

УДК 697.921.47

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ УСЛОВИИ  
УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА**

**INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS UNDER CONDITIONS  
OF DISPOSAL OF HEAT EXHAUST AIR**

©Хужаев П. С.

*Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими  
г. Душанбе, Таджикистан, parviz0774@inbox.ru*

©Khujaev P.

*Osimi Tajik technical university,  
Dushanbe, Tajikistan, parviz0774@inbox.ru*

©Назаров Р. С.

*Тюменский индустриальный университет  
г. Тюмень, Россия, nrs9898@bk.ru*

©Nazarov R.

*Tyumen Industrial University  
Tyumen, Russia, nrs9898@bk.ru*

©Алимардонов А. Б.

*Тюменский индустриальный университет  
г. Тюмень, Россия, ramir\_2806@mail.ru*

©Alimardonov A.

*Tyumen Industrial University  
Tyumen, Russia, ramir\_2806@mail.ru*

©Султонмамадов Х. П.

*Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими  
г. Душанбе, Таджикистан, habib-0692@mail.ru*

©Sultonmamadov Kh.

*Osimi Tajik technical university  
Dushanbe, Tajikistan, habib-0692@mail.ru*

*Аннотация.* В статье приведено обоснование необходимости использования механической приточно–вытяжной вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха в зданиях, позволяющей существенно снизить энергоемкость инженерных систем зданий.

Расчетным методом доказывається практическая эффективность использования в многоэтажных домах поэтапной утилизации теплоты вытяжного воздуха. В домах с различной этажностью энергосбережение различается, и авторы показывают наиболее простой метод определения этого эффекта.

Экономическая эффективность приведена как для собственников жилья, так и для жильцов.

В заключении авторы приводят практические рекомендации, которые реально позволят эффективно использовать и энергию посредством вытяжных систем.

*Abstract.* The article substantiates the necessity of using mechanical supply and exhaust ventilation with the utilization of heat of exhaust air in buildings, which allows to significantly reduce the energy intensity of engineering systems of buildings.

The calculation method proves the practical effectiveness of using in multi–storey ladies a phased utilization of the heat of exhaust air. In houses with different floors, energy saving is different and the authors show the most simple method of determining this effect.

Economic efficiency is given for both homeowners and residents. In conclusion, the authors give practical recommendations that will really allow the effective use of energy by means of exhaust systems.

*Ключевые слова:* вентиляция, отопление, утилизатор, теплоты вытяжного воздуха, механическая приточное вытяжная вентиляция.

*Keywords:* ventilation, heating, heat recovery, exhaust air heat, mechanical supply exhaust ventilation.

В настоящее время в мире показатели теплозащиты многоэтажных жилых зданий достигли достаточно высоких значений, поэтому поиск резервов экономии тепловой энергии находится в области повышения энергоэффективности инженерных систем.

Одно из ключевых энергосберегающих мероприятий с довольно высоким потенциалом экономии тепловой энергии — использование утилизаторов теплоты вытяжного воздуха в системах вентиляции.

Вопросы оценки энергоэффективности инженерных систем и конкретно, при строительстве жилых зданий рассматривают ряд авторов в своих работах [1–5].

Приточно–вытяжные вентиляционные установки с утилизацией теплоты вытяжного воздуха по сравнению с традиционными приточными системами вентиляции обладают рядом достоинств, к числу которых следует отнести существенную экономию тепловой энергии, расходуемой на нагрев вентиляционного воздуха (от 50% до 90% в зависимости от типа применяемого утилизатора). Также нужно отметить высокий уровень воздушно-тепловой комфортности, обусловленный аэродинамической устойчивостью вентиляционной системы и сбалансированностью расходов приточного и удаляемого воздуха [6].

В Республике Таджикистан в многоэтажных жилых зданиях распространение традиционно применяется система вытяжной вентиляции с естественным побуждением, использующая гравитационный напор, создаваемый разницей объемного веса более тяжелого наружного воздуха и более легкого внутреннего. При этом через не плотности оконных проемов или через специальные воздухопропускные устройства для вентиляции квартиры поступает свежий наружный воздух в объеме не меньше нормативного, нагрев которого обеспечивается системой отопления. Воздух из квартиры удаляется из «грязных» помещений, к которым относятся кухни, туалеты, ванные комнаты, вертикальными каналами, располагаемыми во внутренних перегородках, с самостоятельным выпуском его в атмосферу в зданиях в 5–6 этажей и менее.

