

Connecting sensor leaking fluid (water). The sensor has 3 outputs - +, -, S. plus and minus output is connected in accordance with the breadboard similar inputs, the analog output S is connected to an analog input A0 Arduino board.

Connect the motion sensor. Movement detector HC-SR501 has 3 outputs - GND, Power +, Output. Outputs Power + and GND are connected to the + and - breadboard and Output D9 output to input board Arduino UNO (Figure 2.).

Connecting gas sensor. Gas sensor MQ-2 has four output - VCC, GND, D0, A0. VCC and GND is connected to the + and - breadboard. Yield D0 and A0 are respectively discrete and analog output sensor. This scheme was used only analog output A0 A5 which connects to the analog input board Arduino UNO

Connecting the relay module. relay module has 4 outputs - VCC, GND, IN2, IN1. VCC and GND are connected to the breadboard. IN1 IN2 and outputs connected to the binary inputs D5 and D6, respectively. Module 2 has an additional input under 220V device. This is to ensure that when any of the sensors, Arduino sending the relay signal to switch illumination or fan to ventilate the room. Connecting GSM Shield Neoway M590 M590 module has 8 outputs - + 5V, GND, I, T, R, V, K, G. outputs + 5V and GND are connected to corresponding inputs on Arduino board. The outputs T and R are communication channels Tx and Rx, where Tx-receiver, and Rx-source. They are connected to the discrete inputs D2 and D3, respectively. To turn on the output of the module K must be connected to the output of G, and therefore worth a jumper between them.

Connection of the sensor door opening door opening sensor is connected to one output + breadboard, and a second output connected to the digital input boards D10 Arduino. For proper operation of the sensor, the output D10 must be short-circuited through 10K resistor to GND. Connecting buzzer MH-FMD buzzer has 3 outputs - VCC, GND, I / O. VCC and GND are connected to respective tracks on the breadboard. Output I / O is connected to a logic input on D8 Arduino.

УДК 697.95

This system can operate as a burglar alarm (protective regimen), and a warning mode (operating in the laboratory to prevent leakage and so on)

To arm the alarm is armed is a button "A" on the numeric keypad. After pressing system gives 10 seconds to leave the premises. After 10 seconds, a protection mode is enabled and the penetration into the territory of the laboratory involved beep. In order to disarm the alarm mode you must enter the correct password and press "*" on the keypad. It is also has a function to change the password by clicking the button «B». In the present fire-alarm reed sensor 3 is used and ultrasound 1 that would track the movement. When you open the door, entered have 20 seconds to enter the correct password before the system will give a loud signal.

Conclusion: These developments burglar-alarm on the Arduino-based ICS can be used as a basis for the development of burglar alarm systems. Computer system burglar-alarm can be used in various industries, and in contrast to other similar systems, its cost is much smaller. So it could easily be integrated into other alarm system and changed for the needs of the user.

Literature

1. Ulli Sommer Programming of microcontroller boards Arduino / Freeduino. BHV-Peterburg; 2012.
2. Yuri Revich Entertaining electronics. BHV-Peterburg; 2015.
3. Victor Pettine Projects using Arduino controller: BHV-Petersburg; 2014.
4. Simon Monk We program the Arduino: Publishing house "Peter"; 2015.
5. Arduino-diy. URL: http://arduino-diy.com/arduino_proekty-0
6. Lab or protection rules in chemical laboratories: K. : Basis, 2013. - 22 p.
7. Arduino. URL: <http://arduino.cc/>, free.
8. Overview Arduino boards. URL: http://geekmatic.in.ua/the_different_arduinos, free.

ВЫБОР СХЕМЫ КЛИМАТИЗАЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ НА ПРИМЕРЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ В Г. МОСКВА

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.501](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.501)

Старкова Лариса Геннадьевна

Канд. техн. наук, доцент кафедры управления недвижимостью и инженерных систем ФГБОУ ВО

«МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

Хилажева Айгуль Адгамовна

магистрант кафедры управления недвижимостью и инженерных систем ФГБОУ ВО

«МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

Старкова Дина Александровна

магистрант НИУ ИТМО, г. Санкт-Петербург

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам выбора оптимального способа климатизации высотных зданий построенных в России в 60-70-е годы, которые в настоящее время находятся в состоянии износа и

капитального ремонта. Выбор принципиальных решений по устройству климатических систем Заказчику необходимо делать на стадии подготовки задания на проектирование капитального ремонта. Для такого выбора необходимо анализировать множество факторов так, чтобы в итоге было принято наиболее рациональное решение. Однако зачастую у Заказчика нет достаточных для этого компетенций. В статье приводится пример выполнения сравнительного анализа различных вариантов климатизации для 15-ти административного здания в г. Москва. В первом варианте предложена модернизация существующей системы, во втором предложено полностью новое решение. Результаты исследования могут быть полезны инвесторов и государственных заказчиков столкнувшихся с подобными проблемами.

