  $T_2$ ; 1.3 —  $T_3$ ; Sample № 2: 2.1 —  $T_1$ ; 2.2 —  $T_2$ ; 2.3 —  $T_3$

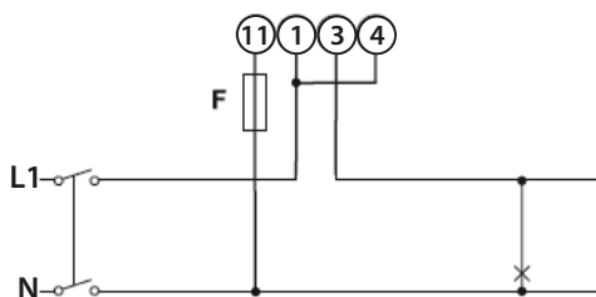


Рис. 11. Схема подключения анализатора электроэнергии

Fig. 11. Connection of electrical energy analyzer

При температуре окружающей среды 20 °С изменение разности температур между средними значениями на верхней и нижней полках у образца № 1 составляет 1,1 К, у образца № 2—1,9 К, а при температуре 27 °С, соответственно, 1,9 К и 3,0 К.

Во время проведения температурных испытаний проводились измерения потребляемой электроэнергии и токов.

Кабель питания каждого из образцов был подключен через анализатор электроэнергии ENERGY METER [11, 12, 13], в соответствии со схемой подключения, изображенной на рис. 11.

Считывание потребляемой мощности проводилось при номинальном напряжении питающей сети.

На рис. 12, 13 представлены графики потребляемой мощности ХШ.

Согласно приведенным характеристикам минимальная потребляемая мощность для образца № 1 составляет 40 Вт, а образца № 2 составляет 10 Вт, что соответствует мощностям вентиляторов, установленных в воздухоохладителях, которые работают постоянно. У образца № 2 прослеживается изменение циклов работы в зависимости от температуры окружающей среды. С ростом  $T_{oc}$  цикл увеличивается, появляется дополнительный горизонтальный участок, величина которого не постоянна.

### Заключение

При проведении испытаний наблюдалось расслоение температурного поля по объему ХШ, особенно у образца № 2, что говорит о малой эффективности системы воздухораспределения внутри ХШ.

Разница температур между температурой «уставки» контроллера и среднеобъемной температурой можно объяснить несимметричным дифференциалом 3 К.

При испытаниях без загрузки и при практически одинаковой температуре воздуха на входе в испаритель изменение температур от минимальных до максимальных значений на полках в образце № 2 больше в среднем на 2,5 К, чем у образца № 1. При испытании с загрузкой испытательными пакетами эти значения выравниваются и расхождение не превышает 0,5 К.

На отдельных режимах у образца № 2 (рис. 4) имеет место появление отрицательных температур или близких к ним.