В более высоких зданиях места для размещения индивидуальных каналов из каждого помещения стало не хватать, и вытяжные каналы из отдельных помещений, расположенных друг над другом, стали объединять в сборный вертикальный канал. Чтобы не происходило перетекания воздуха через сборный канал между этажами, присоединение вытяжки из каждого помещения к сборному каналу выполняли через канал–спутник длиной в один этаж. На чердаке сборные каналы и каналы–спутники с двух верхних этажей объединяли горизонтальными коробами, которые присоединяли к вытяжным шахтам, через которые удаляемый воздух выбрасывался на кровлю. Вытяжные шахты оборудовались зонтами для предотвращения попадания в каналы атмосферных осадков [7], (1–2).

Известны многочисленные недостатки естественной вытяжной вентиляции, устанавливаемой в жилых зданиях массовой застройки. В последние годы в связи с повышением герметичности зданий, увеличением содержания в них синтетических отделочных материалов, ужесточением требований к качеству внутреннего микроклимата эти недостатки обострились. При этом приток не является организованным — он получается таким, как получается, и зависит от степени уплотнения оконных и дверных обрамлений, а также от степени уплотнения ограждающих конструкций здания в целом. Существующие

вентиляционные системы обладают рядом недостатков. Во-первых, они не выполняют своей функции, то есть не обеспечивают того нормативного воздухообмена, который требуется для нормального функционирования здания. Существующие системы не обеспечивают данной степени воздухообмена. Во-вторых, воздухообмен здания со свободной вентиляцией зависит от очень большого количества факторов, которые невозможно учесть.

