



ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: СИМУЛЯЦИЯ ВЛИЯНИЯ ОРИЕНТАЦИИ ЗДАНИЙ НА ПОТРЕБЛЕНИИ ЭНЕРГИИ В АСТАНЕ

<https://orcid.org/0009-0009-8359-1486>  Бекетов Даурбек^{1*}

¹ Магистрант «Архитектурно-строительного» факультета, кафедры «Строительство»,
Евразийский Национальный Университет, Астана, Казахстан

*Корреспондент автор: jekod52@gmail.com

Аннотация. Здания потребляют около 40% мировой энергии и являются значительным источником выбросов углерода, поэтому их энергоэффективность играет важную роль в экологической устойчивости. Учитывая их долгий срок эксплуатации, повышение энергоэффективности критично для сокращения негативного воздействия на окружающую среду. В данном исследовании рассматривается влияние ориентации зданий на энергопотребление в Астане, Казахстан, где температура колеблется от -35°C до +40°C.

Для адаптации к суровым зимам Астаны изучаются пассивные архитектурные решения и интеграция возобновляемых источников энергии в проектирование зданий. В ходе исследований проводилось моделирование, оценивающее влияние различных факторов на энергопотребление. Результаты подтвердили, что ориентация здания значительно влияет на его энергоэффективность: наименее энергозатратными оказались направления на север и юг. Была проанализирована исходная ориентация (35° на северо-восток), а полученные данные проверены в соответствии с местными и международными стандартами.

Данное исследование способствует реализации стратегии энергосбережения в Астане, предлагая решения для климатически адаптивной архитектуры. Оптимизация ориентации зданий улучшает пассивный обогрев и охлаждение, снижая зависимость от традиционных источников энергии. Эти выводы помогают создавать энергоэффективные здания для экстремальных климатических условий.

Ключевые слова энергоэффективность, ориентация зданий, пассивное проектирование, возобновляемая энергия, экстремальные климатические условия, энергопотребление.

Введение

Строительная отрасль оказывает значительное влияние на изменение климата. Хотя она составляет важную часть инфраструктуры и активов страны, она также является одним из крупнейших потребителей природных ресурсов и оказывает серьезное воздействие на окружающую среду. Данный сектор способствует загрязнению воздуха и воды, образованию различных отходов, а также потребляет значительное количество воды и сырья [1].

Устойчивое развитие в жилищном секторе имеет ключевое значение, поскольку он характеризуется высоким уровнем потребления энергии и воды, негативным влиянием на окружающую среду, а также социально-экономическим воздействием на население [2]. Таким образом, обеспечение устойчивости как существующего, так и нового жилья является приоритетной задачей. В связи с этим настоящее исследование направлено на

оптимизацию энергоэффективности вновь строящихся жилых объектов с целью сокращения общего энергопотребления.

Казахстан – стремительно развивающееся государство в Центральной Азии, занимающее девятое место в мире по территории и обладающее богатыми природными ресурсами, включая полезные ископаемые и ископаемое топливо (Рис. 1) [3]. За последнее десятилетие ВВП страны увеличился более чем на 30%, что в основном было обусловлено ростом экспорта нефти, газа и других сырьевых ресурсов, что значительно улучшило социально-экономическое положение населения [4]. Стоит отметить, что Казахстан занимает 11-е место в мире по доказанным запасам нефти, которые составляют около 30 миллиардов баррелей [5].

Быстрый экономический рост Казахстана значительно повлиял на развитие строительной отрасли. Согласно данным [6], производительность в сфере строительства в стране выросла почти в восемь раз за последнее десятилетие. Значительная часть этого роста приходится на жилищное строительство, что в основном связано с государственными программами, направленными на увеличение доступности жилья и сокращение его дефицита. В настоящее время в Казахстане наблюдается нехватка жилья в размере около 100 миллионов квадратных метров [7].

Согласно данным [8], инвестиции в жилищный сектор Казахстана только в 2024 году выросли более чем в 2,3 раза. Всего к 2029 году планируется возвести 111 млн кв. м жилья. Лидерами по темпам строительства стали Астана, Алматы, Шымкент, а также Павлодарская, Туркестанская и Кызылординская области [9].



Рисунок 1 – Казахстан, Астана (51 градус 10' 52" с.ш./71 градус 25' 40" в.д.)

Если новые здания будут спроектированы с учетом принципов низкого энергопотребления, это снизит затраты на эксплуатацию и улучшит экологическую ситуацию. Для оценки этой возможности были изучены типовые здания в Астане, чтобы определить их среднее энергопотребление и оценить влияние изменений на его снижение. В результате анализа были выбраны девятиэтажные здания из керамического кирпича, наиболее распространенные на правом берегу города. Для исследования были отобраны три идентичных жилых комплекса: Достар-1, Достар-2 и Достар-3. Несмотря на одинаковые строительные характеристики, их энергопотребление различалось из-за ориентации и расположения.

