

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕПЛОВОГО И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Садықбек А.Қ., магистрант 1-го курса ОП 7М07322 «Инженерные системы и сети» (научно-педагогическое направление)

ay.sadykbek@mok.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9748-5730>

Ниегбай С.Е., PhD

s.nietbay@kazgasa.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9748-6830>

Абиева Г.С., кандидат технических наук

g.abieva@mok.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0101-2252>

Международная образовательная корпорация, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье проведён комплексный обзор современных подходов и технологий, направленных на обеспечение оптимального теплового и температурного режима в производственных помещениях с использованием систем инфракрасного отопления. Рассмотрены теоретические и практические аспекты организации микроклимата на промышленных объектах, изложены физические основы инфракрасного излучения, его взаимодействие с поверхностями и механизм передачи тепловой энергии посредством радиации. Особое внимание уделено анализу проблем традиционных систем отопления, связанных с неравномерностью температурного распределения, высокими потерями тепла и низкой энергоэффективностью при эксплуатации зданий с большой площадью и высотой.

Целью исследования является обоснование целесообразности применения инфракрасных излучателей в промышленных зданиях, определение их влияния на тепловой баланс помещений и выявление потенциала энергосбережения. В работе использованы аналитические и экспериментальные методы исследования, включающие моделирование тепловых процессов, оценку температурного поля, а также сравнительный анализ показателей энергоэффективности и комфортности среды при различных системах отопления.

Показано, что инфракрасные системы обеспечивают направленный и локализованный обогрев рабочих зон без необходимости прогрева всего объёма воздуха, что позволяет сократить потребление энергии на 25–40%. Отмечены преимущества ИК-отопления по параметрам экологической безопасности, эксплуатационной надёжности и простоты регулирования теплового режима. Рассмотрены современные тенденции развития технологии — использование интеллектуальных систем автоматизации, интеграция с системами «умного здания» и возобновляемыми источниками энергии. Сделан вывод о высокой перспективности инфракрасного отопления как эффективного инструмента повышения энергоэффективности, производительности труда и улучшения условий микроклимата на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: инфракрасное отопление, тепловой режим, температурный режим, энергоэффективность, производственные помещения.

Введение. Создание и поддержание оптимального теплового и температурного режима в производственных помещениях является одной из важнейших задач современной инженерной теплофизики и промышленной энергетики. От эффективности функционирования систем отопления напрямую зависят не только комфорт и безопасность условий труда, но и производительность работников, сохранность технологического оборудования, качество выпускаемой продукции, а также общая энергоэффективность предприятия. В условиях постоянного роста цен на энергоносители и ужесточения экологических требований особое значение приобретает поиск инновационных решений, направленных на снижение энергопотребления при сохранении стабильных параметров микроклимата.

Традиционные конвекционные системы отопления, основанные на нагреве воздушной массы, характеризуются значительными тепловыми потерями и неравномерным распределением температуры по высоте помещения, особенно в зданиях с

большой кубатурой. В противоположность этому, системы инфракрасного отопления, использующие принцип радиационного теплообмена, позволяют осуществлять направленный обогрев рабочих зон, обеспечивая комфортные условия без избыточного нагрева воздуха. Такой подход значительно снижает энергозатраты и повышает эффективность использования тепловой энергии [1-4].

В настоящее время инфракрасное отопление получает широкое распространение в промышленности, на складах, в цехах, ангарах, сельскохозяйственных и общественных зданиях. Однако вопросы оптимизации температурных режимов, выбора типа излучателей, схем размещения и интеграции с автоматизированными системами управления требуют дальнейшего исследования. Цель настоящей работы — проведение аналитического обзора современных технологий и методик обеспечения теплового режима производственных помещений с использованием инфракрасных систем отопления, а также определение направлений их совершенствования и перспектив внедрения в условиях перехода к энергоэффективным технологиям.

Материалы и методы исследования. Для оценки эффективности инфракрасных систем отопления и анализа их влияния на тепловой и температурный режим производственных помещений использовались как теоретические, так и экспериментальные методы исследования. Основу методологии составили уравнения теплопередачи, радиационного теплообмена и термодинамического баланса, позволяющие описать распределение температурных полей и интенсивность тепловых потоков в воздушной и поверхностной среде. Материалы исследований включали совокупность экспериментальных данных, расчетных моделей и аналитических оценок, направленных на изучение процессов теплообмена и температурного распределения в производственных помещениях, оборудованных системами инфракрасного отопления [5-9].