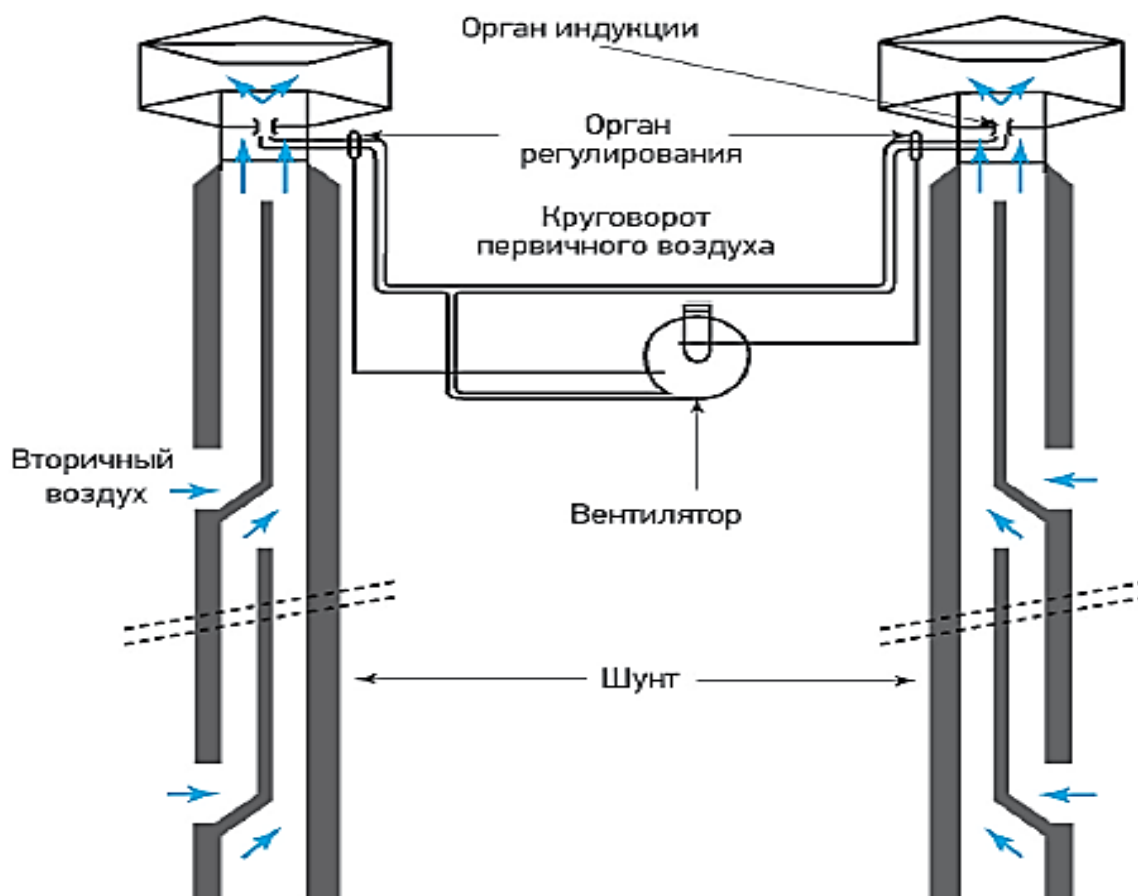


Рисунок 1. Схема системы вентиляции.

Во-первых, это этаж, на котором находится помещение. Во-вторых, характер и величина ветровой нагрузки на помещение. В-третьих, качество внутренней поверхности и чистоты вентиляционных каналов, которые по мере эксплуатации существенно зарастают, что, понятно, ухудшает вентиляцию. В-четвертых, степень герметизации здания (2).

Для улучшения качества воздушной среды жильцы прибегают к частым открытиям форточек и фрагуг в окнах. Неорганизованное поступление в помещение холодного наружного воздуха создает холодное дутье и ложится основной составляющей на расход тепла в системах отопления. В последнее время наметилась тенденция для вентиляции помещений применять у окон регулируемые приточные щелевые устройства, которые позволяют обитателям комнат влиять на поступление приточного наружного воздуха. Однако при этом не решается главная энергетическая задача в зданиях — снижение расходов тепла на их функционирование. Применение организованных приточно-вытяжных установок с включением в них аппаратов для утилизации теплоты выбросного вытяжного воздуха на нагрев приточного наружного является единственным энергетически, экономически и социально оправданным методом значительно (до 60–80%) сокращения расхода тепла на отопление и вентиляцию помещений в зданиях различного назначения.

Высокие цены на тепло– и электроэнергию не только делают их использование выгодным для хозяев, но и позволяют достичь приличного энергосбережения в масштабах страны, что в свою очередь, дает возможность развивать экономику, не наращивая потребление угля, нефти, электроэнергии. Приточно–вытяжные установки обеспечивают как приток, так и вытяжку из помещения отработанного воздуха. Существенным преимуществом приточно–вытяжных установок является встроенный теплоутилизатор, позволяющий использовать тепло удаляемого воздуха для подогрева приточного воздуха. Некоторые модели способны также осуществлять влагообмен с вытяжным воздухом.

К настоящему времени массовое применение нашли теплоутилизаторы:

- рекуперативного типа на базе пластинчатых воздушных теплообменников;
- регенеративные с вращающейся теплообменной насадкой;
- с промежуточным теплоносителем с теплообменниками «жидкость–воздух» (1).

Принцип действия подробно представлен в работе Хужаева П. С., Ибрагимова А. З., Тагойбекова Ш. С. [4].

Как известно, по своему исполнению в многоэтажных жилых зданиях теплоутилизаторы могут быть центральными на все здания или группу квартир и индивидуальными, поквартирными.

При сходных массогабаритных показателях наибольшей энергетической эффективностью обладают регенеративные теплоутилизаторы (80–95%), далее следуют рекуперативные (до 65%) и на последнем месте находятся теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем (45–55%). По своим конструктивным особенностям теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем мало пригодны для индивидуальной поквартирной вентиляции, и поэтому на практике их используют для центральных систем.

Регенеративные теплоутилизаторы обладают существенным недостатком — вероятностью смешивания определенной части удаляемого воздуха с приточным в корпусе аппарата, что, в свою очередь, может привести к переносу неприятных запахов и болезнетворных бактерий. Рекомендуется ограничить их область применения пределами одной квартиры, коттеджа или одного помещения в общественных зданиях.

Рекуперативные теплоутилизаторы, как правило, включают в свой состав два вентилятора (приточный и вытяжной), пластинчатый теплообменник, фильтры (Рисунок 2).