Исследования подтверждают, что такие параметры, как форма, изоляция и ориентация здания, существенно влияют на энергопотребление [10][11][12][13]. Ориентация играет ключевую роль в пассивном проектировании [14][15]. По данным Manioglu [16] и Nabibi

[17], южная ориентация наиболее эффективна для максимального накопления тепла зимой и защиты от перегрева летом. В условиях Казахстана, где наблюдаются экстремальные температуры, ориентация здания имеет решающее значение. Полученные результаты подтвердили предыдущие исследования и доказали, что «оптимальная» ориентация значительно снижает энергопотребление.

Рекомендуется применять эти выводы при проектировании новых зданий, особенно в условиях стремительного роста строительства. В статье описаны методология, исходные данные, моделирование, расчет тепловых нагрузок и выводы.

Методология

Для оценки влияния ориентации здания на его энергопотребление были проведены численные симуляции с использованием программного обеспечения Design Builder [18], а также независимый тепловой анализ. Методология этих исследований представлена в следующих разделах.

Исходные данные:

Для исследования были выбраны жилые комплексы в Астане, так как большая часть жилищного строительства в Казахстане сосредоточена в столице [19]. Астана расположена на координатах 51°10'52" с.ш. и 71°25'40" в.д. [20], а ее климат является типичным для данного региона.

Для анализа энергопотребления типового многоэтажного здания были выбраны три идентичных жилых комплекса, каждый из которых состоит из шести зданий. Подробная информация о зданиях и климатических параметрах Астаны представлена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Общая информация исследуемых зданий

№ здания (всего 18)	Количество этажей	Ориентация здания	Описание	Основные характеристики	Расходы в Астане
1	9	Северо-Восток	Многоквартирный жилой комплекс на 850 квартир: 210: 36–43 м ² 455: 52–65 м ² 185: 75–81 м ²	Материал строительства: кирпич Внешний слой: керамический кирпич Окна: трехслойное остекление Отопление: центральная сеть Вентиляция: естественная	Электроэнергия: 23 тенге/кВтч (ночь) 37 тенге/кВтч (день) Природный газ: 985 тг/м ³ Отопление: 216 тг/м ² Горячая вода: 354 тг/м ³ Холодная вода: 78 тг/м ³ Канализация: 51 тг/м ³
2	9	Северо-Запад		Водоснабжение: общегосударственная сеть Канализация: общегосударственная сеть	
3	9	Северо-Запад		Высота потолка: 2,5 м Толщина стен: наружная — 690 мм	
4	9	Юго-Запад		Внутренние между квартирами (газобетон) — 200 мм	
5	9	Юго-Восток		Внутренние между комнатами (газобетон) — 100 мм Двери: металлические Балкон: однослойное остекление	
6	9	Юго-Восток			

Таблица 2 - Общий вид и планировка исследуемых зданий

Тип здания	Изображение (3D)	Общий вид	Генеральный план
Здание из одного блока			
			

Обязательные строительные нормы Казахстана приведены в [21]. В них указаны климатические данные для всех регионов страны, которые используются при проектировании зданий любого назначения – жилых, промышленных и других. Согласно этим нормативам, климатические параметры Астаны приведены в таблицах 3 и 4. Кроме того, на рисунках 2 и 3 показаны климатические условия города на основе метеорологических данных [22].

Таблица 3 – Климатические параметры Астаны для холодного периода года

Параметр	Значение
Температура воздуха за 5 самых холодных дней (вероятность 0,98), °C	-36
Температура воздуха в самый холодный день (вероятность 0,98), °C	-41
Абсолютный минимум температуры воздуха, °C	-52
Среднесуточная амплитуда температуры воздуха в самый холодный месяц, °C	9
Среднесуточная относительная влажность воздуха в самый холодный месяц, %	80
Количество осадков за период ноябрь–март, мм	88
Преобладающее направление ветра в период декабрь–февраль	Юго-Запад (SW)
Максимальная средняя скорость ветра по румбам в январе, м/с	5.9

Таблица 4 – Климатические параметры Астаны для теплого периода года

Параметр	Значение
Температура воздуха (вероятность 0,98), °C	29.5
Средняя максимальная температура воздуха в самый теплый месяц, °C	27
Абсолютный максимум температуры воздуха, °C	39
Среднесуточная относительная влажность воздуха в самый теплый месяц, %	57
Количество осадков за период апрель–октябрь, мм	238
Преобладающее направление ветра в период июнь–август	Северо-Восток
Максимальная средняя скорость ветра по румбам в июле, м/с	3.7

