

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 5 / 2023, Vol. 15, Iss. 5 <https://esj.today/issue-5-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/66SAVN523.pdf>

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Плаксина, К. Н. Анализ влияния плотности комплексной застройки на энергетическую эффективность здания / К. Н. Плаксина, Д. И. Глухих, И. А. Щинников // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 5. —

URL: <https://esj.today/PDF/66SAVN523.pdf>

For citation:

Plaksina K.N., Glukhikh D.I., Shchinnikov I.A. Analysis of the influence of building density on the energy efficiency of the building. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(5): 66SAVN523. Available at:

<https://esj.today/PDF/66SAVN523.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69.036.1

Плаксина Ксения Николаевна

ООО «ИТЭ-ТМ», Тюмень, Россия

Инженер СДО 1 категории

E-mail: a_g_p_73k@mail.ru

Глухих Дмитрий Игоревич

ООО «Стрэйтингел», Тюмень, Россия

Генеральный директор

E-mail: gluhidmitry@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1082773

Щинников Илья Андреевич

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Тюмень, Россия

Преподаватель

E-mail: shchinnikov@gmail.com

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1128683

Анализ влияния плотности комплексной застройки на энергетическую эффективность здания

Аннотация. В настоящее время в области строительства всё более отчетливо проявляются тенденции энергоэффективного проектирования. Такая необходимость обуславливается энергосбережением — экономией энергетических и материальных ресурсов. В статье затрагивается вопрос энергоэффективного проектирования в масштабах комплексной застройки и подробнее рассматривается влияние планировочного решения на энергоэффективность отдельного здания детского сада, исходя из скорости ветра. Скорость ветра влияет на расход тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции. Авторами проведен сравнительный расчет затрачиваемой энергии на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции для двух предполагаемых мест застройки: на открытом месте, внутри застройки. Места застройки отличаются скоростью ветра. Значения скорости ветра, принимаемые в расчетах, получены опытным путем. Представленный в статье расчет не учитывает возможные дефекты оконных систем, не учитывает циклы проветривания, открытия дверей и другие факторы, способные усилить влияние ветра на экономию расхода тепла. На основании полученных значений в результате расчета можно сделать вывод о меньшем количестве потерь тепла через ограждающие конструкции в случае расположения внутри застройки. Доля расхода тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции в случае расположения внутри застройки и на открытом месте составляет 20 % и

26 % соответственно. В натуральных единицах измерения разница составляет около 4 000 Вт, что в рамках отдельного здания на фоне всей комплексной застройки имеет небольшое значение. Спроектированный с учетом ветра комплекс застройки позволит масштабировать разницу в расходе тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции на множество зданий.

Ключевые слова: энергоэффективность; энергоснабжение; теплоснабжение; инфильтрующийся воздух; влияние ветра; комплексная застройка; архитектурно-планировочное решение

Введение

В настоящее время в области строительства всё более отчетливо проявляются тенденции энергоэффективного проектирования. Такая необходимость обуславливается энергосбережением — экономией энергетических и материальных ресурсов. Для северных регионов, где на отопление и вентиляцию зданий тратится значительная часть всех энергоресурсов, энергоэффективные подходы к проектированию особо актуальны.

Вопросы энергоэффективного проектирования и строительства рассматриваются многими исследователями по всему миру. Так в работах [1; 2] проведен обзор международного опыта исследователей за последние десять лет в сфере энергоэффективного проектирования и снижения потребления энергии, представлены проблемы, мотивы, рекомендации и пути развития. В работе [3] рассматривается комплексный подход к применению энергоэффективных технологий при реконструкции и строительстве зданий, который касается как ограждающих конструкций, так и инженерных систем.

Также представлены работы, посвященные обзору опыта применения энергосберегающих технологий в России и зарубежье [4; 5]. В ряде исследований рассматриваются вопросы зависимости формы строения на его энергоэффективность [6–8] и влияние климатических особенностей на энергоэффективность зданий [9].

Комплексный подход к энергоэффективному проектированию освещен в ряде работ [10; 11], в том числе отмечается влияние на энергоэффективность объемно-планировочных решений, которые предусматриваются на уровне проектирования комплексной застройки [12].