Воздухообмен производится следующим образом. Постоянно работающая приточно–вытяжная вентиляционная установка обеспечивает удаление воздуха из помещений, где выделяются теплоизбытки, влага и запахи. Загрязненный воздух выбрасывается на улицу через наружные решетки или в вытяжные каналы. Свежий приточный воздух фильтруется, подогревается в рекуператоре за счет тепла от вытяжного воздуха и подается по системе воздуховодов в помещения при помощи воздухораспределителей. За установкой приточный воздух дополнительно подогревается в калорифере до необходимой температуры. Работой системы вентиляции управляет автоматика. Система контролирует воздушные потоки, минимизируя энергозатраты в холодное время года за счет передачи тепла от вытяжного воздуха приточному (1).

Главной особенностью рекуперативных теплоутилизаторов является то, что теплоносители омывает стенку рабочей полости с двух сторон и при этом непрерывно движутся в определенном направлении (2). Именно эти системы чаще всего рассматриваются как метод энергосбережения, при котором удаляемый из здания воздух используется в теплый период года для предварительного охлаждения, а в холодный период – для подогрева приточного воздуха с уменьшением затрат энергии на подогрев приточного воздуха [8].

В регенераторах теплота вытяжного воздуха передается приточному воздуху через насадку, которая попеременно нагревается и охлаждается. Несмотря на высокую

энергоэффективность, регенеративные утилизаторы теплоты обладают существенным недостатком — вероятностью смешивания определенной части удаляемого воздуха с приточным в корпусе аппарата. Это, в свою очередь, может привести к переносу неприятных запахов и болезнетворных бактерий. Поэтому их обычно применяют в пределах одной квартиры, коттеджа или одного помещения в общественных зданиях.

