

ФЕЛЬКЕР М. Н., КОЗЛОВ О. Н., БОЦЕВИЧ К. А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ
РАЗНЫХ КОМПОНОВОК ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ
УДК 004.3, ВАК 05.13.15/2.3.2, ГРНТИ 50.01.83

Исследование эффективности
воздушного охлаждения разных
компоновок персональных
компьютеров

Study of the efficiency of air cooling
of different layouts of personal
computers

**М. Н. Фелькер, О. Н. Козлов,
К. А. Боцевич**

**M. N. Fel'ker, O. N. Kozlov,
K. A. Bocevich**

Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет, Березниковский филиал,
г. Березники

Perm National Research Polytechnic
University, Berezniki branch
Berezniki

*Исследована эффективность
воздушного охлаждения разных
компоновок персонального
компьютера. Произведено три
эксперимента с измерением нагрева
компонентов внутри корпуса. Получен
вывод о недостаточности
возможности охлаждения в
системном блоке устаревшей
компоновки.*

*The efficiency of air cooling of
various layouts of a personal computer
is studied. Three experiments were
carried out to measure the heating of
components inside the case. A
conclusion about the insufficiency of
the cooling capacity in the system unit
of the outdated layout is made.*

Ключевые слова: *персональный
компьютер, охлаждение, компоновка,
эксперимент.*

Keywords: *personal computer,
cooling, layout, experiment.*

Введение

Персональные компьютеры (РС) – однопользовательская ЭВМ, имеющая эксплуатационные характеристики бытового прибора и универсальные функциональные возможности. ПК широко распространены в повседневной жизни. Их часто применяют в развлекательных, образовательных, экономических и многих других сферах [1]. Каждый компьютер, от самых маленьких домашних ПК до самых громоздких игровых установок, выделяет тепло во время работы – тепло, которое может убить драгоценные внутренние компоненты вашего компьютера, если вы не будете осторожны [2]. Для того, чтобы повысить качество работы и продлить срок службы оборудования, находящегося внутри корпуса ПК, ставят различные системы охлаждения [3].

Они представляют собой набор специализированных средств, функционирующих непрерывно, системно и слаженно на протяжении всего времени, пока компьютер активно используется. Существует 2 типа систем охлаждения: активная и пассивная [4]. При пассивном охлаждении тепло отводится от нагреваемых частей через радиатор напрямую в окружающий воздух путем обычной конвекции и инфракрасного излучения. При активном охлаждении, кроме конвекции и ИК-излучения, используется еще и обдув вентилятором, усиливающим интенсивность конвекции («cooler» или «кулер»). Итак, по принципу отведения тепла от нагреваемых частей компьютера, системы охлаждения бывают: воздушного охлаждения, жидкостного охлаждения, фреоновые, открытого испарения и комбинированные (на базе элементов Пельтье и ватерчиллер).

В данной статье рассматривается воздушная система охлаждения. Эффективность данного метода зависит от некоторых условий. Таковыми являются полезная площадь радиатора, материал, из которого его сделали, а также то, с какой скоростью проходит поток воздуха. Скажем, по сравнению с алюминием медь является лучшим проводником тепла. Однако за медь, конечно, придется и заплатить больше. Также для того, чтобы радиатор лучше отдавал тепло, могут применить чернение его поверхности [5].

Подобное охлаждение также подразделяют на пассивное и активное [6]. При активном охлаждении, кроме радиатора, необходим еще и вентилятор для более интенсивного отвода тепла в окружающее пространство. Обычно вентиляторы активного охлаждения, которые также называют кулерами, используют для того, чтобы охлаждать самые «горячие» компоненты компьютера. Таковыми являются видеокарта и процессор [7]. Установка пассивного охлаждения преимущественно производится на те элементы компьютера, которые нагреваются во время работы, но не очень сильно. Все потому, что эффективность такого охлаждения намного меньше, чем у активного охлаждения.

У воздушного охлаждения есть ряд положительных черт по сравнению с водными, фреоновыми и др [8]. Безусловно, стоимость вентиляторов для охлаждения по сравнению со стоимостью установок для жидкостного охлаждения намного меньше. Еще одно достоинство заключается в том, что устройство просто устанавливается. Однако помимо плюсов у этого метода есть и ряд минусов. у охлаждения небольшая эффективность [9]. Иногда появляются проблемы с процессорами, которые сильно разогнаны, а также с мощными системами, в которых применяется пара видеокарт. Также недостатками являются высокий уровень шума и большие габариты радиаторов. Для того, чтобы добиться эффективного охлаждения без применения шумных вентиляторов, у системного блока должно быть низкое сопротивление для воздуха, проходящего через него (аэродинамическое сопротивление [10]). Иначе говоря, когда воздух с трудом пробивается через тесное пространство, которое наполнено компонентами и кабелями, то появляется необходимость в установке вентиляторов, у которых большое избыточное давление. А это неизбежно ведет к созданию сильного шума. Пыль тоже создает большие проблемы [11]. Чем

больше нужно прокачивать воздуха, тем чаще необходимо производить чистку внутри корпуса.