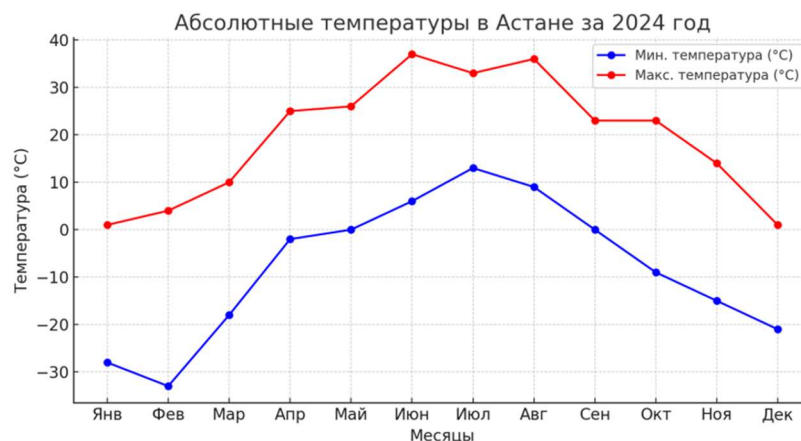


Рисунок 2 - График абсолютных температур в Астане за 2024

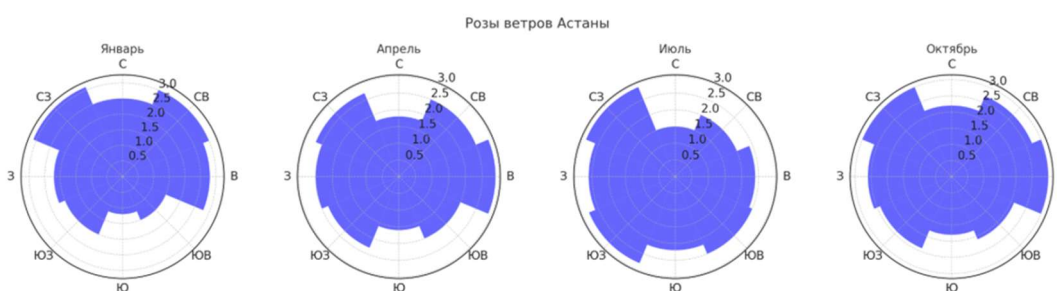


Рисунок 3 - Розы ветров в г. Астана за 2024 год (в разрезе на 4 месяца)

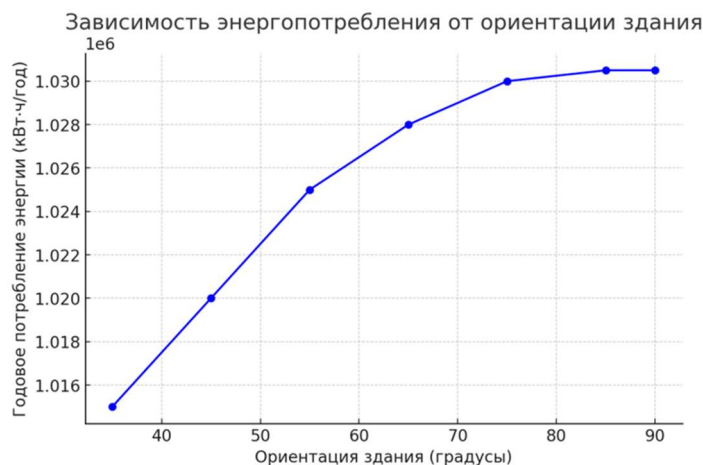


Рисунок 4 – Ориентация в зависимости от общей энергии на объекте в год

Симуляции:

Обзор программного обеспечения Design Builder.

Ориентация здания играет важную роль в доступе естественного освещения, естественной вентиляции и солнечного нагрева – обеспечивая тепло в холодные месяцы и снижая перегрев в теплый период. Оптимальная ориентация здания, которая максимально использует эти природные факторы, позволяет значительно снизить энергопотребление.

Для подтверждения этой гипотезы была использована передовая программа, объединяющая быстрый процесс моделирования зданий с динамическим энергетическим

анализом. Программное обеспечение Design Builder позволяет проводить всестороннюю оценку экологической эффективности здания, включая общее энергопотребление, потребность в тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения, а также показатели комфорта внутри помещений. Эти расчеты выполняются с использованием детализированных симуляций с субчасовыми временными интервалами на основе инструмента EnergyPlus.

Технические характеристики зданий были получены от основной строительной компании, занимавшейся возведением жилых комплексов. В ходе исследования моделировались различные варианты ориентации зданий, чтобы определить их влияние на общее энергопотребление.

Результаты и Обсуждение

На начальном этапе исследования была выбрана одна из 18 рассматриваемых зданий для систематической оценки различных вариантов ориентации с использованием программных инструментов Design Builder и Energy Plus.

Изначально здание ориентировалось под углом 35 градусов в северо-восточном направлении. Как показано на рисунке 4, результаты симуляции демонстрируют, что общее потребление энергии (сумма тепловой и электрической энергии, используемой зданием) увеличивается при повороте здания по часовой стрелке.

При изменении ориентации в противоположном направлении (против часовой стрелки) энергопотребление начинает постепенно снижаться. Однако этот процесс продолжается только до момента, пока удлиненная ось здания не окажется вдоль линии восток-запад. Если здание повернуть дальше, его энергопотребление снова начинает расти (рис. 5). Таким образом, результаты показывают, что для данного здания наилучшей ориентацией является северное направление.