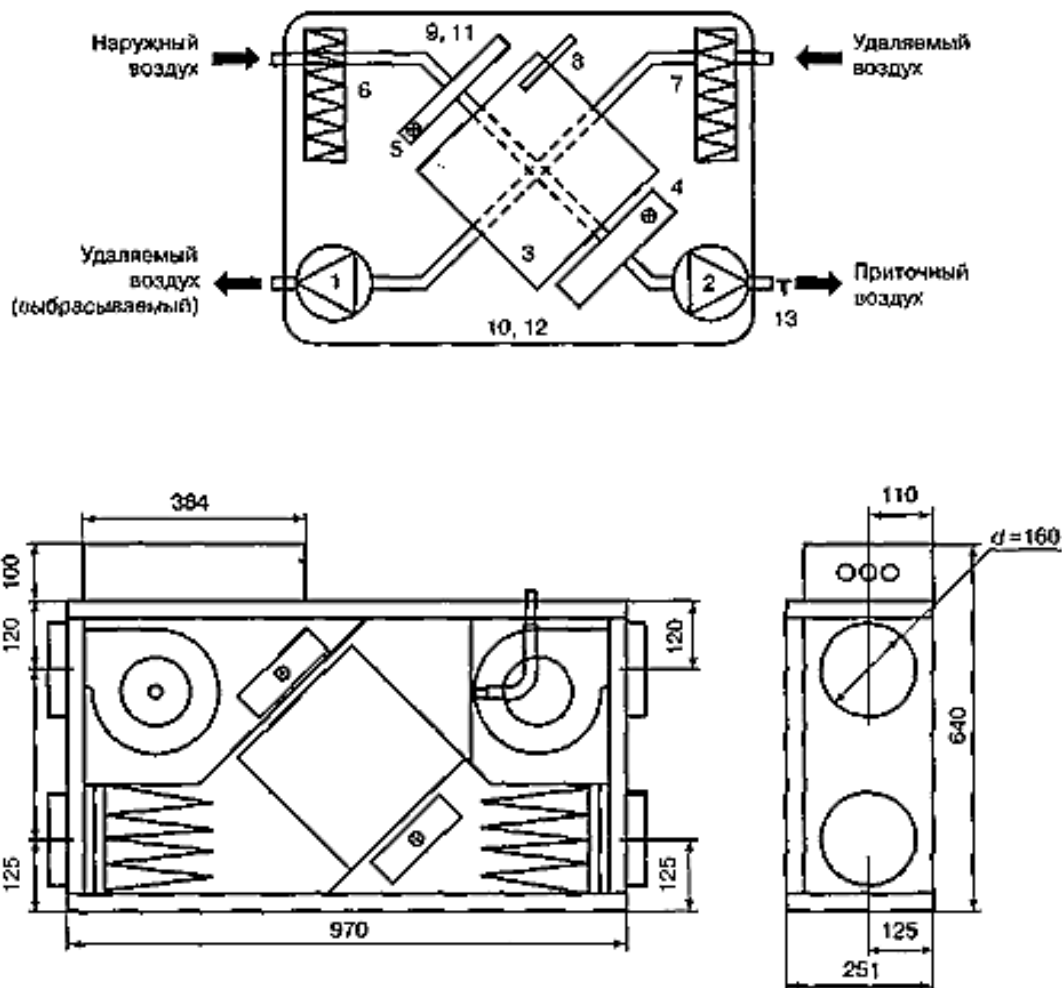


Рисунок 2. Схема рекуперативного теплоутилизатора: 1 — вентилятор удаляемого воздуха; 2 — вентилятор приточного воздуха; 3 — пластинчатый теплообменник; 4 — электрический нагреватель; 5 — подогреватель теплообменника; 6 — фильтр для наружного воздуха (класс EU5); 7 — фильтр для удаляемого воздуха (класс EU5); 8 — датчик против замерзания теплообменника; 9, 10 — автоматический сброс термозащиты; 11, 12 — ручной сброс термозащиты; 13 — датчик температуры приточного воздуха.

Таким образом, в базовых показателях распределение расходов тепловой энергии в типовой многоэтажной застройке осуществляется почти поровну между трансмиссионными теплотерями (50–55%) и вентиляцией (45–50%).

- Примерное распределение годового теплового баланса на отопление и вентиляцию:
- трансмиссионные теплотери — 63–65 кВт·ч/м<sup>2</sup> год;
  - нагрев вентиляционного воздуха — 58–60 кВт·ч/м<sup>2</sup> год;
  - внутренние тепловыделения и инсоляция — 25–30 кВт·ч/м<sup>2</sup> год.

Повысить энергоэффективность многоквартирных домов позволяет введение в практику массового строительства:

- современных систем отопления с использованием комнатных термостатов, балансировочных клапанов и погодозависимой автоматики тепловых пунктов;
- механических систем вентиляции с утилизацией теплоты вытяжного воздуха.

При сходных массогабаритных показателях наилучший результат в жилых зданиях показывают регенеративные утилизаторы теплоты (80–95%), далее следуют рекуперативные (до 65%) и на последнем месте находятся утилизаторы теплоты с промежуточным теплоносителем (45–55%) [6].

Таким образом, при установке рекуперативных теплоутилизаторов поквартирное появляется возможность:

- гибкого регулирования воздушно-теплого режима в зависимости от режима эксплуатации квартиры, в том числе с использованием рециркуляционного воздуха;
- защиты от городского, внешнего шума (при использовании герметичных светопрозрачных ограждений);
- очистки приточного воздуха с помощью высокоэффективных фильтров [6].

#### *Источники:*

1. Компактные приточно–вытяжные установки с регенерацией тепла. Режим доступа: <http://www.ages.ru/tech/heru.htm> (дата обращения 11.01.2017).
2. Три вида теплообменников по принципу действия. Режим доступа: <http://www.teplopuls.ru/> (дата обращения 08.02.2017).

#### *Список литературы:*

1. Титков Д. Г. Повышение энергоэффективности тепловых насосов при их использовании в системе утилизации теплоты удаляемого воздуха // Строительство: наука и образование. 2012. №4. С. 4.
2. Здитовецкая С. В., Володин В. И. Исследование эффективности утилизации теплоты в системах приточно–вытяжной вентиляции // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2014. №2. С. 91–96.
3. Овсянник А. В., Трошев Д. С. Оценка энергетической эффективности приточно–вытяжных вентиляционных систем с тепловыми насосами // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. 2014. №4 (59). С. 64–68.
4. Хужаев П. С., Ибрагимов А. З., Тагойбеков Ш. С. Воздуховод равномерной раздачи воздуха // 3-я Международная научно–практическая конференция «Актуальные вопросы науки и практики XXI в.» (Нижневартовск, 27–30 ноября 2016 г.): материалы. Нижневартовск: Издательский центр «Наука и практика», 2016. С. 27–32. Режим доступа: <http://www.konferenc.com/huzhaev-ibragimov-tagoibekov> (дата обращения 10.03.2017). DOI: 10.5281/zenodo.199247.
5. Хужаев П. С., Сулейманов А. А. Теплоотдача от вертикальной нагретой трубы к жидкости при свободной конвекции // Инженерный вестник Дона. 2015. №3. Режим доступа: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3148](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3148).
6. Наумов А. Л., Серов С. Ф., Будза А. О. Квартирные утилизаторы теплоты вытяжного воздуха // АВОК. 2012. №1. С. 20–25.
7. Сандалевский А. Новый век ОВК: проблемы и перспективы // АВОК «Вентиляция. Отопление. Кондиционирование». 2014. № 4. С. 4–18.
8. Серов С. Ф., Милованов А. Ю. Поквартирная система вентиляции с утилизаторами теплоты. Пилотный проект жилого дома // АВОК. 2013. №2.