Однако удачное расположение в комбинации с конструкцией системного блока спасает от большинства негативных последствий. При этом не существует какого-то наилучшего расположения комплектующих ПК. По этой причине приходится подбирать разные конфигурации системного блока, что занимает много времени и не гарантирует лучший из возможных результатов. Поэтому представляется актуальной целью настоящей работы – исследовать 3 наиболее распространённых варианта расположения комплектующих ПК. Будут проведены ряд тестов, которые должны показать вариант с наименьшей температурой в ключевых местах системного блока.

Для данных тестов были использованы следующие компоненты:

1. Корпус Thermaltake Versa G1
2. Старый блок питания Corsair CX750M
3. Два жестких диска на 500 и 1000 Гб
4. Реобас Deepcool Rockman
5. Три вентилятора Deepcool GF-140 с рассеянным воздушным потоком
6. Два комплектного корпусного Thermaltake 1225
7. Thermalright TY-140 с прямым воздушным потоком
8. Материнская плата ASUS M5A97 с радиаторами
9. Две планки памяти Corsair CML15GX3M2A по 8 Гб
10. Восьмиядерный процессор AMD FX 8350
11. Кулер Zalman CNPS10X
12. Термопаста MX2
13. Видеокарта Palit JetStream 1070Ti

Температура в помещении для всех трех тестов была одинаковой: 25 °С

Конфигурация №1

Итак, стандартная двухконтурная система охлаждения, которая встречается повсеместно. Первый контур представляет блок питания, второй контур – всё остальное. Схема представлена на рисунке 1.

Один нагнетающий вентилятор установлен на фронтальную зону. Вентилятор кулера будет работать в автоматическом режиме. Вытяжные вентиляторы расположены сзади и сверху корпуса. Последний вентилятор расположен на боковой крышке. Все корпусные вентиляторы будут работать на полную мощность, обороты вентиляторов видеокарты зафиксированы на 50%.

После первого старта, одна из проблем уже была обнаружена – слишком громко. Температура процессора в простое уже 37 °С, показатели видеокарты в норме, за накопители можно не беспокоиться, так как им хватает воздуха от переднего вентилятора. Блок питания также в норме.

После запуска приложения для измерения вычислительной производительности LINPACK:

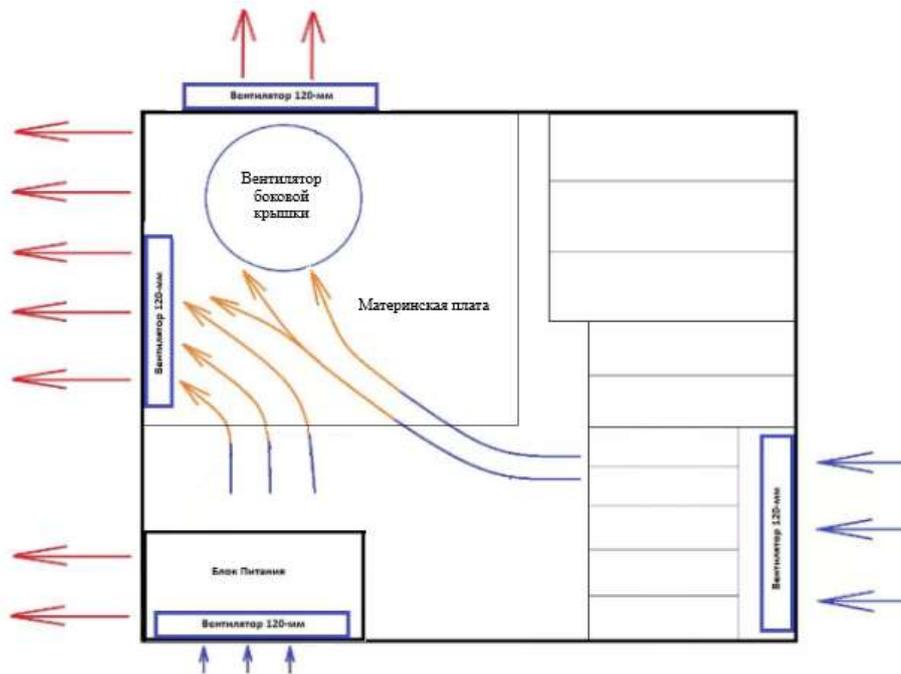


Рисунок 1. Схема конфигурации №1

Температура процессора составляет 68°C , а учитывая количество вентиляторов и их обороты, это плохой результат.