ABSTRACT

The article is devoted to the selection of the optimal method of climate control of high-rise buildings built in Russia in the 60-70s, which are currently in a state of wear and major repairs. The choice of fundamental decisions on the device of climatic systems the Customer needs to do at the stage of preparation of the task for the design of major repairs. For such a choice it is necessary to analyze many factors so that in the end the most rational decision was made. However, often the Customer does not have sufficient competencies for this. The article provides an example of a comparative analysis of different climate options for 15 administrative buildings in Moscow. In the first embodiment, the modernization of the existing system is proposed, in the second a completely new solution is proposed. The results of the study can be useful for investors and government customers faced with similar problems.

Ключевые слова: системы климатизации зданий, эжекционные доводчики, системы отопления, вентиляции и кондиционирования, технические характеристики, капитальные и эксплуатационные затраты.

Keywords: building air conditioning systems, ejection closers, heating, ventilation and air conditioning systems, technical characteristics, capital and operating costs.

ВВЕДЕНИЕ

В 1960–70 годы 20 века в СССР отмечены началом массового строительства высотных каркасных зданий (свыше 15-ти этажей). В строительстве возникла необходимость в новых технологиях, в том числе и в области устройства систем микроклимата зданий. В этот период возникло предложение об использовании универсальных климатических систем, которые одновременно выполняют функции отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, т.е. являются универсальными системами общей климатизации здания. Наиболее передовыми в те годы, за рубежом и впоследствии в СССР были признаны водяные системы с эжекционными доводчиками. В СССР впервые такие системы были применены в Москве в 1964 г. в зданиях

министерства и секретариата СЭВ на проспекте Калинина, в здании Госстроя СССР в Георгиевском пер., здании ЦК КПСС в Ипатьевском пер., новой гостинице «Москва» и далее во многих зданиях административного типа [1].

Однако, в практике проектирования эти системы рассматривались как эксклюзивно-экспериментальные и при дальнейшем развитии высотного строительства массового применения не получили из-за отсутствия доступного промышленного производства оборудования. А практика дальнейшего развития строительных технологий вновь стала отдавать предпочтение устройству отдельных климатических систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК) [2].



Рисунок 1. Бывшее здание СЭВ на проспекте Калинина в г. Москва

В настоящее время, по истечении 40-50-летнего срока во всех перечисленных зданиях и им подобных, универсальные системы выработали свой ресурс, а сами здания нуждаются в капитальном ремонте. При этом, здания, в большинстве, за время эксплуатации несколько раз меняли собственников и свое назначение. Поэтому, остро встает вопрос о восстановлении и модернизации всего климатического блока.

Подобная ситуация возникла при капитальном ремонте 15-тиэтажного административного по адресу: г. Москва, ул. Маросейка, д.12, стр.2, здание Б, общей площадью 10229,7 м².

При выборе концепции системы Заказчик уделял особое внимание следующим факторы: комфорт, эффективность регулирования, доступность и удобство монтажа, эксплуатация и стоимость систем. На этапе предшествующем разработке задания на проектирование Заказчику предстояло принципиально решить вопрос о способе климатизации здания: либо на основе существующего принципиального решения модернизировать устаревшую универсальную систему заменив ее на современный аналог, либо полностью отказаться от использования принципа универсальности и использовать наиболее

прогрессивные на сегодняшний день отдельные системы для данного типа зданий [2];[3]. С этой целью авторами выполнено технико-экономическое сравнение двух выбранных вариантов климатизации здания.

ОПИСАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СХЕМ КЛИМАТИЗАЦИИ ЗДАНИЯ

Выбор вариантов сравниваемых систем, выявил, что на современном рынке климатического оборудования водяные системы с эжекционными доводчиками предлагаются довольно редко, а системы российского производства представлены единственной торговой маркой «Technoheat» производителем которой является ООО «Инженерная компания Велес» [4]. Таким образом, было отмечено, что оборудование для современных универсальных климатических систем является достаточно дефицитным.

Тем не менее, производственная компания «Technoheat» проводит широкую рекламу своего оборудования с обозначением большого количества преимуществ универсальных климатических систем с использованием эжекционных теплообменников.

Охлаждение + вентиляция Дежурное отопление Отопление + вентиляция

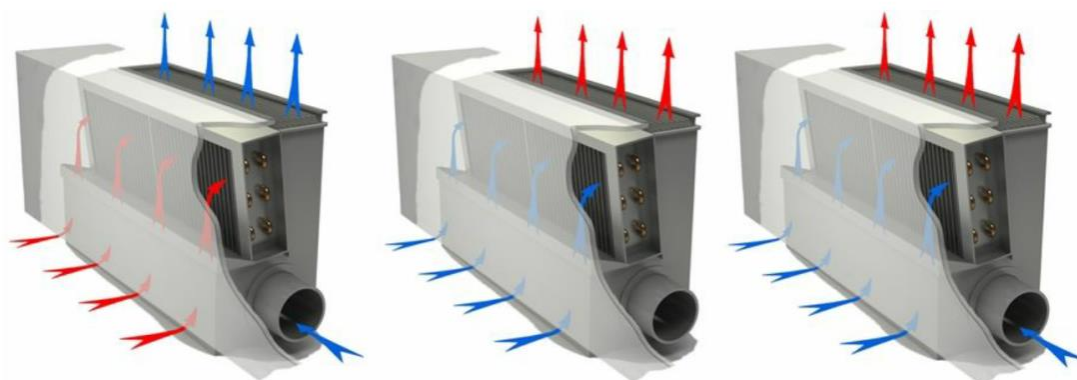


Рисунок 2. Возможные режимы работы эжекционных доводчиков

На сайте компании «Technoheat» [4] имеется следующее заключение: «На данный момент эжекционная климатизация зарекомендовала себя как исключительно неприхотливая и практически не требующая обслуживания система. Это подтверждается эксплуатацией многочисленных объектов с действующими с 1960-х годов эжекционными системами. При проведении капремонта подобных зданий предпочтение по-прежнему отдается эжекции, так как на сегодняшний день это безальтернативная по надежности и долговечности система климатизации.»

Однако, Заказчик эксплуатирующий подобную систему был настроен на использование именно альтернативного варианта. Поэтому решено выполнить сравнительный анализ

различных двух вариантов концепции устройства климатических систем, чтобы подтвердить или опровергнуть вышеупомянутое высказывание производителя.

Для сравнения, совместно с Заказчиком, были выбраны следующие варианты систем:

•1-й вариант. В качестве универсальной системы выбрана четырехтрубная система «Technoheat» (Россия) [4] с водяными подоконными эжекционными доводчиками и механической подачей санитарной нормы приточного воздуха и механической вентиляцией. Для подготовки потоков воздуха в разные периоды года применяются теплообменники ЦТП централизованного теплоснабжения, чиллеры а также центральные кондиционеры для обработки санитарной нормы воздуха.

•2-й вариант. В качестве отдельных систем предложено: водяное радиаторное отопление с вертикальным и пофасадным зонированием, организация естественного притока санитарной нормы воздуха в помещения кабинетов через оконные клапаны [5], механический приток в актовый зал и серверные, механическая вытяжная вентиляция и мультizonальная система кондиционирования воздуха с изменяемым расходом хладагента (VRF-система) торговой марки «Systemair».

Система с использованием вентиляторных доводчиков (фанкойлов) в качестве альтернативной

эжекционной системе изначально не рассматривалась по настоянию Заказчика.