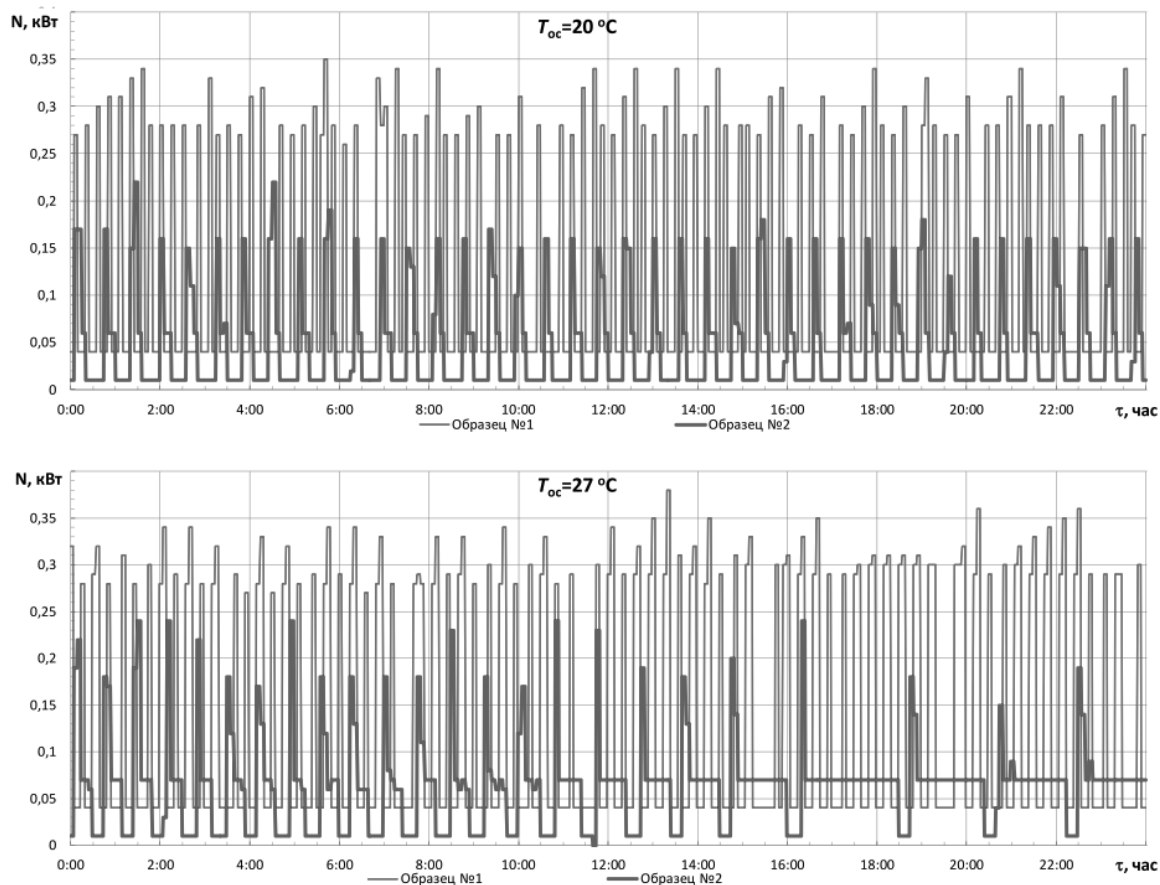


Рис. 12. Потребляемая мощность без загрузки испытательными пакетами

Fig. 12. Power consumption without load

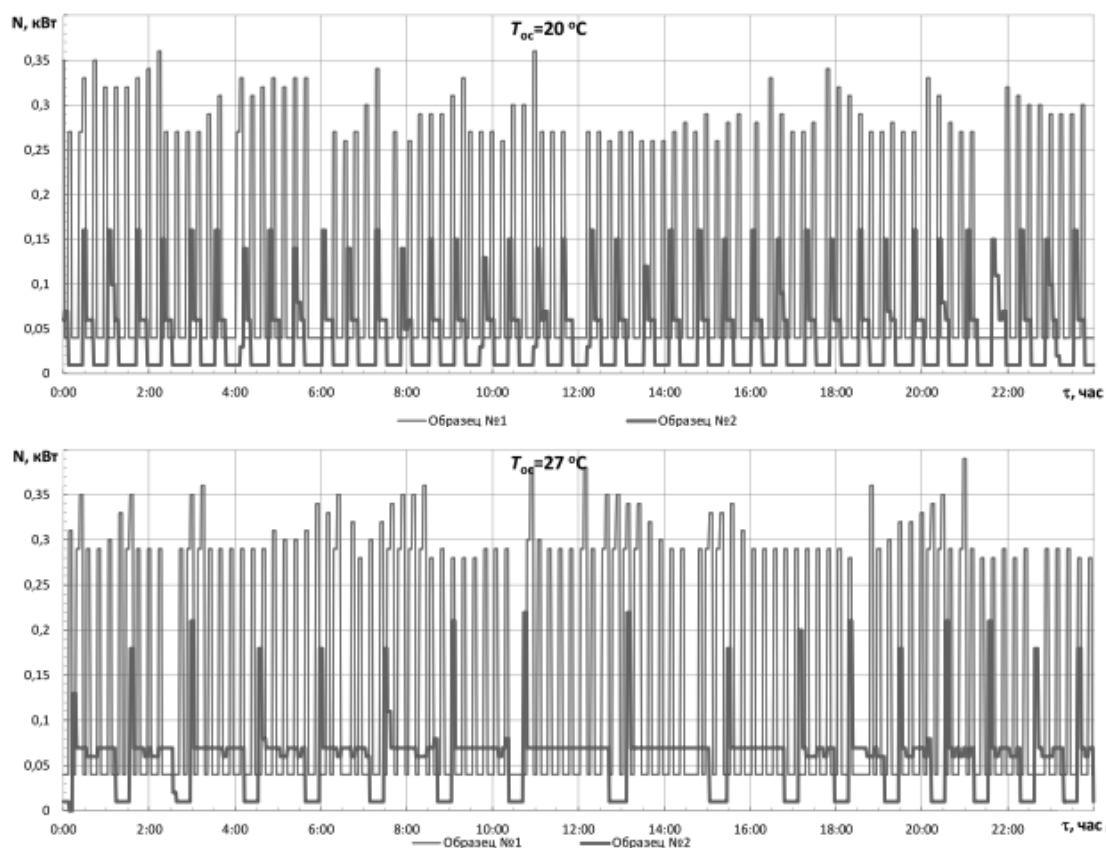


Рис. 13. Потребляемая мощность с загрузкой испытательными пакетами

Fig. 13. Power consumption when loaded by test packages

С повышением температуры наружного воздуха при всех испытаниях температура в контрольных точках камер Образцов повышается минимально.