После открытия боковой крышки корпуса и измерения температуры видно, что радиаторы оперативной памяти неприятно теплые, а температура воздуха между кулером и видеокартой выше температуры воздуха в помещении на 20°C – это означает, что в этом месте застойная область воздушных масс.

После прохождения теста LINPACK прошло несколько минут, видеокарта и процессор не могут остыть до своих исходных температур. Из-за произвольных характеристик вентиляторов возникло превышение расхода вытяжных вентиляторов над нагнетающими, в результате чего последние перешли во флюгерный режим работы. То есть из корпуса выходит больше воздуха, чем в него поступает.

Конфигурация №2

Для этого тестирования используется трехконтурная система охлаждения. Первый контур – блок питания, второй контур – жесткие диски и видеокарта, третий контур – процессор.

Закрывается вся лишняя перфорация системного блока. Количество вытяжных вентиляторов сводится к минимуму, воздушные потоки организуются так, чтобы они омывали нагревающиеся элементы. Все корпусные вентиляторы будут работать на 50% от максимальной скорости вращения.

Один вентилятор установлен на фронтальной панели, один нагнетает воздух снизу. Разворачиваем кулер процессора и тыловой вентилятор.

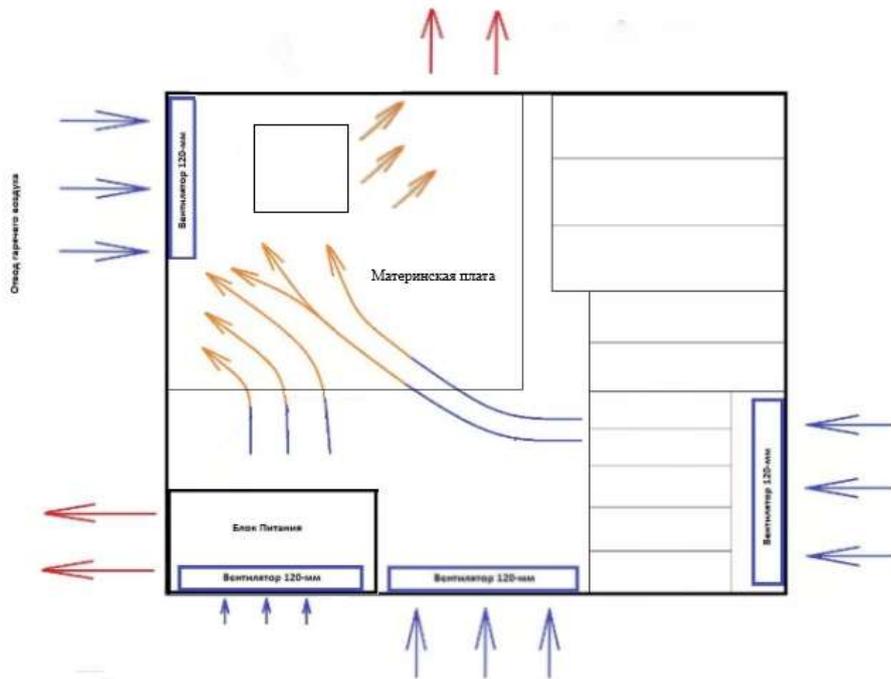


Рисунок 2. Схема конфигурации №2

Повторное тестирование:

- Температура процессора составляет 57°C
- Температура между процессором и видеокартой составляет 34°C

Заметим, температуры процессора и проблемной зоны между процессором и видеокартой упали. Это означает, что все делается правильно.

Конфигурация №3

Третья компоновка отличается необычными характеристиками:

1. Материнская плата развернута на 90 градусов
2. Все разъемы материнской платы находятся сверху
3. Видеокарта расположена вертикально
4. Нагнетающие вентиляторы расположены снизу конструкции
5. Теплый воздух выходит через верхние перфорации корпуса и через 1 вытяжной вентилятор.