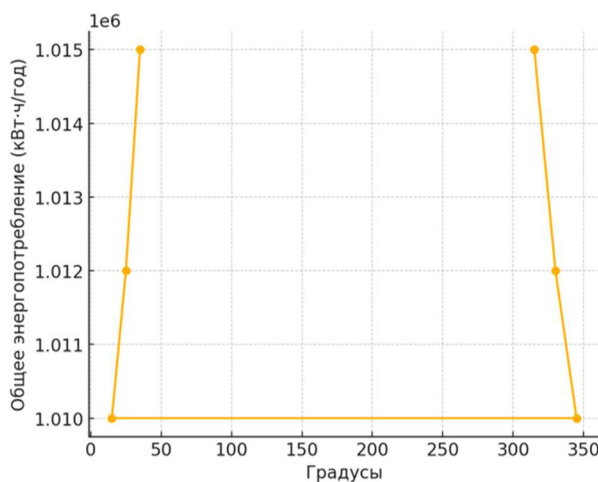


Рисунок 5 – Ориентация в зависимости от общей энергии на объекте в год

Тем не менее, северная ориентация не является единственным оптимальным вариантом. Масштабный анализ взаимосвязи между ориентацией зданий и их энергопотреблением показал, что южная ориентация также является эффективной (рис. 6).

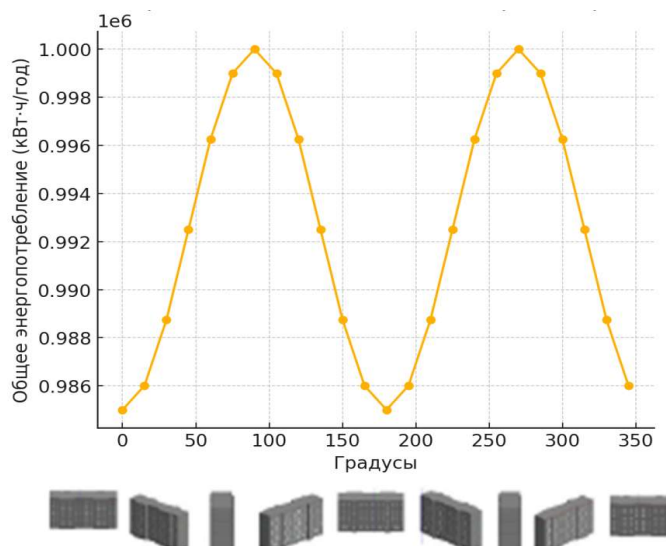


Рисунок 6 – Ориентация в зависимости от общей энергии на объекте в год

Для более детального изучения оптимального направления с точки зрения экономии энергии была проведена оценка ориентации на 180 градусов. Выяснилось, что поворот здания на 185 градусов позволяет снизить энергопотребление на 0,25% по сравнению с северной ориентацией (0 градусов) (рис. 7). Данный результат свидетельствует о том, что южное направление (185 градусов) является наиболее энергоэффективным. Вероятно, это связано с тем, что при этом положении большая площадь окон получает солнечное освещение, что улучшает естественное обогревание здания.

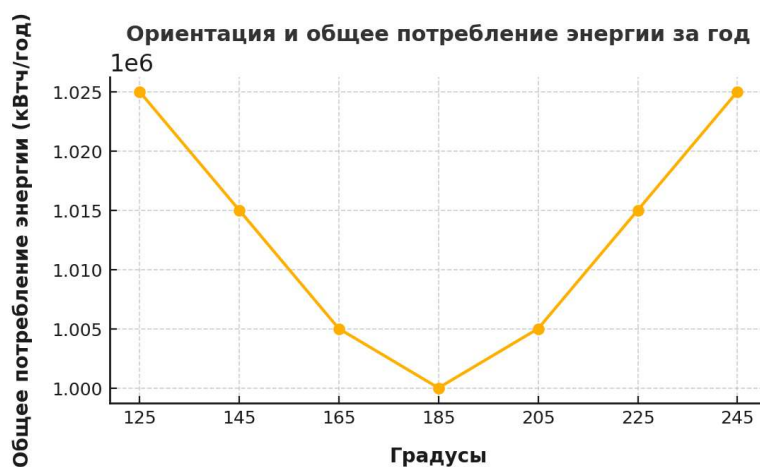


Рисунок 7 – Ориентация в зависимости от общей энергии на объекте в год

Расчет тепловой нагрузки:

Тепловой анализ. Расчеты тепловой нагрузки для стен выполнены на основе [23]. Необходимое значение сопротивления теплопередаче определяется как максимум из:

$$R_0^{req} = \frac{n(t_{in} - t_{ext})}{\Delta t \alpha_{in}} \quad (1)$$

Заданные значения: $n = 1$; $t_{in} = 25^\circ\text{C}$; $t_{ext} = 36^\circ\text{C}$; $\Delta t = 4^\circ\text{C}$; $\alpha_{in} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Другое значение, взятое из [24], — это параметр D_d , известный как «градус-дни отопительного периода».