При испытании с загрузкой испытательными пакетами на графиках прослеживается стабильная температура во всех образцах и по всему объему ХШ. Максимальный перепад температур в зависимости от расположения испытательных пакетов приходится на образец № 2 (рис. 10) при температуре окружающей среды 27 °С и составляет 3 К.

При исследовании энергетической эффективности образцов установлено, что потребление электроэнергии при применении образца № 2 в среднем меньше в 2,5 раза по сравнению с образцом № 1.

Если рассматривать режимы с загрузкой и без загрузки образцов, наблюдается меньшее потребление электроэнергии, что обусловлено большей температурной инерционностью исследуемых объектов.

В образце № 1 при изменении температуры окружающей среды коэффициент рабочего времени возрастает с 0,38 до 0,43.

В образце № 2 применен самообучающийся контроллер нового поколения с гибкой системой регулирования производительности, где одним из основных критериев регулирования является минимизация энергопотребления [14, 15], что подтверждено результатами проведенного исследования.

## Литература

## References

1. Mitropov V. V., Tsvetkov O. B., Laptev Y. A., Babich A. Y. Thermodynamic assessment screening and trade-offs in alternative working fluids selection for refrigeration heat pumping and organic Rankine cycles // *Journal of Physics: Conference Series*. 2019, Vol. 1385, No. 1, pp. 012021.
2. Цветков О. Б., Лантев Ю. А., Митропов В. В., Просторова А., Зайнуллина Э. Кигалийская поправка в контексте глобальных климатических императивов // *Холодильная техника*. 2019. № 4. С. 24–30.
3. Parreira E. P., Parise J. A. R. Performance analysis of capacity control devices for heat-pump reciprocating-compressors. // *Heat Recovery Syst CHP*. 1993. 13 (5). p. 451–461.
4. Vargas J. V. C., Parise J. A. R. Simulation in transient regime of a heat-pump with closed-loop and on off control. // *International Journal of Refrigeration*. 1995. 18 (4). P. 235–243.
5. Tassou S. A., Qureshi T. Q. Comparative performance evaluation of positive displacement compressors in variable-speed refrigeration applications. // *International Journal of Refrigeration*. 1998. 21 (1). P. 29–41.
6. Leducq D., Guilpart J., Trystram G. Low order dynamic model of a vapor compression cycle for process control design. // *Journal of Food Process Engineering*. 2003. 26 (1). P. 67–91.
7. Silva F. V., Schmitz J. E., Neves Filho L. C., Fileti A. M. F., Silveira Junior V. Saving energy using fuzzy control applied to a chiller: an experimental study. // *Clean Techn. Environ Policy*. 2012, vol. 14, pp. 535–554.
8. Park Y. C., Kim Y. C., Man-Ki Min. Performance analysis on a multi-type inverter air conditioner. *Energy Conversion and Management*. 2001, Vol. 42, pp. 1607–1621.
9. ГОСТ 32560.2–2013 (ISO 23953–2:2005) Шкафы, прилавки и витрины холодильные торговые. Требования, методы и условия испытаний.
10. ГОСТ Р МЭК 60335-2-24-2001 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Дополнительные требования к холодильникам, морозильникам, устройствам для производства льда и методы испытаний.
11. HEEZ Sistema, User manual, CAREL INDUSTRIES. S. p. A. Headquarters. 2018, p. 96.
12. CAREL eMeter, User manual, CAREL INDUSTRIES. HQs. 2018, p. 52.
13. Карчин В. В., Мясникова Т. В. Снижение потерь электроэнергии путем уменьшения неравномерности электропотребления // *Вестник Чувашского университета*. 2017. № 3. С. 90–98.
1. Mitropov V. V., Tsvetkov O. B., Laptev Y. A., Babich A. Y. Thermodynamic assessment screening and trade-offs in alternative working fluids selection for refrigeration heat pumping and organic Rankine cycles. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019, Vol. 1385, No. 1, pp. 012021.
2. Tsvetkov O. B., Laptev Yu. A., Mitropov V. V., Prostorova A., Zainullina E. Kigali amendment in the context of global climate imperatives. *Kholodilnaya tekhnika*. 2019. No. 4. Pp. 24–30. (in Russian)
3. Parreira E. P., Parise J. A. R. Performance analysis of capacity control devices for heat-pump reciprocating-compressors. *Heat Recovery Syst CHP*. 1993. 13 (5). p. 451–461.
4. Vargas J. V. C., Parise J. A. R. Simulation in transient regime of a heat-pump with closed-loop and on off control. *International Journal of Refrigeration*. 1995. 18 (4). P. 235–243.
5. Tassou S. A., Qureshi T. Q., Comparative performance evaluation of positive displacement compressors in variable-speed refrigeration applications. *International Journal of Refrigeration*. 1998. 21 (1). P. 29–41.
6. Leducq D., Guilpart J., Trystram G. Low order dynamic model of a vapor compression cycle for process control design. *Journal of Food Process Engineering*. 2003. 26 (1). P. 67–91.
7. Silva F. V., Schmitz J. E., Neves Filho L. C., Fileti A. M. F., Silveira Junior V. Saving energy using fuzzy control applied to a chiller: an experimental study. *Clean Techn. Environ Policy*. 2012, vol. 14, pp. 535–554.
8. Park Y. C., Kim Y. C., Man-Ki Min. Performance analysis on a multi-type inverter air conditioner. *Energy Conversion and Management*. 2001, Vol. 42, pp. 1607–1621.
9. State Standard 32560.2–2013 (ISO 23953–2: 2005) Cabinets, counters and display cases for commercial refrigeration. Requirements, methods and test conditions. (in Russian)
10. State Standard R IEC 60335-2-24-2001 Safety of household and similar electrical appliances. Additional requirements for refrigerators, freezers, ice-making devices, and test methods. (in Russian)
11. HEEZ Sistema, User manual, CAREL INDUSTRIES. S. p. A. Headquarters. 2018, p. 96.
12. CAREL eMeter, User manual, CAREL INDUSTRIES. HQs. 2018, p. 52.
13. Karchin V. V., Myasnikova T. V. Reduction of power losses by reducing uneven power consumption. *Bulletin of the Chuvash University*. 2017. No. 3. C. 90–98. (in Russian)