В данной работе также затрагивается вопрос энергоэффективного проектирования в масштабах комплексной застройки и подробнее рассматривается влияние планировочного решения на энергоэффективность отдельного здания, исходя из господствующих направлений ветра. Проводится сравнительный расчет затрачиваемой энергии на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции для двух предполагаемых мест застройки: на открытом месте, внутри застройки.

Методы и материалы

Для комплексной оценки проектируемого здания следует руководствоваться тремя основными сводами правил: СП 50.13330.2012¹, СП 60.13330.2020², СП 131.13330.2012.³

¹ СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

² СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

³ СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».

Проверка ограждающих конструкций на соответствие санитарно-гигиеническим нормам производится в соответствии с регламентами, устанавливаемыми СП 50.13330.2012 с учетом климатических условий района застройки, прописанных в СП 131.13330.2012.

Далее с целью учета затрат при эксплуатации здания, производится проверка соответствия ограждающих конструкций требованиям с точки зрения расхода тепла согласно СП 60.13330.2020. Детализируется расход энергии на нагревание инфильтрующегося воздуха, определяются дополнительные тепловые потери, которые влияют на энергетические и финансовые показатели объекта строительства.

Для того, чтобы учесть влияние комплексной застройки на энергопотребление и энергоэффективность отдельного здания следует руководствоваться СП 60.13330.2020. Приложение А регламентирует расчет нагрузок на системы отопления и вентиляции, где в том числе учитывается расход тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции. В формулах А7–А8 играет роль расчетная скорость ветра в холодный период года. Комплексная застройка допускает возможность изменения расчетной скорости ветра, воздействующего на отдельный объект этой застройки. Ветер, воздействующий на здание внутри застройки, будет слабее, чем ветер на открытой местности, следовательно, расход тепла на подогрев инфильтрующегося через ограждающиеся конструкции воздуха будет также меньше.

Исходные данные

В данной работе производится сравнительный анализ расхода тепла здания детского сада для двух мест: внутри застройки и на открытом месте. Основным отличительный признак — разные скорости ветра. Скорости ветра получены опытным путем на аналогичных местах (внутри застройки, на открытом месте).

В статье рассматривается объект строительства: детский сад на 180 мест, площадка строительства расположена в Тюменской области в г. Тюмень. Климатические условия района строительства представлены в таблице 1.

Таблица 1

Климатические условия района

Наименование показателя	Значение
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 92 %, °С	минус 35
Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 98 %, °С	минус 44
Нормативное ветровое давление, кПа	0,30
Средняя скорость ветра на открытом месте	5,1 м/с
Средняя скорость ветра внутри застройки	2,7 м/с

Разработано авторами

Наружные несущие стены многослойные, из силикатного и декоративного кирпича, слоя эффективного утеплителя и слоя внутренней отделки из штукатурки. Связь слоёв наружных стен осуществляется гибкими связями с антикоррозийным покрытием. Физико-технические характеристики стенового ограждения представлены в таблице 2.

Площадь наружных стен: 1 194,3 м², площадь окон: 135 м², высота здания: 7,8 м.

Толщина утеплителя для здания принята по теплотехническим расчетам с учетом требования теплоэнергосбережения в соответствии со СП 50.13330.2012.

Таблица 2

Физико-технические характеристики стенового ограждения

Материал	δ, мм	γ, кг/м ³	λ, Вт/м·°С
Кирпич декоративный	90	2300	0,96
Воздушная прослойка	20	-	-
Утеплитель — Rockwool	100	35	0,036
Силикатный кирпич	250	1 800	0,87
Штукатурка	20	1 700	0,87

Разработано авторами

Далее представлены расчеты для двух мест расположения объекта строительства: внутри застройки — индекс «в», на открытом месте — индекс «о».

Проверка ограждающих конструкций на инфильтрацию

Требуемое сопротивление инфильтрации для стен определяется по формуле:

$$R_{и,нс}^{mp} = \Delta P / G^H \quad (1)$$

$$R_{и,нс}^{mp}_{до} = 25,9/0,5 = 51,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

$$R_{и,нс}^{mp}_{после} = 17,5/0,5 = 35 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

$$R_{и,ок}^{mp} = \Delta P^{2/3} / G^H \quad (2)$$

$$R_{и,ок}^{mp}_о = 25,9^{2/3}/6 = 1,46 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

$$R_{и,ок}^{mp}_в = 17,5^{2/3}/6 = 1,12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