Согласно [24], для Астаны D_d составляет $6286^{\circ}\text{C}\cdot\text{день}$. Интерполируя значения из [23] для $D = 6286^{\circ}\text{C}\cdot\text{день}$ и используя уравнение (1), максимальное значение R_0^{req} определяется как $6 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$.

Это означает, что для строительства стен должно быть выполнено следующее условие:

$$R_0^{\text{req}} \leq R_0^{\text{des}} \quad (2)$$

Расчетное значение сопротивления теплопередаче определяется как:

$$R_0^{\text{des}} = \frac{1}{\alpha_{\text{in}}} + R_{\text{wc}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} \quad (3)$$

где α_{in} то же самое, что и в уравнении (1); $R_{\text{wc}} = d/U$; $\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$ из [23]. Конструкция стены состоит из четырех слоев, как описано в таблице 5.

Таблица 5 - Описание конструкции стены

Схема	Слой	Толщина, d, м	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ²⁰ С)
	Кирпичная кладка	0.12	0.56
	Полистирол	0.0795	0.034
	Кирпичная кладка	0.5	0.56
	Цементная штукатурка	0.013	0.58

Расчетное значение $R_0^{\text{des}} = 3,63 \text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$, что указывает на выполнение условия (2) выше.

Оценка общего значения теплопередачи (OTTV).

Чтобы приблизительно оценить потребление энергии ограждающей конструкцией здания, значение OTTV для внешних стен было рассчитано и сравнено на основе ориентации здания. Оценка проводилась в соответствии с Кодексом строительного управления Гонконга для OTTV в зданиях [23].

Значение OTTV для внешних стен определяется по следующей формуле:

$$OTTV_w = \frac{(A_w \times U \times \alpha \times T_{DEQw}) + (A_{fw} \times SC \times ESM \times SF)}{A_{ow}} \quad (3)$$

Для приблизительной оценки энергопотребления оболочки здания OTTV внешних стен анализировался на основе ориентации здания с использованием Кодекса строительного управления Гонконга для OTTV в зданиях [23].

Параметры, используемые в расчетах: $A_w = 303,264 \text{ м}^2$, $U = 0,275 \text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$, $\alpha = 0,88$, T_{DEQw} (изменяется в зависимости от стороны света), A_{fw} (фасад) = $275,4 \text{ м}^2$, A_{fw} (тыльная сторона) = $201,6 \text{ м}^2$, $SC = 0,5$ (для тройного остекления), $ESM = 1$ (без затенения), SF (изменяется в зависимости от стороны света), A_{owx} (непрозрачные стены) = $303,264 \text{ м}^2$, Фасад и тыльная сторона стен = $1462,374 \text{ м}^2$.

Поскольку ориентация здания была основной переменной, все остальные параметры оставались неизменными. Площади стен и окон были получены из чертежей и

аксонометрического вида здания. Значения TDE_{Qw} и SF приведены в Таблице 6 с учетом плотности конструкции стен.

Таблица 6 – Значения TDE_{Qw} и SF

Параметр	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
$TDE_{Qw}, ^\circ C$	1.70	2.05	2.40	1.90	1.40	1.75	2.10	1.90
SF	104	138	168	197	191	202	175	138

Рассчитанные значения ОТТВ нанесены на график в зависимости от основных ориентаций на Рис. 8, а нумерация стен показана на Рис. 9. Для упрощения сравнения с различными доступными наборами данных использовалась упрощенная модель. Будущие исследования позволят усовершенствовать модель, включив окна для дальнейшего анализа. Однако из-за небольшой площади поперечного сечения окна на коротких стенах оказывают минимальное энергетическое воздействие по сравнению с более длинными стенами.