Анализ технических характеристик систем

С технической точки зрения каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки, которые были сведены авторами в общую таблицу [6]. Чтобы прийти к числовым показателям, Заказчика попросили оценить, насколько ему важны перечисленные качества: если преимущество имеет для него значение, то ему проставлялся балл +1, если недостаток имеет значение то ставился -1; если качество не имеет значение то ставился 0. Результаты оценки технических качеств систем приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ технической энергоэффективности вариантов схем климатизации здания

№	1 вариант Универсальная эжекционная система	Балл	2 вариант Раздельные системы ОВиК из радиаторного отопления, VRV – кондиционирования, и естественной вентиляции	Балл
Основные преимущества систем				
1	Многофункциональный климатический агрегат, выполняющий сразу 3 функции: отопление, вентиляция и кондиционирование без использования электромощностей на работу вентиляторов фанкойлов или внутренних блоков сплит-систем.	+1	Теплоноситель, который поступает во все отопительные приборы имеет идентичную температуру, что предоставляет возможность равномерного прогрева всех помещений. Водяные радиаторы обеспечивают более рациональную и комфортную для человека передачу теплоты, чем конвектора.	+1
2	Температурный режим теплоносителя от 40 до 60 °С обеспечивает щадящий режим работы трубопроводов, арматуры, прокладок. При данной температуре возможна применение энергоэффективных конденсатных котлов и тепловых насосов.	0	Система обеспечивает одинаковую температуру во всех помещениях.	+1
3	Отсутствуют дополнительные затраты на замену отработанных фильтров, не происходит снижение производительности по воздуху из-за увеличения сопротивления загрязненного фильтра.	0	Безопасная температура поверхности различных приборов и труб.	+1
4	Отсутствуют затраты на выделение и подведение электромощностей, потребление электроэнергии вентилятором, необходимость техобслуживания вентиляторов.	+1	Система подходит для объектов любой конфигурации и этажности.	+1
5	Доводчики «Technoheat» работают на холодоносителе с температурой +14°C. При температуре +14°C холодопроизводительность чиллера возрастает на 15%.	+1	Возможности установки на радиаторы индивидуальных автоматических терморегуляторов и индивидуальных пультов управления для блоков кондиционеров	+1
6	При температуре стенки +14°C теплообменник менее подвержен выпадению конденсата.	+1	Простота в обслуживании и ремонте.	+1
7	Скрытая установка в подоконной нише.	0	Бесшумная работа системы в режиме отопления.	+1

8	Надежная отработанная конструкция – срок службы более 40 лет (Заказчик не согласился).	0	Проверены эксплуатационные сроки – 25-30 лет. (Заказчик не согласился).	0
9	Минимальная стоимость владения среди систем ОВиК (Заказчик не согласился).	0	Минимальное количество приточных воздуховодов	+1
10			Высокое качество наружного воздуха с естественным количеством озона и легких ионов	+1
Итого баллов за преимущества		+ 4		+9
Основные недостатки систем				
1	Открывание окон может привести к повышению влажности и, следовательно, к повышению точки росы в помещении. В этом случае температура охлаждающей воды может оказаться ниже точки росы. Во избежание этого необходимо оснастить окна выключателями фиксации закрытого положения. При открывании окна подача охлаждающей воды должна прекращаться. С точки зрения экономии энергии система кондиционирования воздуха также не должна работать при открытых окнах. Либо предусмотреть систему отвода конденсата от каждого агрегата.	-1	Большая стоимость разводящих трубопроводов и фреонопроводов.	-1
2	Для того, чтобы вытесняющий поток воздуха не создавал турбулентцию, зона на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от воздуховыпускной решетки должна быть свободной. Данная область не может быть частью рабочей зоны. Для создания вытесняющего потока всасывание удаляемого воздуха должно производиться под потолком.	-1	Опасность нарушения нормативных параметров в рабочей зоне при работе внутренних блоков кондиционеров в малых помещениях.	-1
3	От одного воздуховода может последовательно подключаться только до 8 эжекционных доводчиков.	0	Шум от работы вентилятора внутреннего блока кондиционера.	-1
4	Недостатком этих систем является то что центральный кондиционер нужно включать даже тогда, когда только одно из помещений требует кондиционирования воздуха в данный момент.	-1	Необходимость применения компенсаторов при длинных ветках.	0
5	Максимальная ширина помещения для применения данной системы: 5 -7 м. В помещениях с большей шириной подоконные эжекционные доводчики подают воздух в зону пребывания людей с двух или более сторон, или применяют дополнительную систему. Разность температур приточного воздуха и воздуха в помещении не должна превышать от -6 до -8 К.	0	Сложность монтажа.	-1
6	Высокая вероятность загрязнения поверхности теплообменников. Не гигиеничность.	-2	Большое количество труб и специальных соединительных элементов	0
7	Необходимость контроля за утечками тепло/холодоносителя.	-1	Необходимость регулярного техобслуживания каждого блока в т.ч. контроль утечек холодоносителя.	-1
8	Неравномерность воздушного потока при прогреве помещения.	-1		
9	Подача теплого и холодного воздуха требуют противоположного по высоте расположения теплообменников, либо специальных приспособлений при одинаковой высоте	-1		