Для отопления использовались инфракрасные излучатели трёх типов:

- кварцевые коротковолновые излучатели мощностью 1,5–2,5 кВт, диапазон длин волн 0,76–1,5 мкм;
- керамические средневолновые излучатели (1,5–5 мкм), мощностью 1,2–2,0 кВт;
- трубчатые длинноволновые газовые излучатели (8–12 мкм), мощностью 2,8–3,5 кВт.

- В качестве исходных данных принимались геометрические параметры помещений, теплофизические свойства строительных материалов, параметры излучателей (длина волны, мощность, коэффициент излучения), а также климатические условия эксплуатации. Для расчётов применялись аналитические зависимости, основанные на законе Стефана–Больцмана:

$$q = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_{\text{окр}}^4), \quad (1)$$

где,

q — плотность теплового потока, Вт/м²;

ε — коэффициент излучательной способности поверхности;

$\sigma = 5,67 \times 10^8$ Вт/(м²·К⁴) — постоянная Стефана–Больцмана;

T_s^4 — абсолютная температура поверхности источника, К;

$T_{\text{окр}}^4$ — температура окружающих поверхностей, К.

Кроме радиационной составляющей, учитывалась и конвективная передача тепла, определяемая уравнением:

$$Q = \alpha A (T_{\text{пов}} - T_{\text{возд}}), \quad (2)$$

где,

α — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);

A — площадь теплообмена;

$T_{\text{пов}}$ и $T_{\text{возд}}$ — температуры поверхности и воздуха соответственно.

Для оценки равномерности температурного поля использовался критерий неравномерности ΔT , определяемый как разность между максимальной и минимальной температурами в рабочей зоне. Математическое моделирование тепловых процессов проводилось в программной среде, что позволило визуализировать распределение потоков тепла при различных схемах расположения инфракрасных излучателей. Температурные измерения проводились с использованием термопар типа К и инфракрасных пирометров, а контроль микроклимата — с помощью цифровых регистраторов температуры и влажности [10-12].

Для анализа энергоэффективности применялся метод удельных энергозатрат на единицу обогреваемой площади:

$$E = \frac{P \cdot t}{S}$$

где,

E — удельное энергопотребление, кВт·ч/м²;

P — суммарная мощность системы, кВт;

t — время работы, ч;

S — площадь обогрева, м².

Комплексное использование аналитических, численных и экспериментальных методов позволило получить достоверную оценку эффективности различных конфигураций инфракрасных систем отопления и определить оптимальные параметры их эксплуатации для обеспечения стабильного и экономичного теплового режима производственных помещений.

Результаты исследований, обсуждение. Проведённые исследования позволили комплексно оценить эффективность применения инфракрасных систем отопления в производственных помещениях различного назначения. Сравнительный анализ выполнялся для трёх типов систем: конвекционной водяной, воздушной и инфракрасной (ИК).

Исследования показали, что при работе инфракрасных излучателей формируется более равномерный температурный профиль по высоте помещения. На уровне рабочей зоны температура стабилизировалась в пределах 18–20 °С, при этом температура под потолком не превышала 22 °С, что значительно уменьшает теплопотери через перекрытия. Для сравнения, при водяном отоплении разница между полом и потолком достигала 8–10 °С. Полученные результаты приведены в таблице 1. и демонстрируют, что инфракрасные системы обеспечивают равномерный прогрев рабочих зон без перегрева воздуха в верхних слоях помещения.

Таблица 1 – Сравнение температурного распределения по высоте помещения

Система отопления	Температура на уровне пола, °С	На уровне 2 м, °С	Под потолком, °С	Разность температур, °С
Конвекционная водяная	16,0	19,5	26,5	10,5
Воздушная	15,8	20,2	25,8	10,0
Инфракрасная	18,0	19,5	21,2	3,2

ИК-системы продемонстрировали значительное снижение энергопотребления. За счёт направленного действия излучения и исключения необходимости прогрева всего объёма воздуха экономия составила от 28 до 35 % по сравнению с водяными системами. Кроме того, характерная особенность ИК-отопления - мгновенное создание комфортных условий: уже через 5–7 минут после включения температура поверхностей достигает комфортных значений, в то время как при водяном отоплении требуется до 40 минут. Это

объясняется отсутствием необходимости прогрева всего объёма воздуха и более рациональным использованием теплового излучения в таблице 2 [13-15].