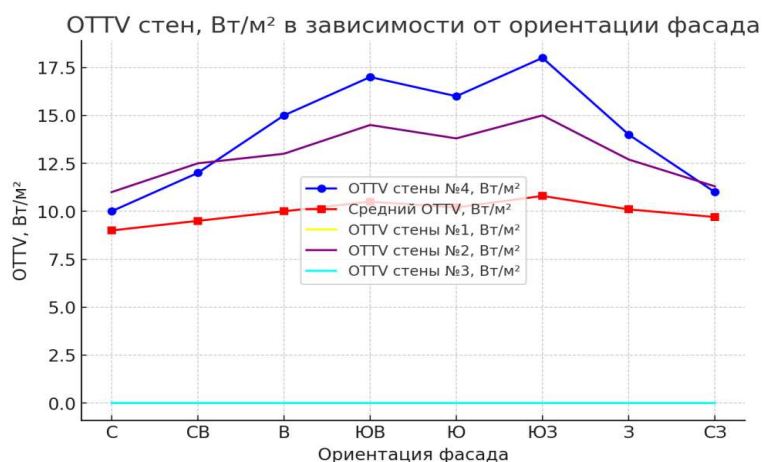


Рисунок 8 – Результаты расчетов ОТТВ

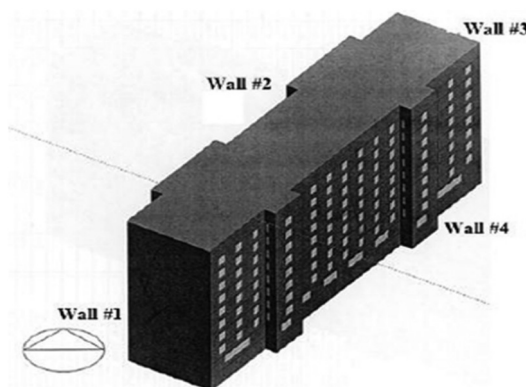


Рисунок 9 – Конфигурация здания (wall - стена)

Метрика ОТТВ оценивает способность здания поглощать внешнее тепло и выделять (терять) внутреннее тепло. Минимизация ОТТВ имеет решающее значение для снижения потребления энергии. Это исследование показывает, что оптимальная ориентация — это когда фасад здания (стена № 4) обращен на север и юг.

Стены № 1 и № 3 (восточная и западная) не имеют окон.

В [25] говорится, что наилучшая ориентация для прямоугольного здания — вдоль оси восток-запад.

[26] предполагает, что в жарком и влажном климате более длинный фасад, обращенный с севера на юг, является лучшим для энергоэффективности.

Таким образом, результаты OTTV дают разумную и точную оценку оптимальной ориентации здания.

Этот анализ представляет собой обзор оценки влияния ориентации зданий на их энергопотребление в Астане, Казахстан. Использование вычислительных инструментов позволило учитывать различные климатические особенности, характерные для данного региона, такие как температурные колебания от $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, направление сильных ветров, продолжительность светового дня и другие факторы.

Кроме того, в расчетах были учтены строительные характеристики, включая используемые материалы, типичные виды деятельности в помещениях, системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) и другие параметры. Такая гибкость позволила провести моделирование поведения здания и оценить, как изменения определенных входных данных могут повлиять на общее энергопотребление объекта.

Результаты моделирования показали, что ориентация здания оказывает значительное влияние на уровень энергопотребления. В частности, изменение ориентации подтвердило первоначальные предположения о том, что расположение здания влияет на его энергоэффективность. Наиболее благоприятными с точки зрения энергопотребления оказались направления на юг и север (изначальная ориентация здания составляла 35 градусов к северо-востоку).

Эти выводы были подтверждены отдельными расчетами, основанными на местных и международных стандартах и нормативах. Наименьшие значения коэффициента OTTV (общей теплопередачи) были получены при ориентации длинных фасадов здания в направлении север-юг. Несмотря на то, что расчетное значение удельного энергопотребления на отопление во всех случаях оказалось ниже нормативного, анализ результатов показал, что наиболее благоприятным вариантом является южная ориентация главного фасада (с большей площадью остекления). Таким образом, оптимальный баланс достигается при направленности фасада здания на юг.

Это указывает на перспективное направление для строительной отрасли. В Казахстане традиционная ориентация зданий определяется не столько критериями энергоэффективности, сколько эстетическими соображениями. Как правило, здания размещаются параллельно существующим дорогам или перпендикулярно к соседним постройкам. Однако в условиях изменения климата правительству следует учитывать все возможные пути оптимизации проектирования зданий, включая предложенный аспект ориентации, а также интеграцию современных технологий и практик устойчивого строительства.

Заключение

Влияние ориентации здания на энергопотребление было оценено с использованием двух методов: детального моделирования и тепловых расчетов. Данное исследование обладает рядом преимуществ по сравнению с другими работами в этой области.

Во-первых, в нем совмещены вычислительный анализ и современные технологии, что позволило получить более широкий взгляд на проблему. Такой подход обеспечил детальное понимание обоих методов и позволил расширить и объяснить полученные результаты, придавая проекту количественную основу.

Во-вторых, программное обеспечение позволило учесть аспекты, которые невозможно было рассчитать традиционными методами, такие как затенение, месячное и суточное энергопотребление.

В-третьих, проведенный анализ дал возможность сравнить различные ориентации здания и выявить наиболее энергоэффективные направления. Это особенно важно, поскольку данный аспект еще недостаточно изучен в Казахстане.

Однако у данного исследования есть и ограничения. В первую очередь они связаны с ограниченным числом рассмотренных проектных факторов. Ориентация здания сама по себе не определяет стратегию проектирования, поэтому полученные результаты применимы только к конкретным зданиям. Для более комплексной оптимизации проектирования следовало бы учитывать типы материалов, строительные технологии и другие технические характеристики. Будущие исследования должны включать моделирование дополнительных факторов.

Тем не менее, полученные результаты представляют особую ценность, так как исследование затрагивает важный аспект экономики страны и общего благополучия населения. Снижение энергопотребления может привести как к финансовой экономии, так и к экологическим преимуществам.

