

УДК 697:620.9(575.2)

DOI: 10.36979/1694-500X-2025-25-12-69-74

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ
ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА
В КЫРГЫЗСТАНЕ**

М.Т. Бердыбаева, А.М. Ишенбеков, М.Н. Даниярова

Аннотация. Рассматривается развитие новейших методов в проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, которые позволяют достигать высокого уровня энергоэффективности зданий, снижение эксплуатационных расходов и повышать качество жизни населения. В условиях сурового климата Кыргызстана, на фоне устаревшего жилого фонда, усиливается необходимость модернизации инженерных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В результате исследования современных энергоэффективных технологий предложены: инженерные решения по использованию низкотемпературных систем отопления с тепловыми насосами, децентрализованные системы вентиляции с функцией рекуперации в интеграции с системой очистки и обеззараживанием воздуха, предлагаемых использовать особенно в общественных и медицинских зданиях. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, как часть «умного» здания, имеют возможности: использовать облачные платформы и искусственный интеллект; повышения комфорта; появления адаптивной и интеллектуальной части пространства в здании. Перспективным направлением также является подготовка квалифицированных инженеров по направлению «Строительство», профилю «Теплогазоснабжение и вентиляции».

Ключевые слова: энергоэффективные системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха; тепловые насосы; возобновляемые источники энергии; низкотемпературное водяное отопление.

**КЫРГЫЗСТАНДА ЭНЕРГИЯНЫ ҮНӨМДӨӨЧҮ
ЖЫЛЫТУУ, ЖЕЛДЕТҮҮ ЖАНА АБАНЫ КОНДИЦИОНЕРЛӨӨ СИСТЕМАЛАРЫН
ӨНҮКТҮРҮҮНҮН КЕЛЕЧЕКТЕРИ**

М.Т. Бердыбаева, А.М. Ишенбеков, М.Н. Даниярова

Аннотация. Бул макалада имараттын энергияны натыйжалуу пайдалануусун, эксплуатациялык чыгымдарды азайтуу жана жашоо сапатын жакшыртууга мүмкүндүк берген жылытуу, желдетүү жана абаны кондиционерлөө системаларын долбоорлоодо алдыңкы ыкмаларды иштеп чыгуу каралат. Кыргызстандын катаал климаты, эскирген турак жай фонду менен бирге, жылытуу, желдетүү жана абаны кондиционерлөө системаларын модернизациялоону талап кылат. Заманбап энергияны үнөмдөөчү технологияларды изилдөө, айрыкча коомдук жана саламаттыкты сактоо имараттарында абаны тазалоо жана дезинфекциялоо системалары менен интеграцияланган жылуулукту калыбына келтирүү менен жылуулук насостору жана борбордон ажыратылган желдетүү системалары бар төмөнкү температуралуу жылытуу системаларын колдонуу үчүн инженердик чечимдерди сунуштады. Акылдуу имараттын бир бөлүгү катары жылытуу, желдетүү жана абаны кондиционерлөө системалары төмөнкү мүмкүнчүлүктөргө ээ: булут платформаларын жана жасалма интеллектти колдонуу; ыңгайлуулукту жакшыртуу; жана адаптацияланган жана акылдуу имарат мейкиндиктерин түзүү. Дагы бир келечектүү багыт – «Курулуш» тармагында «Жылуулук, газ менен камсыздоо жана желдетүү» адистиги боюнча квалификациялуу инженерлерди даярдоо.

Түйүндүү сөздөр: энергияны үнөмдөөчү жылытуу, желдетүү жана абаны кондиционерлөө системалары; жылуулук насостору; кайра жаралуучу энергия булактары; төмөнкү температурадагы гидроникалык жылытуу.