Где:

$R_{и,нс}^{mp}$ — требуемое сопротивление инфильтрации для стен, м²·ч·Па/кг;

$R_{и,ок}^{mp}$ — требуемое сопротивление инфильтрации для окон, м²·ч·Па/кг;

ΔP — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па;

G^H — нормативная воздухопроницаемость: для стен $G^H = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$; для окон $G^H = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Разность давлений воздуха, под действием которой происходит инфильтрация, определяется по формуле:

$$\Delta P = 0,55H(\gamma_H - \gamma_B) + 0,03\gamma_H v^2 \quad (3)$$

$$\Delta P_о = 0,55 \cdot 7,8 \cdot (15,1 - 11,8) + 0,03 \cdot 15,1 \cdot 5,1^2 = 25,9.$$

$$\Delta P_в = 0,55 \cdot 7,8 \cdot (15,1 - 11,8) + 0,03 \cdot 15,1 \cdot 2,7^2 = 17,5.$$

Где:

H — высота здания, равна 7,8 м;

γ_n, γ_v — удельный вес наружного и внутреннего воздуха, Н/м³:

$$\gamma = 3463/(273 + t) \text{ при подстановке } t_n \text{ для } \gamma_n \text{ и } t_v \text{ для } \gamma_v;$$

$$\gamma_n = 3463/(273 - 44) = 15,1 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_v = 3463/(273 + 20) = 11,8 \text{ Н/м}^3;$$

v — расчетная скорость ветра, м/с.

Для наружных стен фактическое сопротивление воздухопроницанию определяется как:

$$R_{и,нс} = R_{и1} + R_{и2} + \dots + R_{ин}. \quad (4)$$

$$R_{и,нс} = 1,5 + 2,8 + 18 + 189 = 211,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}.$$

Где:

$R_{и1}, R_{и2}, \dots, R_{ин}$ — сопротивления воздухопроницанию слоев ограждения, определяемые как $R_{и} = \delta/i$, м²·ч·Па/кг;

δ — толщина слоя ограждения, м;

i — коэффициент воздухопроницания материала слоя, кг/(м·ч·Па).

На основании сопоставления значений требуемых и фактических сопротивлений воздухопроницанию проверяется выполнение условий:

$$R_{и,нс} \geq R_{и,нс}^{mp}.$$

$$211,3 \geq 51,8.$$

$$211,3 \geq 35.$$

$$R_{и,ок} \geq R_{и,ок}^{mp}.$$

$$1,74 \geq 1,46.$$

$$1,74 \geq 1,12.$$

По данным расчета можно сделать выводы, что минимальные значения воздухопроницаемости ограждения соблюдены при минимальной скорости ветра, которая соответствует варианту с плотной застройкой территории. Данный показатель один из важных при проектировании, так как за счет него соблюдаются требования по теплотехническим параметрам, ведь если данный показатель завышен, то это дополнительные тепловые потери и быстрое охлаждение помещения.

Расчет затрат тепла на инфильтрацию

Расход тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха $Q_{и}$ определяется по формуле:

$$Q_{и} = \frac{c}{3600} (G_{нс} F_{нс} A_{нс} + G_{ок} F_{ок} A_{ок}) (t_v - t_n). \quad (5)$$

$$Q_{и} = 1000/3600(0,23*194,3*0,8 + 7,79*135*0,6)*(20 + 35) = 12997,44.$$

$$Q_{и\text{ в}} = 1\,000/3\,600(0,14*1\,194,3*0,8 + 5,56*135*0,6)*(20 + 35) = 8\,924,08.$$

Где:

c — удельная теплоемкость воздуха; $c = 1\,000$ Дж/(кг·°C);

$G_{нс}$ — расходы воздуха, инфильтрующегося через наружные стены, кг/(м²·ч);

$F_{нс}$ — площадь наружных стен, м² = 1 194,3 м²;

$F_{ок}$ — площадь окон = 135 м²

$A_{нс}$ — коэффициенты, учитывающие действие встречного теплового потока; $A_{нс} = 0,8$,
 $A_{ок} = 0,6$;

$t_{в}$ — температура внутреннего воздуха, °C;

$t_{н}$ — расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления и вентиляции в холодный период года, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки ($t_{н} = t_{хп}$), °C.