14. Волков С. В. и др. Система автоматического контроля и управления параметрами объекта. Сборник трудов Международного симпозиума «Надежность и качество». 2014. Т. 2.
15. Коверникова Л., Тульский В., Шамонов Р. Качество электроэнергии в ЕЭС России. Текущие проблемы и необходимые решения // Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. №. 2. С. 40–51.
14. Volkov S. V. et al. system of automatic control and control of object parameters. Proceedings of the international Symposium «Reliability and quality». 2014. Vol. 2. (in Russian)
15. Kovernikova L., Tulsy V., Shamanov R. Quality of electricity in the UES of Russia. Current problems and necessary solutions. *Electricity. Transmission and distribution*. 2016. no. 2. Pp. 40–51. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Татаренко Юлия Валентиновна

К. т. н., доцент, старший преподаватель факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, lavrtat@mail.ru

#### Митропов Владимир Викторович

К. т. н., старший преподаватель факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, v\_mit@mail.ru

#### Никитин Андрей Алексеевич

К. т. н., доцент факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, andyquest@mail.ru

#### Рябова Татьяна Владимировна

К. т. н., старший преподаватель факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, ryabova\_tatyana@itmo.ru

#### Муравейников Сергей Сергеевич

Аспирант факультета низкотемпературной энергетики Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, mur\_618@mail.ru

### Information about authors

#### Tatarenko Julia V.

Ph. D., Associate professor, Senior teacher of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, lavrtat@mail.ru

#### Mitropov Vladimir V.

Ph. D., Senior teacher of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, v\_mit@mail.ru

#### Nikitin Andrey A.

Ph. D., Associate professor of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, andyquest@mail.ru

#### Ryabova Tatyana V.

Ph. D., Senior teacher of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, ryabova\_tatyana@itmo.ru

#### Muraveinikov Sergey S.

Graduate student of Faculty of Cryogenic Engineering of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, mur\_618@mail.ru



## The 20<sup>th</sup> China (Guangzhou) International Food Exhibition & Import Food Exhibition 2020

03-05 June 2020

China (Guangzhou) International Food Exhibition & Import Food Exhibition (IFE China) is one of the Informa trade events under Informa GE Asia's portfolio. The 20<sup>th</sup> edition will be held on 3-5 June in Guangzhou, an industrial base and import and export hub for food business. With years of accumulation, IFE China becomes a leading B2B platform covering the whole value chain of food industry. The event presents extensive opportunities to all participants to get in touch with prospective business partners in China. It is a must-attend platform for overseas food companies to enter the China market.

### Contact us:

Guangzhou Informa Yi Fan Exhibitions Co., Ltd.

Address: Room 1103-1104, No.996 Xin Gang East Road, Guangzhou, 510000, China

Tel: 86-020-29191521. Fax: 86-020-29191501

E-mail: info@ifechina.com

<http://www.ifechina.com>