Список литературы

1. Тыллануров Ы., Сапарова Т., Чолуков П. ИЗМЕНЕНИЕ СТАНДАРТОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ АДАПТАЦИИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ //Вестник науки. – 2024. – Т. 4. – №. 12 (81). – С. 1914-1917.
2. Смагулова Ш. А. и др. Анализ потребления электроэнергии в Казахстане //Вестник университета «Туран». – 2024. – №. 2. – С. 139-154.
3. Profile C. Kazakhstan //The World Bank Group and the Asian Development Bank: Washington, DC, USA. – 2021. – Т. 32.
4. Жанакова Н. Н. и др. СТРУКТУРА ВВП КАЗАХСТАНА: АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ КЛЮЧЕВЫХ ДРАЙВЕРОВ РОСТА //Статистика, учет и аудит. – 2024. – Т. 4. – №. 95. – С. 132-142.
5. Жуман Ж., Ду Б., Хамзаева А. Текущее состояние нефтегазовой отрасли Казахстана //«Вестник НАН РК». – 2024. – Т. 408. – №. 2. – С. 470-485.
6. Mekebayeva Z. et al. Assessment of trends in the development of housing construction in the Republic of Kazakhstan //Bulletin of the Karaganda university Economy series. – 2023. – Т. 110. – №. 2. – С. 61-69.
7. Альпеисова Ш. Е. и др. Современное взаимодействие государства и населения в реализации жилищного кредитования //Вестник университета «Туран». – 2022. – №. 4. – С. 89-101.
8. Тлешова А. Б. Модели оценки рентабельности инвестиционных проектов в жилой недвижимости на этапах планирования //Актуальные исследования. – 2025. – №. 6 (241). – С. 28-35.
9. Калымова А. К., Сим М. Д., Есахметова Л. М. ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПОЛИТИКА КАЗАХСТАНА: ТЕНДЕНЦИИ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ //Endless light in science. – 2025. – №. 31 январь ЭН. – С. 42-45.
10. Горшков А. С. и др. Проект здания с низким потреблением тепловой энергии на отопление //Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – №. 4. – С. 232-247.
11. Толокнова О. Ю. Исследование энергетической эффективности зданий : дис. – Сибирский федеральный университет, 2019.
12. Kohansal M. E. et al. Investigating the simultaneous effects of building orientation and thermal insulation on heating and cooling loads in different climate zones //Architectural Engineering and Design Management. – 2022. – Т. 18. – №. 4. – С. 410-433.
13. Abanda F. H., Byers L. An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM (Building Information Modelling) //Energy. – 2016. – Т. 97. – С. 517-527.

14. Гарадурдыева Д., Ходжаев С., Чарыева А. ПАССИВНЫЕ СТРАТЕГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ //Вестник науки. – 2024. – Т. 1. – №. 12 (81). – С. 1315-1319.
15. Калауулы А. Е., Куспангалиев Б. У., Самойлов К. И. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ КАЗАХСТАНА //Проблемы современной науки и образования. – 2023. – №. 8 (186). – С. 61-65.
16. Manioğlu G. Determination of building envelope and operation period of heating system according to life cycle cost //Research in Building Physics. – CRC Press, 2020. – С. 633-636.
17. Habibi S. The effect of building orientation on energy efficiency //Clean Technologies and Environmental Policy. – 2024. – Т. 26. – №. 4. – С. 1315-1330.
18. Garg V., Mathur J., Bhatia A. Building energy simulation: A workbook using designbuilder™. – CRC Press, 2020.
19. Бюлегенова Б. Б., Погодин С. Н., Туремуратов О. Ж. Урбанизация как глобальный тренд (на примере Казахстана) //Россия в глобальном мире. – 2024. – Т. 27. – №. 3. – С. 140-154.
20. Travelmath, 2025. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.travelmath.com/cities/Astana,Kazakhstan> (дата обращения: 07.03.2025).
21. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. Строительные нормы РК. СН РК 2.04-21-2004. – 2006. – Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий. Астана: АО «КазНИИСА»
22. Погода в астане. Температура воздуха и осадки. 2024 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=35188> (дата обращения: 07.03.2025).
23. Sheng W., Zhang L., Ridley I. The impact of minimum OTTV legislation on building energy consumption //Energy Policy. – 2020. – Т. 136. – С. 111075.
24. Construction Norms of Kazakhstan (CNK) 2.04-21-2006. 2006, “Energy Consumption and Thermal Protection of Residential (Civil) Buildings,” Astana, Kazakhstan.
25. Fallahtafti R., Mahdaveinejad M. Optimisation of building shape and orientation for better energy efficient architecture //International Journal of Energy Sector Management. – 2015. – Т. 9. – №. 4. – С. 593-618.
26. He C., Tian W., Shao Z. Impacts of courtyard envelope design on energy performance in the hot summer–cold winter region of China //Buildings. – 2022. – Т. 12. – №. 2. – С. 173.