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT HEATING, VENTILATION AND AIR CONDITIONING SYSTEMS IN KYRGYZSTAN

M.T. Berdybaeva, A.M. Ishenbekov, M.N. Daniyarova

Abstract. The article is devoted to the development of the latest methods in the design of heating, ventilation and air conditioning systems, which allow to achieve a high level of energy efficiency of buildings, reduce operating costs and improve the quality of life of the population. In the harsh climate of Kyrgyzstan, against the background of the outdated housing stock, the need to upgrade engineering systems of heating, ventilation and air conditioning is increasing. As a result of the study of modern energy-efficient technologies, proposed: engineering solutions for the use of low-temperature heating systems with heat pumps, decentralized ventilation systems with the function of recovery in the integration of the air purification and disinfection system, proposed to use especially in public and medical buildings. Heating, ventilation, and air conditioning systems, as part of a smart building, have the following features: using cloud platforms and artificial intelligence; improving comfort; the emergence of an adaptive and intelligent part of the building's space. A promising area is also the training of qualified engineers in the field of «Construction», specializing in «Heating, Gas Supply, and Ventilation».

Keywords: energy-efficient heating, ventilation, air conditioning systems; heat pumps; renewable energy sources; low-temperature water heating.

В настоящее время в вентиляционных и отопительных технологиях наблюдается множество нововведений. Системы отопления и вентиляции играют решающую роль в обеспечении комфорта, энергоэффективности и безопасности зданий. Современные тенденции показывают уверенное движение в сторону устойчивого, интеллектуального и персонализированного управления микроклиматом помещений. Ожидается значительное усиление роли искусственного интеллекта, цифровых двойников и алгоритмов предиктивной аналитики в управлении микроклиматом зданий. Это позволит не только снижать энергозатраты, но и адаптировать условия к индивидуальным предпочтениям пользователей в режиме реального времени.

Развитие энергоэффективных строительных материалов и фасадных систем повлечёт за собой уменьшение теплопотерь и нагрузок систем отопления, что, в свою очередь, сделает возможным повсеместное внедрение низкотемпературных систем отопления с использованием тепловых насосов [1].

В области вентиляции ожидается активное развитие децентрализованных систем с функцией рекуперации, а также интеграция вентиляции с очисткой и обеззараживанием воздуха, особенно в общественных и медицинских зданиях.

Большую перспективу имеет также развитие стандартов «умного» здания, где все инженерные системы, включая систему отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВиК), действуют как единый организм. Такие системы будут способны к самообучению, адаптации жизнедеятельности человека в помещении [2].

Для Кыргызстана характерна проблема – высокая зависимость от традиционных энергоносителей (уголь и газ) при низкой доле использования возобновляемых источников. Старые здания в городе Бишкеке и в регионах имеют низкий уровень теплоизоляции, что сводит к минимуму эффективность даже современных систем. Кроме того, нормативная база во многом опирается на устаревшие документы советского периода, что требует её актуализации с учётом международных стандартов.

Новые технологии нередко требуют более внимательного отношения к эксплуатации. Например, системы с рекуперацией воздуха нуждаются в регулярной очистке и обслуживании. Однако у многих пользователей нет соответствующей привычки или культуры обслуживания инженерных систем.

Все эти проблемы замедляют распространение современных методов, особенно в массовом и бюджетном строительстве. Однако по мере развития рынка, улучшения подготовки специалистов и повышения информированности заказчиков можно ожидать постепенное преодоление этих барьеров.

Ключевыми факторами будущего останутся доступность технологий, кадровая подготовка специалистов и нормативная база, успевающая за технологическим прогрессом.

Внедрение инновационных технологий: современных систем ОВиК с тепловыми насосами, децентрализованной вентиляции в интеграции с «умным» домом, открывает новые возможности для проектировщиков. Следовательно, перспективным направлением также является подготовка квалифицированных инженеров по профилю «Теплогасоснабжение и вентиляции» направления «Строительство», способных проектировать, монтировать и обслуживать сложные системы ОВиК.