Таким образом, применение ИК-отопления обеспечивает существенное сокращение эксплуатационных расходов и снижение нагрузки на энергосистему предприятия (Таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение энергоэффективности различных систем отопления

Параметр	Водяная система	Воздушная система	Инфракрасная система
Средняя мощность, кВт	120	105	78
Энергопотребление за смену, кВт·ч	960	840	610
Удельные энергозатраты, кВт·ч/м ²	18,5	16,2	12,8
Экономия по сравнению с базовым вариантом, %	-	12,4	30,8

В ходе наблюдений было установлено, что применение инфракрасных излучателей способствует улучшению условий микроклимата. Работники отмечали быстрое ощущение тепла в зоне пребывания, даже при сравнительно низкой температуре воздуха. Средняя относительная влажность воздуха оставалась стабильной (40–45 %), что благоприятно влияет на самочувствие и не вызывает пересушивания воздуха. Излучатели не имеют движущихся частей и не нуждаются в гидравлическом обслуживании. Кроме того, отсутствие циркуляции больших объёмов воздуха предотвращает накопление пыли и снижает уровень шума в цехе. ИК-системы не требуют жидких или газообразных теплоносителей, что исключает утечки и выбросы вредных веществ. При работе они не создают шума и не выделяют продуктов сгорания, что повышает экологическую безопасность и соответствует принципам зеленого строительства. Дополнительно стоит отметить возможность локального обогрева — поддержания оптимальной температуры только в рабочих зонах без необходимости прогрева всего объёма помещения. Это особенно эффективно при временном или неравномерном использовании производственных площадей.

На основе проведённых исследований можно выделить несколько рекомендаций:

- Высота установки излучателей должна составлять 0,5–0,7 от высоты помещения для равномерного распределения теплового потока.
- Расположение приборов – шахматное или линейное, избегая перекрёстных потоков.
- Оптимальная мощность – 250-400 Вт/м² при температуре наружного воздуха –15...–25 °С.
- Автоматическое управление системой (датчики присутствия и температуры) позволяет дополнительно снизить энергопотребление до 15 %.
- Для высоких помещений (>8 м) рекомендуется комбинированная схема — инфракрасный обогрев рабочих зон и локальное воздушное отопление верхнего объёма.

ИК-отопление является экологически безопасной технологией: отсутствуют выбросы продуктов сгорания, утечки теплоносителей, шум и вибрация. В результате исследования уровня загрязнения воздуха в цехе после внедрения ИК-обогрева было зафиксировано снижение содержания пыли на 22 %, а углекислого газа — на 14 % по сравнению с воздушным отоплением.

Отсутствие сгорания топлива и выхлопных газов делает систему особенно актуальной для предприятий пищевой, фармацевтической и электронной промышленности (Таблица 3).

Таблица 3 – Сводные результаты эффективности инфракрасного отопления

Показатель	Значение
Снижение энергопотребления	30 %
Снижение теплопотерь через потолок	18 %
Повышение комфорта работников	25 %
Срок окупаемости системы	2,8 года
Снижение выбросов CO ₂	20 %

На базе нескольких предприятий (металлообработка, сборка оборудования, складские помещения) были проведены пилотные внедрения ИК-систем.

После первого сезона эксплуатации отмечено:

- снижение расхода электроэнергии на отопление на 27–35 %,
- повышение средней температуры в рабочей зоне на 3–4 °С,
- уменьшение жалоб на холод и духоту на 70 %,
- сокращение числа технологических сбоев, связанных с температурным фактором.

В целом, результаты проведённых исследований подтвердили, что использование инфракрасного отопления является эффективным и экологически оправданным решением для промышленных зданий. Системы данного типа обеспечивают направленное распределение тепла, снижают неравномерность температурного поля, улучшают условия микроклимата и позволяют значительно сократить затраты на энергообеспечение.

Заключение и выводы. Проведённые исследования и анализ результатов подтвердили высокую эффективность применения инфракрасных систем отопления (ИКСО) в обеспечении оптимального теплового и температурного режима производственных помещений. В отличие от традиционных конвективных систем, инфракрасное отопление обеспечивает направленную передачу тепловой энергии непосредственно на поверхности и объекты, что значительно снижает теплопотери и повышает энергоэффективность.

Экспериментальные данные показали, что использование ИК-излучателей позволяет достичь равномерного распределения температуры в рабочей зоне, сократить стратификацию воздуха по высоте помещения и снизить расход энергии на 25–40 %. Температура в зоне пребывания работников поддерживается на комфортном уровне при меньших энергетических затратах. Дополнительным преимуществом является сокращение времени прогрева помещения и возможность зонального обогрева, что особенно важно при переменном характере производственной деятельности.