При нагревании вещество расширяется и становится менее плотным. Чем меньше температура - тем больше плотность. Тем самым, один и тот же объем для холодного воздуха будет тяжелее, а для теплого – легче, поэтому холодный воздух будет подталкивать теплый воздух вверх. Таким образом естественная конвекция обеспечивает более эффективную теплопроводность и позволяет сократить подачу необходимого объема холодного воздуха в корпус. Это позволит снизить обороты ротора нагнетающего вентилятора и свести все шумы до минимума.

Повторное тестирование:

- Температура процессора составляет 50°C .
- Температура между процессором и видеокартой составляет 26°C .

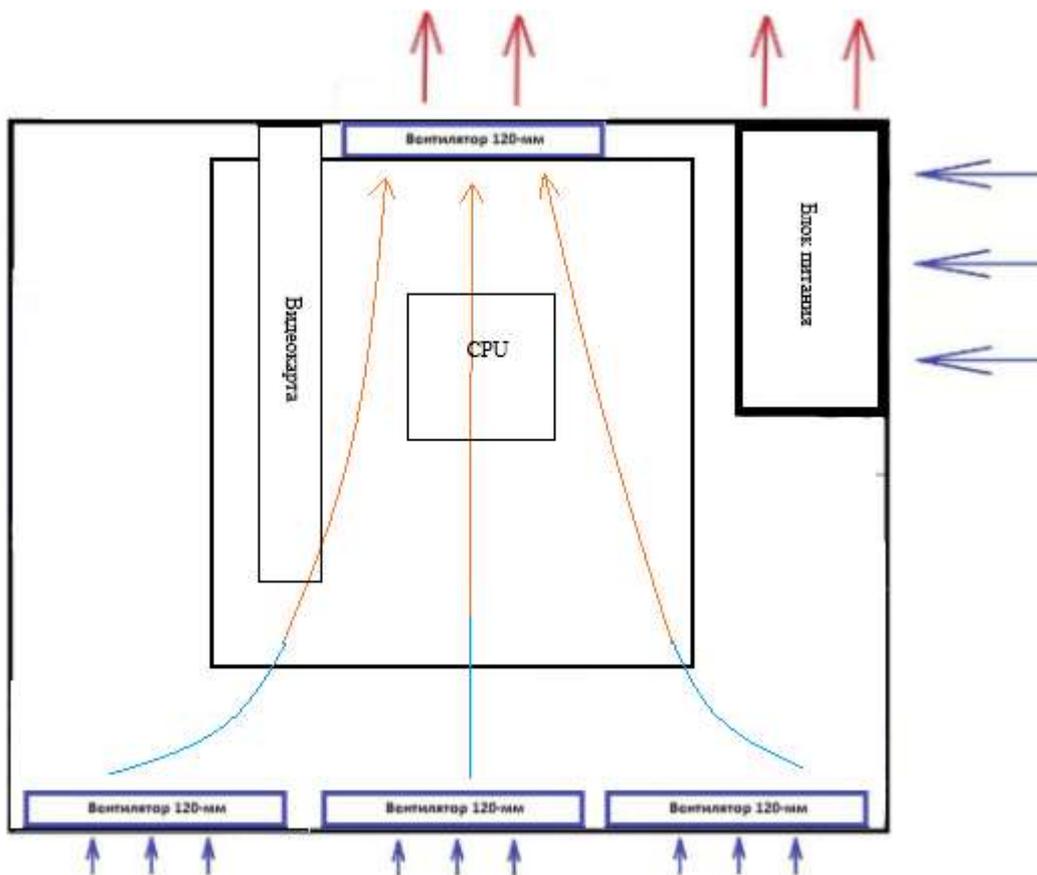


Рисунок 3. Схема конфигурации №3

Удалось организовать чрезвычайно эффективный поток воздушных масс. Вентиляторы находятся снизу конструкции и воздушные массы больше не спутываются. Они равномерно обволакивают все компоненты системы, а теплый воздух выходит через верхние перфорации корпуса и один вытяжной вентилятор.

Результаты всех экспериментов были помещены в таблицу:

Таблица 1. Таблица результатов тестирования

	CPU	GPU	VRM	CPU - GPU
Тест № 1	68°C	66°C	62°C	45°C
Тест № 2	57°C	61°C	43°C	34°C
Тест № 3	40°C	50°C	33°C	26°C

Лидером тестов стала компоновка №3. Она показала самые низкие температуры в ключевых местах.

В ходе проделанных тестов стало очевидно, что стандартная компоновка далека от совершенства в плане воздушного охлаждения. Для современного производительного компьютера общепринятая ATX компоновка разработанная Intel в 1995 году безнадежно устарела и не может обеспечить достаточный отвод тепла от комплектующих.