В связи с этим дальнейшее обучение бакалавров по магистерской программе «Энергоэффективные системы теплогасоснабжение и вентиляция», позволяет повышать уровень подготовки бакалавров до уровня руководителя проектов.

В условиях Кыргызстана вопрос энергоэффективности в системах ОВиК имеет особую актуальность. Суровый климат с холодными зимами и жарким летом требует адаптивных решений, а высокая доля устаревшего жилого фонда усиливает необходимость модернизации инженерных систем ОВиК.

Современное проектирование систем ОВиК всё чаще ориентируется на принципы энергоэффективности, автоматизации и комфорта. Одной из главных тенденций является переход к зданиям с почти нулевым потреблением энергии (NZEB), где роль ОВиК кардинально переосмысливается. Следовательно, эти системы становятся неотъемлемыми частями энергоэффективной оболочки здания [3].

Вторым важным направлением развития является объединение функций систем ОВиК. Всё больше решений предполагают интеграцию вентиляции, отопления и охлаждения в единую систему с общей автоматикой. Это позволяет снизить потребление энергии, уменьшить количество оборудования и повысить гибкость управления [4].

Автоматизация и интеллектуальное управление современных систем ОВиК способны подстраиваться под образ жизни пользователей, реагировать на изменения температуры, влажности и содержания CO₂ в воздухе помещения. Использование датчиков и алгоритмов предиктивного управления позволяет минимизировать энергозатраты без ущерба для комфорта жизнедеятельности человека в помещении.

Исследования систем отопления. На смену традиционным радиаторным системам приходят новые методы проектирования систем отопления, ориентированные на снижение энергопотребления, повышение комфорта и совместимость с современными источниками тепла, такими как тепловые насосы, которые остаются наиболее перспективным источником тепла. Тепловые насосы позволяют получить в 3–5 раз больше тепловой энергии, чем потребляют электричества [5]. В сочетании с низкотемпературными системами и хорошей теплоизоляцией они позволяют создавать здания с почти нулевым энергопотреблением [6].

Одним из ключевых решений становится низкотемпературное водяное отопление, в частности – системы «тёплый пол», стены и потолки [7]. Они работают при температуре подачи всего 30–45 °С, что делает их идеальными для энергоэффективных зданий и значительно снижает теплопотери. Такие системы, используя интеллектуальное управления, инновационные материалы, обеспечивают равномерное распределение тепла и повышают ощущение комфорта.

Инфракрасное отопление, особенно в виде потолочных панелей, становится популярным в помещениях с переменным пребыванием людей или высокими потолками, в спортзалах и складах. Эти системы быстро нагреваются, не сушат воздух и позволяют отапливать отдельные зоны, не расходуя энергию на весь объём помещения.

Всё чаще применяется **воздушное отопление**, особенно в каркасных и модульных домах. При этом отопление может быть совмещено с вентиляцией и системой рекуперации, что уменьшает количество инженерных коммуникаций и повышает управляемость системы.

Новые методы проектирования системы вентиляции. На смену классическим системам вентиляции приходят новые методы проектирования систем вентиляции, в которых приоритет отдается контролю, гибкости и снижению теплопотерь ограждающими конструкциями здания. Одним из ключевых решений становится децентрализованная вентиляция. Такие установки монтируются в отдельные комнаты и обеспечивают полноценный воздухообмен с рекуперацией тепла, не требуя разводки

воздуховодов. Это особенно удобно в условиях капитального ремонта или при невозможности монтажа централизованной системы. В крупных зданиях всё чаще применяется система VAV (переменного расхода воздуха) [8], позволяющая автоматически регулировать объём приточного воздуха по зонам в зависимости от реальной потребности. Это значительно снижает энергозатраты и повышает комфорт. Старые системы нередко отличаются высокой инерционностью, неравномерным распределением тепла и воздуха, а также низкой эффективностью регулировки. С ростом цен на энергоносители и ужесточением экологических стандартов возникает необходимость в пересмотре подходов к проектированию.