	Итого баллов за недостатки	-8		-5
	Общая оценка Заказчика	-4		+4

Анализ технических характеристик выявил явное преимущество второго варианта климатизации здания в глазах Заказчика.

Таким образом, учитывая факторы дефицитности на современном рынке оборудования, гигиенические аспекты и недостатки эксплуатации, Заказчик на этапе предварительного выбора, предпочел вариант устройства раздельных систем отопления, вентиляции и кондиционирования с полной заменой всего оборудования и заказал разработку проектной документации для выбранной концепции. Для обоснования правильности выбора Заказчика и для получения критериев объективного сравнения вариантов, решено было выполнить экономический анализ затрат для обоих вариантов [7].

Анализ экономических показателей систем

Анализ велся путем сопоставления капитальных и эксплуатационных затрат на устройства и работу каждого варианта.

Расчёт стоимости универсальной эжекционной системы

На настоящий момент, в РФ не создано единой методики для расчета и проектирования эжекционной системы, поэтому подбор эжекционных доводчиков выполнен с помощью программы «TROX Easy Product Finder» (ФПГ). Расчет производится путем введения параметров свежего приточного и рециркуляционного воздуха. Данная методика не учитывает конструкции и место расположения доводчиков, поэтому расчет производился по укрупненным показателям всех капитальных затрат этой системы для данного здания. Результаты укрупненного расчёта представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты расчёта Расчет стоимости эжекционной системы

Название оборудования	стоимость, руб
Подоконный эжекционный доводчик:	25 968 460
Центральные кондиционеры	7 938 373
Воздуховоды, трубопроводы решетки, изоляция, крепеж	6 804 302
Автоматика	2 268 107
Итого за капитальные затраты:	42 979 242
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	2 190 000
Итого:	169 242

Расчёт стоимости раздельных систем ОВиК

Т.к. Заказчик уже на этапе технического сравнения определился с выбором в пользу раздельного способа климатизации здания, то анализ стоимостных затрат производился по итогам

проектирования раздельных систем на основании сметного расчета. Результаты расчёта стоимости раздельных систем отопления, вентиляции и кондиционирования в ценах за 2019г. приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты сметного расчета стоимости систем ОВиК

Название систем, вид затрат	Стоимость, руб
Отопление	
Итого за капитальные затраты:	10 948 849
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	547 442
Итого:	11 496 291
Теплоснабжение приточных установок П1, П2, П3	
Итого за капитальные затраты:	379 332
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	18 967
Итого:	398 299
Вентиляция П1, П2, П3 (актовый зал и серверные)	
Итого за капитальные затраты:	1 612 209
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	22 570
Итого:	1 634 779
Кондиционирование	
Итого за капитальные затраты:	31 853 139
Эксплуатационные расходы на годовое техническое обслуживание:	782 000
Итого:	32 635 139
Итого всех затрат по системам ОВиК:	46 164 508

Анализ результатов экономического расчета. Результаты расчетов предоставлены графическими диаграммами с помощью которых

наглядно можно проанализировать экономическую эффективность систем.