Фактический расход инфильтрующегося воздуха рассчитывается для наружных стен и остекления по формулам:

$$G_{нс} = \Delta P_{\Phi} / R_{и,нс} \cdot \quad (6)$$

$$G_{нс\text{ о}} = 49,9/211,3 = 0,23.$$

$$G_{нс\text{ в}} = 30,1/211,3 = 0,14.$$

$$G_{ок} = \Delta P_{\Phi}^{2/3} / R_{и,ок} \cdot \quad (7)$$

$$G_{ок\text{ о}} = 49,9^{2/3}/1,74 = 7,79.$$

$$G_{ок\text{ в}} = 30,1^{2/3}/1,74 = 5,56.$$

Где:

ΔP_{Φ} — фактическая разность давлений воздуха, Па;

$R_{и,нс}$ — фактические сопротивления инфильтрации.

Фактическая разность давлений находится по выражению:

$$\Delta P_{\Phi} = (H - h)(\gamma_{н} - \gamma_{в}) + 0,05 \gamma_{н} v^2(C_{н} - C_{з}) k. \quad (8)$$

$$\Delta P_{\Phi\text{ о}} = (7,8 - 1)(15,1 - 11,8) + 0,05 * 15,1 * 5,1^2(0,8 + 0,6)*1 = 49,9 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{\Phi\text{ в}} = (7,8 - 1)(15,1 - 11,8) + 0,05 * 15,1 * 2,7^2(0,8 + 0,6)*1 = 30,1 \text{ Па.}$$

Где:

H — расстояние от уровня земли до оси рассчитываемого ограждения, м;

$C_{н}$, $C_{з}$ — значения ветровых коэффициентов на наветренной и заветренной сторонах здания $C_{н} = 0,8$; $C_{з} = -0,6$;

k — коэффициент, учитывающий высоту здания и тип местности по $k = 1$.

После определения $Q_{и}$ следует рассчитать потери тепла через наружные ограждения расчетного помещения $Q_{тп}$:

$$Q_{тп} = Q_{тп,нс} + Q_{тп,ок} = (F_{нс}/R_{о,нс} + F_{ок}/R_{о,ок})(t_{в} - t_{н}). \quad (9)$$
$$Q_{тп} = (1\,194,3/3,5 + 135/0,45) \cdot (20 + 35) = 35\,267,57.$$

Где:

$R_{о,нс}$; $R_{о,ок}$ — общие сопротивления теплопередаче для наружных стен и остекления, $R_{о,нс} = 3,5$; $R_{о,ок} = 0,45$.

Общие теплопотери расчетного помещения $Q_{о}$ равны сумме теплопотерь через наружные ограждения и потерь тепла на инфильтрацию:

$$Q_{о} = Q_{тп} + Q_{и}. \quad (10)$$

$$Q_{о}^{\circ} = 35\,267,57 + 12\,997,44 = 48\,265,01.$$

$$Q_{о}^{\text{в}} = 35\,267,57 + 8\,924,08 = 44\,191,65.$$

Доля затрат тепла на инфильтрацию в общих теплопотерях составит:

$$\text{Открытая местность } Q_{и}/Q_{о} = 12\,997,44/48\,265,01 = 26 \%.$$

$$\text{Внутри застройки } Q_{и}/Q_{о} = 8\,924,08/44\,191,65 = 20 \%.$$

Результаты и обсуждения

В рамках проведенного анализа энергоэффективного проектирования в масштабах комплексной застройки, можно сделать выводы о прямой зависимости на энергетические показатели здания. Далее представлен расчет, по которому можно отследить затраты на общие теплопотери при различных вариантах застройки:

$$Q_{о}^{\circ} = 48\,265,01 \text{ Вт} = 0,0415 \text{ Гкал/час.}$$

$$Q_{о}^{\text{в}} = 44\,191,65 \text{ Вт} = 0,038 \text{ Гкал/час.}$$

Согласно распоряжению Департамента тарифной и ценовой политики Тюменской области тариф на тепловую энергию за 1 Гкал = 1 809,08 руб. на момент написания статьи. Таким образом получаем показатели стоимости на общие теплопотери:

$$\text{До застройки: } 0,0415 \text{ Гкал/час} \cdot 24 \text{ час} \cdot 1\,809,08 \cdot 30 \text{ дней} = 54\,055,2 \text{ руб./месяц.}$$

$$\text{После застройки: } 0,038 \text{ Гкал/час} \cdot 24 \text{ час} \cdot 1\,809,08 \cdot 30 \text{ дней} = 49\,496,4 \text{ руб./месяц.}$$

Данные затраты представляют долю от общих затрат на электроэнергию для отопления всего здания. Но необходимо обратить внимание и учесть в дальнейшем на сколько существенными окажутся данные показатели в общем объеме затрат на теплоснабжение, ведь необходимо шагать в ногу со временем и начинать демонстрировать энергоэффективные подходы.