Список использованных источников и литературы

1. Слободецкий А. В. Система охлаждения персонального компьютера на основе теплообменных аппаратов // Инноватика. – 2020. – С.100-103.
2. Разуваев Я. И., Лелеков А. Т., Карчава О. В. К выбору оптимальной системы охлаждения компьютера // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. – 2015. № 14. – С. 62-63.
3. Помыткин В. А., Ворончихин С. Г., Земцов М. А., Флакман А. Л. Исследование процесса теплопередачи в системе жидкостного охлаждения эвм на основе феррофлюидов // Инженерный вестник Дона. – 2019. №9(60). – С. 41.
4. Затонский А. В., Тугашова Л. Г. Моделирование статического режима процесса ректификации с идентификацией состава и свойств нефти // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. № 6 (114). – С. 109-116.
5. Кулагин Ю. А., Бутенко В. Г., Баранов Е. О. Чернение поверхности металлов пикосекундным лазером // Российский химический журнал. – 2020. №4(64). – С. 78-83.
6. Котеленко С. В., Чижкин А. В. Основные типы систем охлаждения силовых трансформаторов, их сравнительная характеристика, недостатки и преимущества // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2021. №12. – С.65-67.
7. Штерн М. Ю., Штерн Ю. И., Шерченков А. А. Термоэлектрические системы для обеспечения тепловых режимов вычислительной техники // Известия вузов. Электроника. – 2011. №4(90). – С.30-38.
8. Ганичев А. Н., Аношкин Ю. И. Анализ возможности использования оборудования воздушного охлаждения в качестве альтернативного хорошего отвода тепла от атомной станции малой мощности // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2014. №3 (105). – С.139-144.
9. Кирин Ю. П., Затонский А. В., Беккер В. Ф. Построение моделей динамики сложных технологических объектов в позиционных системах управления // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. – 2009. № 3 (27). – С. 25-28.
10. Королев Е. В., Жамалов Р. Р. Аэродинамическое сопротивление плохо обтекаемых тел // Вестник НГИЭИ. – 2011. №1(2). – С.61-77.
11. Лисай О. Н. Исследование состава пыли и поведения частиц пыли в воздушной среде // ГИАБ. – 2009. №1. – С.191-194.

List of references

1. Slobodetsky A. V. Personal computer cooling system based on heat exchangers // Innovatika. – 2020. – P.100-103.
2. Razuvaev Ya. I., Lelekov A. T., Karchava O. V. To the choice of the optimal computer cooling system // Youth. Society. Modern science, technology and innovation. – 2015. No. 14. – P. 62-63.
3. Pomytkin V. A., Voronchikhin S. G., Zemtsov M. A., Flaksman A. L. Investigation of the heat transfer process in the system of liquid cooling of computers based on ferrofluids // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. No. 9 (60). – S. 41.

4. Zatonsky A. V., Tugashova L. G. Modeling the static regime of the rectification process with the identification of the composition and properties of oil. *Oil and gas*. – 2015. No. 6 (114). – S. 109-116.
5. Yu. A. Kulagin, V. G. Butenko, and E. O. Baranov, “Blackening of metal surfaces with a picosecond laser,” *Russian Chemical Journal*. – 2020. No. 4 (64). – S. 78-83.
6. Kotelenko S. V., Chizhkin A. V. The main types of cooling systems for power transformers, their comparative characteristics, disadvantages and advantages. *Izvestiya TulGU. Technical science*. – 2021. No. 12. – P. 65-67.
7. Shtern M. Yu., Shtern Yu. I., Sherchenkov AA Thermoelectric systems for providing thermal modes of computer technology. *Electronics*. – 2011. No. 4 (90). – P. 30-38.
8. Ganichev A. N., Anoshkin Yu. I. Analysis of the possibility of using air cooling equipment as an alternative good heat removal from a low-power nuclear power plant. R. E. Alekseeva. – 2014. No. 3 (105). – P.139-144.
9. Kirin Yu. P., Zatonsky A. V., Bekker V. F. Construction of models of the dynamics of complex technological objects in positional control systems // *Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University*. G. I. Nosova. – 2009. No. 3 (27). – S. 25-28.
10. E. V. Korolev and R. R. Zhamalov, “Aerodynamic drag of bluff bodies,” *Vestn.* – 2011. No. 1 (2). – P. 61-77.
11. O. N. Lisai, “Investigation of the composition of dust and the behavior of dust particles in the air,” *GIAB*. – 2009. No. 1. – P. 191-194.