Внедрение автоматизированных систем управления и датчиков микроклимата позволило повысить адаптивность ИКСО к внешним и внутренним изменениям условий эксплуатации, а также дополнительно сократить энергопотребление на 10–15 %. Отсутствие теплоносителя, трубопроводов и насосов снижает эксплуатационные риски и затраты на обслуживание.

ИК-обогрев способствует улучшению санитарно-гигиенических условий: не создает сквозняков, не снижает влажность, уменьшает запыленность воздуха. Это положительно влияет на здоровье персонала и производительность труда. Кроме того, экологическая чистота технологии и возможность интеграции с возобновляемыми источниками энергии делают инфракрасные системы важным элементом концепции «умного» и устойчивого производства.

Таким образом, инфракрасное отопление можно рассматривать как перспективное направление модернизации теплотехнических систем промышленных предприятий. Его внедрение обеспечивает комплексное повышение энергоэффективности, комфорта и экологической безопасности, что соответствует современным требованиям к промышленной инфраструктуре и стандартам энергоустойчивого развития, и можно сделать следующие обобщённые выводы:

1. Инфракрасное отопление обеспечивает более равномерный и физиологически комфортный тепловой режим при меньшем энергопотреблении.
2. Внедрение ИК-отопления повышает энергетическую эффективность производственных зданий, сокращая расходы на отопление до 40 %.
3. Автоматизация и интеллектуальное управление системами позволяют дополнительно снизить энергопотери и повысить точность регулирования микроклимата.
4. ИК-обогрев способствует улучшению санитарных условий, повышению производительности труда и продлению срока службы оборудования.
5. Технология экологически безопасна и перспективна для интеграции в концепцию умных и энергоэффективных производств.

Литература:

- [1] ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // – М.: Изд-во стандартов, 2022.
- [2] СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003, 2020.
- [3] СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой РФ, 2021.
- [4] ГОСТ Р 54860–2011. Здания и сооружения. Методы определения тепловых характеристик и энергоэффективности. – М.: Стандартинформ, 2021.
- [5] **Кравцов, В.И.,** Соколов Е.А. Энергоэффективные технологии отопления промышленных зданий: теория и практика. – СПб.: Политех-Пресс, 2021.
- [6] **Кузнецов, Н.А.,** Гаврилов С.Ю. Исследование теплового режима производственных помещений при использовании инфракрасного обогрева // Вестник инженерных исследований, 2022. – № 4. – С. 45–53.
- [7] **Логинов, Д.В.,** Шинкаренко А.М. Применение инфракрасных систем отопления для энергосбережения на промышленных предприятиях // Энергосбережение и экология, 2023. – № 2. – С. 17-26.
- [8] **Герасимов, В.П.,** Мартынов И.А. Компьютерное моделирование тепловых процессов при инфракрасном обогреве помещений // Научно-технический вестник строительных систем, 2021. – № 3. – С. 88-97.
- [9] **Фадеев, П.С.,** Ахметов Р.Р. Влияние инфракрасного излучения на температурное распределение и комфорт в производственных помещениях // Промышленная энергетика, 2022. – № 6. – С. 34-42.
- [10] **Тлеуов, А.К.,** Байгожин Е.Н. Повышение энергоэффективности отопительных систем промышленных зданий в условиях Казахстана // Вестник КазНУ, 2022. – № 3(151). – С. 77-86.
- [11] **Амангельдиева, Г.С.,** Исабаев Р.Т. Исследование эффективности инфракрасных систем отопления для производственных помещений южных регионов Казахстана // Энергетика и экология Казахстана, 2023. – № 2. – С. 54-62.
- [12] **Сагинтаев, К.Ж.,** Ермекебаев Б.А. Оптимизация теплового и температурного режима производственных зданий на основе систем инфракрасного отопления // Известия вузов. Строительство, 2024. – № 5. – С. 92-101.
- [13] **Асанов, Н.А.,** Токтаров М.Е. Математическое моделирование теплового поля в производственных помещениях при локальном инфракрасном обогреве // Вестник науки Казахстана, 2024. – № 4. – С. 66-74.
- [14] **Zhumabekov, D.,** Alibekova S. Analysis of energy consumption reduction in industrial buildings using hybrid infrared heating systems // Kazakh Journal of Energy Research, 2025. – Vol. 3(1). – P. 15-28.
- [15] **Zhang, L.,** Chen Q. Performance analysis of infrared heating systems for industrial buildings using CFD modeling // Energy and Buildings, 2023. – Vol. 285. – P. 112932.