Проведенный анализ и расчеты демонстрируют на сколько необходимо учитывать факторы расположения застройки и техногенные факторы, такая необходимость обуславливается экономией энергетических и материальных ресурсов. Это необходимо для регионов, где энергоэффективные подходы к проектированию особо актуальны, и где на отопление и вентиляцию зданий тратится значительная часть всех энергоресурсов.

Основные расчетные показатели, влияющие на энергоэффективность здания представлены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ основных расчетных показателей

Показатели	Ветра, м/с	$R_{и,нс}^{тр}$, м ² ·ч·Па/кг	$R_{и,ок}^{тр}$, м ² ·ч·Па/кг	$Q_{и}$ Расход тепла на нагрев инф. воздуха, Вт	$Q_{о}$ Общие теплопотери, Вт	Доля теплопотерь на инф. воздух, %
Открытая местность	5,1	51,8	1,46	12 997,44	48 265,01	26
Внутри застройки	2,7	35	1,12	8 924,08	44 191,65	20

Разработано авторами

Заключение

Проведен сравнительный расчет затрачиваемой энергии на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции для двух предполагаемых мест застройки: на открытом месте, внутри застройки. Места застройки отличаются скоростью ветра, значения скорости ветра, принимаемые в расчетах, получены опытным путем.

На основании полученных значений можно сделать вывод о меньшем количестве потерь тепла через ограждающие конструкции в случае расположения внутри застройки. Доля расхода тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции в случае расположения внутри застройки и на открытом месте составляет 20 % и 26 % соответственно. Следовательно, чем меньше теплопотери, тем выше энергоэффективность.

Результаты согласуются с работами других исследователей [10; 12] и подтверждают положительное влияние комплексной застройки на энергоэффективность отдельного здания, которое реализуется за счет снижения влияния ветра.

В натуральных единицах измерения разница составляет около 4 000 Вт, что в рамках отдельного здания на фоне всей комплексной застройки имеет небольшое значение. Спроектированный с учетом ветра комплекс застройки позволит масштабировать разницу в расходе тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции на множество зданий.

Стоит заметить, что проведенный расчет не учитывает возможные дефекты оконных систем, не учитывает циклы проветривания, открытия дверей. Эти факторы могут усилить влияние ветра на экономию расхода тепла и энергоэффективность застройки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fatma S. Hafez, Bahaeddin Sa'di, M. Safa-Gamal, Y.H. Taufiq-Yap, Moath Alrifayeh, Mehdi Seyedmahmoudian, Alex Stojcevski, Ben Horan, Saad Mekhilef, Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research, Energy Strategy Reviews, Volume 45, 2023, 101013, ISSN 2211-467X, DOI 10.1016/j.esr.2022.101013.
2. Dasović, B.; Klanšek, U. A Review of Energy-Efficient and Sustainable Construction Scheduling Supported with Optimization Tools. Energies 2022, 15, 2330. DOI 10.3390/en15072330.