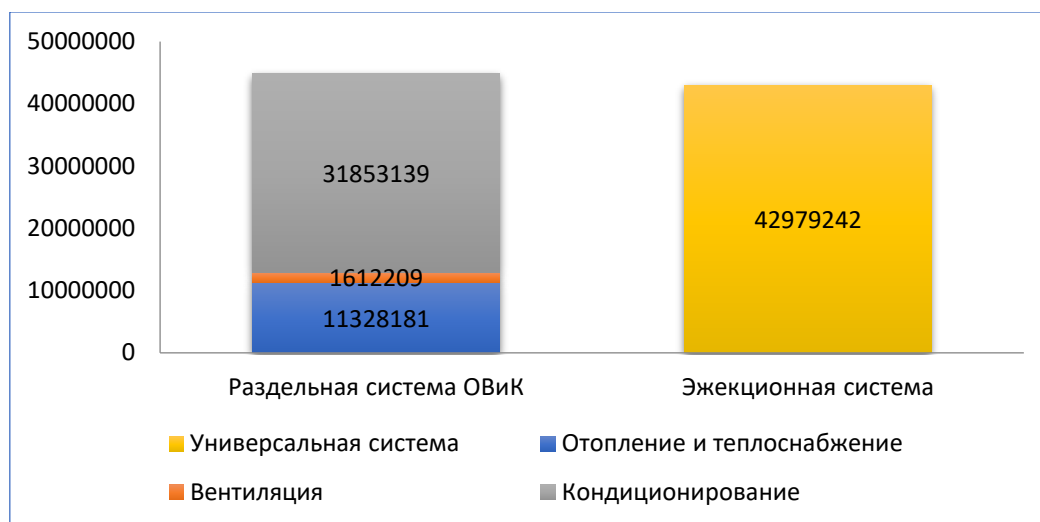


Рисунок 3. Диаграмма сравнения капитальных затрат

На диаграмме, изображенной на рисунке 3 видно, что в раздельной системе ОВиК наибольшими капитальными затратами ожидаемо обладает система кондиционирования. Общая разница в стоимости капитальных затрат между

универсальной системой и с традиционной ОВиК системой составляет 1 814 287 руб., что в процентном соотношении составляет 4,05 % в пользу эжекционной системы.

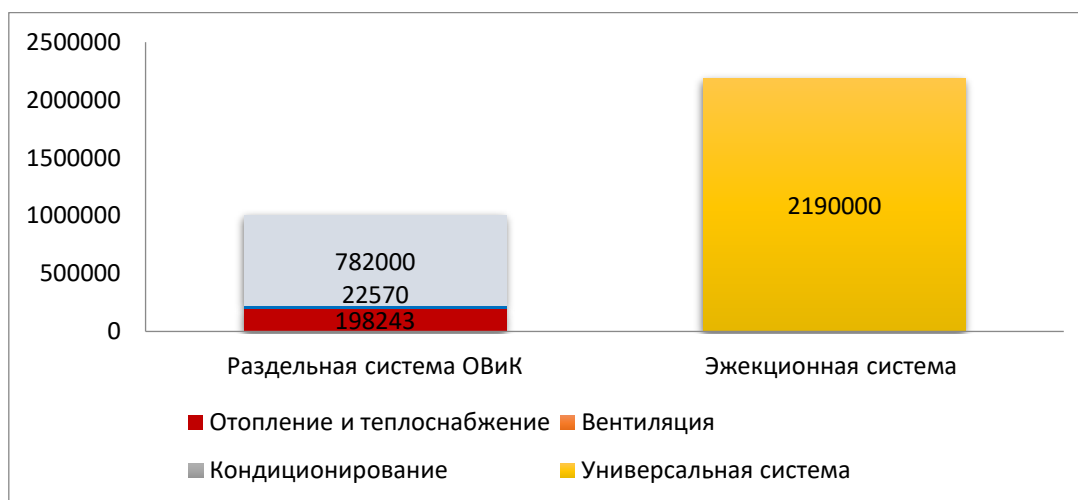


Рисунок 4. Диаграмма сравнения годовых эксплуатационных затрат

Разница эксплуатационных расходов на годовое техническое обслуживание между раздельной и универсальной системами,

показанная на рисунке 4, составляет 1 187 186 руб./год, что в процентном соотношении составляет 45,8 % в пользу раздельной системы ОВиК.