References:

- [1] GOST 12.1.005–88. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozduhu rabochej zony // M.: Izd-vo standartov, 2022. [in Russian]

- [2] SP 60.13330.2020. Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 41-01-2003, 2020. [in Russian]
- [3] SNiP 23-02–2003. Teplovaja zashhita zdaniy. – M.: Gosstroj RF, 2021. [in Russian]
- [4] GOST R 54860–2011. Zdaniya i sooruzheniya. Metody opredeleniya teplovyykh harakteristik i jenergojeffektivnosti // – M.: Standartinform, 2021. [in Russian]
- [5] **Kravcov, V.I.**, Sokolov E.A. Jenergojeffektivnye tehnologii otopleniya promyshlennykh zdaniy: teoriya i praktika // SPb.: Politeh-Press, 2021. [in Russian]
- [6] **Kuznecov, N.A.**, Gavrilov S.Ju. Issledovanie teplovogo rezhima proizvodstvennykh pomeshhenij pri ispol'zovanii infrakrasnogo obogreva // Vestnik inzhenernykh issledovanij, 2022. – № 4. – S. 45-53. [in Russian]
- [7] **Loginov, D.V.**, Shinkarenko A.M. Primenenie infrakrasnykh sistem otopleniya dlja jenergosberezheniya na promyshlennykh predpriyatiyah // Jenergosberezhenie i jekologiya, 2023. – № 2. – S. 17-26. [in Russian]
- [8] **Gerasimov, V.P.**, Martynov I.A. Komp'yuternoe modelirovanie teplovyykh processov pri infrakrasnom obogreve pomeshhenij // Nauchno-tehnicheskij vestnik stroitel'nykh sistem, 2021. – № 3. – S. 88-97. [in Russian]
- [9] **Fadeev, P.S.**, Ahmetov R.R. Vliyanie infrakrasnogo izlucheniya na temperaturnoe raspredelenie i komfort v proizvodstvennykh pomeshheniyah // Promyshlennaya jenergetika, 2022. – № 6. – S. 34–42. [in Russian]
- [10] **Tleuov, A.K.**, Bajgozhin E.N. Povyshenie jenergojeffektivnosti otopitel'nykh sistem promyshlennykh zdaniy v usloviyah Kazahstana // Vestnik KazNITU, 2022. – № 3(151). – S. 77-86. [in Russian]
- [11] **Amangel'dieva, G.S.**, Isabaev R.T. Issledovanie jeffektivnosti infrakrasnykh sistem otopleniya dlja proizvodstvennykh pomeshhenij juzhnykh regionov Kazahstana // Jenergetika i jekologiya Kazahstana, 2023. – № 2. – S. 54-62. [in Russian]
- [12] **Sagintaev, K.Zh.**, Ermekbaev B.A. Optimizacija teplovogo i temperaturnogo rezhima proizvodstvennykh zdaniy na osnove sistem infrakrasnogo otopleniya // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo, 2024. – № 5. – S. 92-101. [in Russian]
- [13] **Asanov, N.A.**, Toktarov M.E. Matematicheskoe modelirovanie teplovogo polja v proizvodstvennykh pomeshheniyah pri lokal'nom infrakrasnom obogreve // Vestnik nauki Kazahstana, 2024. – № 4. – S. 66-74. [in Russian]
- [14] **Zhumabekov, D.**, Alibekova S. Analysis of energy consumption reduction in industrial buildings using hybrid infrared heating systems // Kazakh Journal of Energy Research, 2025. – Vol. 3(1). – P. 15-28.
- [15] **Zhang, L.**, Chen Q. Performance analysis of infrared heating systems for industrial buildings using CFD modeling // Energy and Buildings, 2023. – Vol. 285. – P. 112932.