3. Gabitov, A. & Gaisin, A. & Udalova, E. & Salov, A. & Yamilova, V. (2020). Energy Efficient Technologies for the Construction and Buildings Reconstruction. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. DOI 10.1088/1757-899X/753/2/022086.
4. Шеина, С.Г. Применение мирового опыта при строительстве энергоэффективных жилых комплексов в России / С.Г. Шеина, П.В. Федяева, А.А. Черникова // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 5(89). — С. 549–559. — EDN JFZBBZ.
5. Дорошин, И.Н. Особенности энергоэффективности и зарубежный опыт применения энергоэффективных фасадных систем в жилищном строительстве / И.Н. Дорошин, М. Драгич // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 6(90). — С. 499–508. — EDN XKWZKP.
6. Long-Term Buildings' Space Heating Estimation Method / A. Prozuments, A. Borodinecs, T. Odineca, D. Nemova // Proceedings of EECCE 2019: Energy, Environmental and Construction Engineering, St. Petersburg, Russia, 19–20 ноября 2019 года. — Cham: Springer, 2020. — P. 539–550. — DOI 10.1007/978-3-030-42351-3_47. — EDN DESPLS.
7. Глухих, Д.И. Особенности выбора энергоэффективной формы здания на Севере Тюменской области / Д.И. Глухих, О.Ш. Белявская // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей имени Д.И. Менделеева, посвященной 10-летию Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень, 22–26 октября 2019 года / Ответственный редактор А.Н. Халин. Том 2. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. — С. 388–391. — EDN VLHIUG.
8. Малявина, Е.Г. Выбор энергетически целесообразной теплозащиты офисных зданий с круглогодичным поддержанием теплового микроклимата / Е.Г. Малявина, А.А. Фролова // Жилищное строительство. — 2019. — № 1-2. — С. 63–68. — DOI 10.31659/0044-4472-2019-1-2-63-68. — EDN YUTEST.
9. Малявина, Е.Г. Влияние климатических особенностей района строительства на уровень энергоэффективной тепловой защиты административных зданий сельскохозяйственного назначения / Е.Г. Малявина, А.А. Фролова // Аграрный научный журнал. — 2020. — № 10. — С. 111–114. — DOI 10.28983/asj.y2020i10pp111-114. — EDN EFUWLF.
10. Минаев, Н.Н. Концепция повышения энергоэффективности малоэтажного строительства и жилищно-коммунальной инфраструктуры в контексте технического регулирования / Н.Н. Минаев, К.Э. Филюшина, Ю.А. Меркульева // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2014. — № 5(46). — С. 159–166. — EDN STBMMH.
11. Едуков, В.А. Решение вопросов повышения энергоэффективности при реконструкции существующих зданий / В.А. Едуков, Д.А. Едуков, Н.А. Новопашина // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей / Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, А.К. Стрелкова. — Самара: Самарский государственный технический университет, 2019. — С. 447–455. — EDN FQWTCK.
12. Газизов, Т.Х. Влияние архитектурно-градостроительных энергоэффективных мероприятий на формирование объемно-пространственных решений промышленных предприятий / Т.Х. Газизов // Инновации и инвестиции. — 2020. — № 3. — С. 280–282. — EDN ZIMWRK.

Plaksina Kseniya Nikolaevna

LLC «ITE-TM», Tyumen, Russia
E-mail: a_g_p_73k@mail.ru

Glukhikh Dmitry Igorevich

LLC «Straightintel», Tyumen, Russia
E-mail: gluhidmitry@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1082773

Shchinnikov Ilya Andreevich

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia
E-mail: shchinnikov@gmail.com

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1128683

Analysis of the influence of building density on the energy efficiency of the building

Abstract. Currently, the trends of energy-efficient design are becoming more and more clearly manifested in the field of construction. This need is caused by energy conservation — saving energy and material resources. The article touches upon the issue of energy-efficient design on the scale of complex development and examines in more detail the influence of the planning solution on the energy efficiency of a separate kindergarten building, based on wind speed. The wind speed affects the heat consumption for heating the infiltrating air through the enclosing structures. The authors carried out a comparative calculation of the energy spent on heating the infiltrating air through the enclosing structures for two proposed building sites: in the open, inside the building. Building sites differ in wind speed. The values of the wind speed taken into account in the calculations were obtained experimentally. The calculation does not take into account possible defects of window systems, does not take into account ventilation cycles, door openings and other factors that can increase the influence of wind on saving heat consumption. Based on the values obtained as a result of the calculation, it can be concluded that there is less heat loss through the enclosing structures in the case of location inside the building. The share of heat consumption for heating the infiltrating air through the enclosing structures in the case of location inside the building and in the open is 20 % and 26 %, respectively. In natural units of measurement, the difference is about 4 000 watts, which is of little importance within a separate building against the background of the entire complex development. Designed with wind in mind, the building complex will allow scaling the difference in heat consumption for heating the infiltrating air through the enclosing structures to many buildings.

Keywords: energy efficiency; energy supply; heat supply; infiltrating air; wind influence; integrated development; architectural and planning solution