Системы вентиляции с рекуперацией стали стандартом в энергоэффективном строительстве. В зависимости от типа рекуператора можно не только сохранять тепло, но и передавать влагу, обеспечивая оптимальную влажность воздуха даже в зимний период. Для офисов и коммерческой недвижимости рекомендуется система

Вентиляция с подачей воздуха снизу (UFAD). Такая система создаёт вертикальную вентиляцию, где тёплый отработанный воздух поднимается вверх, а свежий подаётся в нижнюю зону.

Актуальны и гибридные вентиляционные системы, сочетающие в себе преимущества естественного и механического воздухообмена. Автоматизированные фрамуги, вытяжки и датчики делают их удобным решением для школ и жилых зданий с переменным пребыванием людей.

Таким образом, новые методы вентиляции позволяют добиваться качественного воздухообмена, снижать потери энергии и адаптироваться к нуждам конкретного здания и его пользователей.

Интеграция систем ОВиК в «умный» дом. Внедрение энергоэффективных систем ОВиК в «умный» дом стало важной частью современного подхода к энергоэффективности в части управления инженерными системами. Благодаря этому жильцы и обслуживающий персонал получают возможность максимально точно настраивать параметры микроклимата помещения в реальном времени. Центральное место в такой интеграции занимают датчики. Температура, влажность, уровень CO₂, движение – всё это теперь служит входным параметром для управления системой. Например, при превышении уровня CO₂ вентиляция усиливается, а при отсутствии людей – автоматически отключается или переходит в экономичный режим.

Интеллектуальные термостаты и контроллеры, такие как Google Nest или Baxi Luna, позволяют точно регулировать отопление и вентиляцию в зависимости от режима жизнедеятельности человека в помещении. Эти устройства анализируют привычки жильцов, учитывают прогноз погоды и даже местоположение смартфона, чтобы заранее включить отопление перед возвращением домой. Возможность создания **сценариев** управления («день», «ночь», «уехал», «гости») делает систему не просто автоматической, а интеллектуальной. Следовательно, повышает комфорт и позволяет значительно экономить ресурсы.

Системы ОВиК могут быть частью более широкой экосистемы «умного» дома или здания, включая охрану, освещение, питание, фотоэлектрические преобразователи. Такая связка позволяет оптимизировать не только наружные параметры климата, но и общее энергопотребление населения.

Следует отметить направление использования облачных платформ и искусственного интеллекта для предиктивного обслуживания системы ОВиК. Система может заранее сообщить о необходимости чистки фильтра, выявить аномалии в работе оборудования или предложить рекомендации по снижению расходов. Таким образом, интеграция систем ОВиК с «умным» домом превращает пассивную инфраструктуру в активную, адаптивную и интеллектуальную часть жилого или коммерческого пространства. Следовательно, современные системы ОВиК не только повышают комфорт, но и являются основой для энергоэффективного и устойчивого строительства будущего.

В частном жилом секторе города Бишкека чаще стали использовать систему тёплого пола, работающего от теплового насоса, обеспечивающего снижение расходов тепла на отопление более чем в два раза по сравнению с традиционным отоплением с газовым котлом. Дополнительная установка вентиляции с рекуператором, комбинированная вентиляция – механическая вытяжка и автоматическое

открытие окон по сигналу датчиков CO₂ – позволит снизить потери тепла при проветривании. Потолочные инфракрасные панели обеспечивают локализованный комфорт без перегрева помещений. Даже в старом жилом фонде возможна модернизация. Эти примеры демонстрируют, что современные системы ОВиК показывают реальный путь к энергоэффективности, комфорту и устойчивости зданий.

Несмотря на стремительное развитие технологий ОВиК, массовое внедрение новых решений сталкивается с рядом существенных ограничений. Одной из главных проблем остаётся высокая стоимость оборудования и его внедрения. Тепловые насосы, системы с рекуперацией тепла, интеллектуальные контроллеры – всё это требует больших инвестиций на старте. При этом для застройщиков и частных заказчиков зачастую важнее минимизировать издержки на этапе строительства, чем получить долгосрочные выгоды в эксплуатации.