Сведения об авторах (на трех языках):

Д.Н. Бекетов - Еуразия ұлттық университеті, «Сәулет және құрылыс» факультеті, «Құрылыс» кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан, jekod52@gmail.com

Д.Н. Бекетов – Магистрант «Архитектурно-строительного» факультета, кафедра «Строительство», Евразийский Национальный Университет, Астана, Казахстан, jekod52@gmail.com

D.N. Beketov – Faculty of «Architecture and Construction», Department of Construction, Master's student, Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, jekod52@gmail.com

Вклад автор:

Д.Н. Бекетов - концепция, методология, ресурсы, сбор данных, тестирование, моделирование, анализ, визуализация, интерпретация, подготовка текста, редактирование.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Использование искусственного интеллекта (ИИ): ИИ не использовался ни на каком-либо из этапов написания и подготовки научного материала.

ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ: АСТАНА ҚАЛАСЫНДАҒЫ ЭНЕРГИЯ ТҰТЫНУҒА ҚҰРЫЛЫС БАҒЫТЫНЫҢ ӘСЕРІН СИМУЛЯЦИЯЛАУ

<https://orcid.org/0009-0009-8359-1486>  Бекетов Даурбек^{1*}

¹ Еуразия ұлттық университеті, «Сәулет және құрылыс» факультеті, «Құрылыс» кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан
*Корреспондент автор: jekod52@gmail.com

Аннотация. Ғимараттар дүние жүзіндегі энергияның шамамен 40%-ын тұтынады және көміртегі шығарындыларының маңызды көзі болып табылады, сондықтан олардың энергия тиімділігі экологиялық тұрақтылықта маңызды рөл атқарады. Олардың ұзақ қызмет ету мерзімін ескере отырып, энергия тиімділігін арттыру қоршаған ортаға теріс әсерді азайту үшін өте маңызды. Бұл зерттеу температуралары -35°C -тан $+40^{\circ}\text{C}$ -қа дейін ауытқитын Астанадағы, Қазақстандағы энергия тұтынуға ғимарат бағдарының әсерін зерттейді.

Астананың қақаған қысына бейімделу үшін пассивті сәулеттік шешімдер мен жаңартылатын энергия көздерін ғимараттарды жобалауға біріктіру зерттелуде. Зерттеуге әртүрлі факторлардың энергияны тұтынуға әсерін бағалау үшін модельдеу кірді. Нәтижелер ғимараттың бағдарлануы оның энергия тиімділігіне айтарлықтай әсер ететінін растады: энергияны ең аз тұтынатын бағыттар солтүстік және оңтүстік болды. Бастапқы бағдар (35° солтүстік-шығыс) талданды және алынған деректер жергілікті және халықаралық стандарттарға сәйкес тексерілді.

Бұл зерттеу климатқа бейімделген сәулет үшін шешімдер ұсына отырып, Астанада энергия үнемдеу стратегиясын жүзеге асыруға ықпал етеді. Ғимарат бағдарын оңтайландыру дәстүрлі қуат көздеріне тәуелділікті азайта отырып, пассивті жылыту мен салқындатуды жақсартады. Бұл тұжырымдар төтенше климаттық жағдайлар үшін энергияны үнемдейтін ғимараттарды құруға көмектеседі.

Түйінді сөздер: энергия тиімділігі, ғимарат бағдары, пассивті дизайн, жаңартылатын энергия, экстремалды климаттық жағдайлар, энергия тұтыну.

ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION: SIMULATION OF THE IMPACT OF BUILDING ORIENTATION ON ENERGY CONSUMPTION IN ASTANA

<https://orcid.org/0009-0009-8359-1486>  Beketov Daurbek^{1*}

¹ Faculty of «Architecture and Construction», Department of Construction, Master's student, Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

* Corresponding author: jekod52@gmail.com

Abstract. Buildings consume approximately 40% of the world's energy and are a significant source of carbon emissions, so their energy efficiency plays an important role in environmental sustainability. Given their long service life, improving energy efficiency is critical to reducing the negative impact on the environment. This study examines the impact of building orientation on energy consumption in Astana, Kazakhstan, where temperatures range from -35°C to $+40^{\circ}\text{C}$.

Passive architectural solutions and the integration of renewable energy sources into building design are explored to adapt to Astana's harsh winters. The study included modeling to assess the impact of various factors on energy consumption. The results confirmed that building orientation significantly affects its energy efficiency, with north and south facing directions

proving to be the least energy consuming. The original orientation (35° north-east) was analyzed and the data obtained were verified against local and international standards.

This study contributes to the implementation of the energy saving strategy in Astana by offering solutions for climate-smart architecture. Optimizing building orientation improves passive heating and cooling, reducing reliance on traditional energy sources. These findings help create energy-efficient buildings for extreme climates.

Keywords: energy efficiency, building orientation, passive design, renewable energy, extreme climate conditions, energy consumption.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).