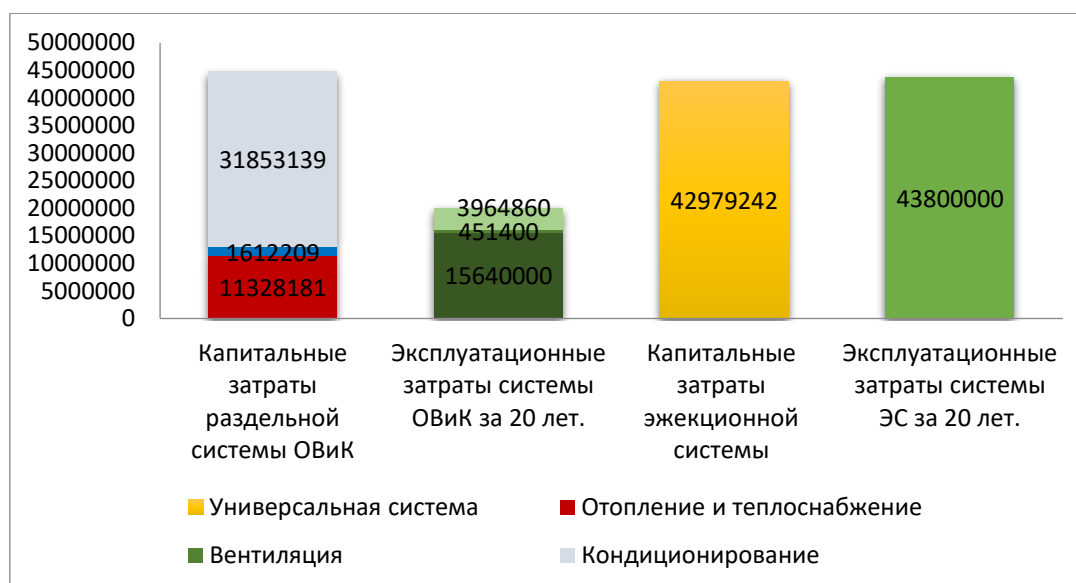


Рисунок 5. Диаграмма прогнозного анализа стоимости эксплуатации систем за период 20 лет

На рисунке 5 показана диаграмма для прогнозного анализа стоимости эксплуатации систем с учетом текущего ремонта за 20 лет. Разница эксплуатационных расходов в раздельной и универсальной системах за 20 лет предположительно составит 23 743 740 руб., что в процентном соотношении составляет 54,2 % в пользу раздельной системы ОВиК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненного исследования показывают, что на данный момент в сложившихся технико-экономических условиях РФ, несмотря на наличие ряда технических достоинств, универсальные системы поддержания микроклимата на базе эжекционных доводчиков являются менее совершенным средством по сравнению с широко развитыми эффективными раздельными системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Таким образом, проведенное исследование подтвердило правильность выбора Заказчика в пользу полного переоборудования здания новыми раздельными системами поддержания микроклимата и обосновало рациональность его затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Издательство физико-математической литературы; 2003. [Kokorin OY Sovremennye sistemy kondicionirovaniya vozduha. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoy literatury; 2003. (In Russ).]

Росс Д. Проектирование систем ОВК высотных общественных многофункциональных зданий. М.: АВОК-ПРЕСС; 2004. [Donald E. Ross. HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings. Atlanta, 2004]

Старкова Л.Г., Пилипенко О.О. Создание адаптивных систем вентиляции торговых центров//

Современные достижения университетских научных школ. Сборник докладов национальной научной школы-конференции. Магнитогорск. 2016. С. 71-73. [Starkova LG, Pilipenko OO Sozdanie adaptivnyh sistem ventilyacii torgovyh centrov// Sovremennye dostizheniya universitetskikh nauchnykh shkol. Sbornik dokladov nacional'noj nauchnoj shkoly-konferencii. Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova; 2016:71-73. (In Russ).]

Производство и продажа эжекционных доводчиков/ Официальный сайт производственной компании Technoheat.ru. URL <http://technoheat.ru>

СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения. М.: Консультант Плюс; 2015 [SP 118.13330.2012* Public buildings and works. Moscow: Konsul'tant Plyus; 2015. (In Russ).]

Старкова Л.Г., Хилажева А.А., Сысоева Е.К. Сравнительный анализ систем отопления высотных зданий на примере административного здания в г. Москва // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. - Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. С. 483. [Starkova LG, Hilazheva AA, Sysoeva EK Sravnitel'nyj analiz sistem otopleniya vysotnyh zdaniy na primere administrativnogo zdaniya v g. Moskva// Aktual'nye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya. Tezisy dokladov 77-j mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova; 2019: 483. (In Russ).]

Старкова Л.Г. Энергосбережение в системах ТГСВ: Учебное пособие для студентов специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция". Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова; 2005. [Starkova LG Energoberezhenie v sistemah TGSV: schoolbook. Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova; 2005. (In Russ).]