#### *Sources:*

1. Kompaktnye pritochno–vytyazhnye ustanovki s regeneratsiei tepla. Available at: <http://www.ages.ru/tech/heru.htm>, accessed 11.01.2017.

2. Tri vida teploobmennikov po printsipu deistviya. Available at: <http://www.teplopuls.ru/>, accessed 08.02.2017.

*References:*

1. Titkov, D. G. (2012). Povyshenie energoeffektivnosti teplovykh nasosov pri ikh ispolzovanii v sisteme utilizatsii teploty udalyaemogo vozdukha. *Stroitelstvo: nauka i obrazovanie*, (4), 4.
2. Zditovetskaya, S. V., & Volodin, V. I. (2014). Issledovanie effektivnosti utilizatsii teploty v sistemakh pritochno-vytyazhnoi ventilyatsii. *Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii i energeticheskikh obedinenii SNG*, (2), 91–96.
3. Ovsyannik, A. V., Troshchev, D. S. (2014). Otsenka energeticheskoi effektivnosti pritochno-vytyazhnykh ventilyatsionnykh sistem s teplovymi nasosami. *Vestnik GGTU im. P.O. Sukhogo*, (4), 64–68.
4. Khuzhaev, P. S., Ibragimov, A. Z., & Tagoibekov, Sh. S. (2016). Air duct of uniform distribution of air. 3-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Aktualnye voprosy nauki i praktiki XXI v.” (Nizhnevartovsk, 27–30 noyabrya 2016 g.): materialy. Nizhnevartovsk: Izdatelskii tsentr “Nauka i praktika”, 27–32. Available at: <http://www.konferenc.com/huzhaev-ibragimov-tagoibekov>, accessed 10.12.2016. DOI: 10.5281/zenodo.199247.
5. Khuzhaev, P. S., & Suleimanov, A. A. (2015). Teplootdacha ot vertikal'noi nagretoi truby k zhidkosti pri svobodnoi konveksii. *Inzhenernyi vestnik Dona*, (3), Available at: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3148](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3148).
6. Naumov, A. L., Serov, S. F., & Budza, A. O. (2012). Kvartirnye utilizatory teploty vytyazhnogo vozdukha. *AVOK*, (1), 20–25.
7. Sandalevskii, A. (2014). Novyi vek OVK: problemy i perspektivy. *AVOK “Ventilyatsiya. Otoplenie. Konditsionirovanie”*, (4), 4–18.
8. Serov, S. F., & Milovanov, A. Yu. (2013). Pokvartirnaya sistema ventilyatsii s utilizatorami teploty. Pilotnyi proekt zhilogo doma. *AVOK*, (2).

*Работа поступила  
в редакцию 25.02.2017 г.*

*Принята к публикации  
28.02.2017 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Хужаев П. С., Назаров Р. С., Алимардонов А. Б., Султонмамадов Х. П. Повышение энергоэффективности зданий при условии утилизации тепла вытяжного воздуха // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №3 (16). С. 57–63. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/khujaev-nazarov> (дата обращения 15.03.2017).

*Cite as (APA):*

Khujaev, P., Nazarov, R., Alimardonov, A., & Sulstonmamadov, Kh. (2017). Increase of energy efficiency of buildings under conditions of disposal of heat exhaust air. *Bulletin of Science and Practice*, (3), 57–63. Available at: <http://www.bulletennauki.com/khujaev-nazarov>, accessed 15.03.2017. (In Russian).