Вторая проблема – дефицит квалифицированных специалистов. Даже при наличии качественного проекта неквалифицированный монтаж может свести на нет всю эффективность систем. Инженеры и проектировщики часто вынуждены работать с неподготовленными подрядчиками, что приводит к ошибкам и снижению доверия к новым технологиям. Дополнительные трудности связаны с недостаточной нормативной базой. Нормативы [9, 10] не успевают за технологическим прогрессом, и проектировщикам приходится адаптировать решения под устаревшие требования. Это усложняет процесс согласований и увеличивает административную нагрузку.

Перспективным направлением также является подготовка квалифицированных инженеров, в том числе по специальности «Теплогасоснабжение и вентиляция», знающих, умеющих, владеющих навыками расчета, проектирования и обслуживания сложных систем ОВиК.

В целом, будущее отопительных и вентиляционных систем – за гибкими, энергоэффективными, цифровыми и адаптивными решениями. Понимание современных технологий и тенденций позволяет проектировщику не только соответствовать актуальным требованиям, но и формировать устойчивую архитектурную среду, готовую к вызовам завтрашнего дня. Системы ОВиК играют решающую роль в обеспечении комфорта, энергоэффективности и безопасности зданий.

Авторы выражают большую благодарность администрации КPCУ за обучение по сетевым образовательным программам в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ) и за финансовую поддержку в проведении исследования.

Поступила: 08.09.2025; рецензирована: 22.09.2025; принята: 24.09.2025.

Литература

1. Басок Б.И. Поливалентная система теплообеспечения пассивного дома на основе возобновляемых источников энергии / Б.И. Басок, И.К. Божко, А.Н. Недбайло // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 6. С. 32–41. URL: [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/6\(58\)/04.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/6(58)/04.pdf) (дата обращения: 12.09.2025).
2. Директива 2010/31/ЕС Европейского парламента об энергетической эффективности зданий (EPBD). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj/eng> (дата обращения: 12.09.2025).
3. Бердыбаева М.Т. Энергоэффективные технологии в теплоснабжении зданий с использованием тепловых насосов. Опыт Киргизии / М.Т. Бердыбаева, Э.Н. Байышов // Энергосбережение. 2020. № 5. С. 54–57: ил.; библиогр.: с. 57 (4 назв.). ISSN 1609-7505 (дата обращения: 17.09.2025).
4. EN 15217:2007. Энергетическая оценка зданий. Методы выражения энергетических характеристик зданий и сертификация энергопотребления зданий (в том числе методика по присвоению класса энергоэффективности). М., 2013. 25 с. (дата обращения: 17.09.2025).
5. Обозов А.Дж. Возобновляемые источники энергии / А.Дж. Обозов, Р.М. Ботпаев. Бишкек, 2010. 218 с. URL: <https://jasulib.org/kg/wp-content/uploads/2024/03/KSTUOBOSOV.pdf> (дата обращения: 15.09.2025).
6. Современные технологии отопления и вентиляции в условиях Центральной Азии. URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2023/09/20/world-bank-warns-heating-sector-across-europe-and-central-asia-needs-urgent-overhaul> (дата обращения: 10.09.2025).

7. Низкотемпературное нагревание и высокотемпературное охлаждение // Журнал ASHRAE, 2012. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5292 (дата обращения: 18.09.2025).
8. Современные технологии отопления и вентиляции в условиях Центральной Азии. URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/news/press-release/2023/09/20/world-bank-warns-heating-sector-across-europe-and-central-asia-needs-urgent-overhaul> (дата обращения: 12.09.2025).
9. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035579> (дата обращения: 12.09.2025).
10. СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054205> (дата обращения: 12.09.2025).