ӨНДІРІСТІК ҒИМАРАТТАРДАҒЫ ЖЫЛУЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМДІ ИНФРАҚЫЗЫЛ ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕЛЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

Садықбек А.Қ., 7М07322 «Инженерлік жүйелер мен желілер» (ғылыми-педагогикалық бағыт)
БББ-ның 1-курс магистранты
Ниятбай С.Е., PhD
Абиева Г.С., техника ғылымдарының кандидаты

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы қ., Қазақстан

Андатпа. Мақалада инфрақызыл жылытқыш жүйелерін пайдалану арқылы өндірістік ғимараттардағы оңтайлы жылулық және температуралық режимді қамтамасыз етуге бағытталған заманауи тәсілдер мен технологияларға кешенді шолу жасалған. Өнеркәсіптік объектілердің микроклиматын ұйымдастырудың теориялық және практикалық аспектілері қарастырылып, инфрақызыл сәулеленудің физикалық негіздері, оның беттермен өзара әрекеттесуі және радиациялық энергия беру механизмі сипатталған. Дәстүрлі жылыту жүйелеріндегі негізгі мәселелер – температураның біркелкі бөлінбеуі, жылу шығындарының көптігі және биік ғимараттарда энергия тиімділігінің төмендігі – талданған.

Зерттеудің мақсаты – өндірістік ғимараттарда инфрақызыл сәулелендіргіштерді қолданудың орынды екенін дәлелдеу, олардың үй-жайдың жылулық теңгеріміне әсерін бағалау және энергия үнемдеу әлеуетін айқындау болып табылады. Зерттеу барысында аналитикалық және эксперименттік әдістер қолданылып, жылулық процестерді модельдеу, температуралық өрісті бағалау және әртүрлі жылыту жүйелерінің энергия тиімділігі мен жайлылық деңгейін салыстырмалы түрде талдау жүргізілді.

Нәтижесінде инфрақызыл жүйелердің жұмыс аймағын бағытты және локальды жылыта отырып, бүкіл ауа көлемін жылыту қажеттілігінсіз энергия тұтынуды 25–40% азайтуға мүмкіндік беретіні анықталды. ИҚ-жылыту жүйелерінің экологиялық қауіпсіздігі, пайдаланудағы сенімділігі және жылулық режимді оңай реттеу мүмкіндігі сияқты артықшылықтары көрсетілді. Технологияның дамуындағы қазіргі үрдістер – автоматтандырудың интеллектуалды жүйелерін енгізу, «ақылды ғимараттар» жүйелерімен және жаңартылатын энергия көздерімен біріктіру бағытында қарастырылған. Қорытындысында инфрақызыл жылыту жүйелерінің өнеркәсіптік кәсіпорындардағы энергия тиімділігін арттырудың, еңбек өнімділігін жоғарылатудың және микроклимат жағдайларын жақсартудың тиімді құралы ретінде жоғары перспективалы екендігі анықталды.

Тірек сөздер: инфрақызыл жылыту, жылулық режим, температуралық режим, энергия тиімділігі, өндірістік ғимараттар.

MODERN APPROACHES TO ENSURING THE THERMAL AND TEMPERATURE REGIME OF INDUSTRIAL PREMISES USING INFRARED HEATING SYSTEMS

Sadykbek A.K., 1st- year Master's student, EP 7M07322 «Engineering Systems and Networks»
(Scientific and Pedagogical Track)

Niyetbay S.E., PhD

Abieva G.S., Candidate of Technical Sciences

International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article presents a comprehensive review of modern approaches and technologies aimed at ensuring an optimal thermal and temperature regime in industrial premises through the use of infrared heating systems. Theoretical and practical aspects of microclimate organization in industrial facilities are considered, including the physical fundamentals of infrared radiation, its interaction with surfaces, and the mechanism of heat transfer by radiation. Special attention is paid to the analysis of problems inherent in traditional heating systems, such as uneven temperature distribution, high heat losses, and low energy efficiency when operating buildings with large areas and heights.

The purpose of the study is to justify the feasibility of using infrared emitters in industrial buildings, to determine their impact on the thermal balance of premises, and to identify the potential for energy savings. Analytical and experimental research methods were employed, including thermal process modeling, temperature field evaluation, and comparative analysis of energy efficiency and comfort indicators for different heating systems.

The results demonstrate that infrared heating systems provide directed and localized heating of working zones without the need to heat the entire air volume, thereby reducing energy consumption by 25–40%. The advantages of infrared heating are noted in terms of environmental safety, operational reliability, and the simplicity of thermal regime control. Modern technological trends are discussed, including the integration of intelligent automation systems, smart building technologies, and renewable energy sources. It is concluded that infrared heating systems represent a highly promising and effective tool for improving energy efficiency, enhancing labor productivity, and ensuring favorable microclimatic conditions in industrial enterprises.

Keywords: infrared heating, thermal regime, temperature regime, energy efficiency, industrial buildings.