



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ЖАРКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ НА ПРИМЕРЕ Г. ДУШАНБЕ

*Э. Е. Семенова, Ф. С. Абдулхамидов*

**Семенова Эльвира Евгеньевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел. +7 (910) 732-21-15; e-mail: [semenova@vgasu.vrn.ru](mailto:semenova@vgasu.vrn.ru);

**Абдулхамидов Фируз Сухробович**, магистрант, Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация, тел. +7 (910) 341-19-39; e-mail: [abdulxamidov.firuz@bk.ru](mailto:abdulxamidov.firuz@bk.ru)

Рассмотрен один из наиболее распространенных вопросов, возникающих при проектировании зданий, который связан с повышением энергоэффективности наружных ограждающих конструкций, повышением теплозащитных функций, обеспечением требуемой долговечности и повышения надежности в эксплуатации. Данный вопрос невозможно решить без учета влияния местных климатических факторов на наружные ограждающие конструкции здания, выбирая наиболее оптимальные материалы и способы теплозащиты для жарких климатических районов.

**Ключевые слова:** наружные стены, энергосбережение, экономия энергии, теплозащита, климат, климатические условия, архитектурное проектирование, здания и сооружения.

## DESIGN OF EXTERNAL FENCING STRUCTURES IN HOT CLIMATIC AREAS ON THE EXAMPLE OF DUSHANBE

*E. Ye. Semenova, F. S. Abdulkhamidov*

**Semenova Elvira Yevgenyevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Design, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (910) 732-21-15; e-mail: [semenova@vgasu.vrn.ru](mailto:semenova@vgasu.vrn.ru);

**Abdulkhamidov Firuz Sukhrobovich**, undergraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, phone: +7 (910) 341-19-39; e-mail: [abdulxamidov.firuz@bk.ru](mailto:abdulxamidov.firuz@bk.ru)

Currently, one of the most common issues in modern construction is to increase the energy efficiency of external enclosing structures, increase thermal protection functions, ensure the required durability and increase reliability in operation. This issue cannot be solved without taking into account the influence of local climatic conditions on the enclosing structures of the building, choosing the most suitable building materials and thermal protection systems based on modern thermal insulation materials in these conditions.

**Keywords:** exterior walls, energy saving, energy saving, thermal protection, climate, climatic conditions, architectural design, buildings and structures.

### Введение

Проблема сокращения энергопотребления на поддержание микроклимата в жилых зданиях приобретает особую важность для регионов, которые с одной стороны недостаточно обеспечены собственными ресурсами, а с другой – характеризуются экстремальными климатическими условиями, проявляющимися низкой температурой зимой, а также жаркой и сухой погодой летом. Для жилых домов необходимо обеспечить снижение летнего перегрева и улучшить режим отопления зданий в зимний период. В связи с этим актуальным является решение задачи улучшения планировки и теплозащиты здания при поддержании в нем комфортных условий и повышении энергетических показателей.

Изменения климата оказывает влияние не только на человека, но и на конструкции зданий и сооружений, так как они находятся в непосредственном контакте с окружающей средой. К таким климатическим условиям относятся районы жаркого климата, которые характеризуются среднегодовыми температурами выше +20 °С.

Анализировать имеющийся климатический материал необходимо проектировщикам, чтобы

оценить климат района строительства и установить типологические рекомендации к проектируемым зданиям. При проведении климатического анализа при архитектурно-строительном проектировании в начале учитывается первоначальная оценка общих фоновых параметров климата района, а после – локальные конкретные данные для участка строительства. Оценивая фоновые условия, пользуются комплексными и пофакторными климатическими характеристиками. Комплексные характеристики – это данные, касающиеся климатического районирования, погодных условий, радиационно-теплового режима, тепловлажностного режима, светового климата, снегопереноса, пылепереноса, косых дождей. Пофакторные характеристики – это солнечная радиация, температура воздуха, ветер, осадки, влажность [1].

К наиболее важным элементам данной группы факторов относят показатели, характеризующие температуру, влажность, интенсивность и направление ветра, объем осадков (дождь и снег), а также уровень солнечной радиации. Каждым элементом может оказываться существенное влияние как на здание, так и на его жителей [11].

Температура может претерпевать существенные изменения не только в течение года или по месяцам, но и в течение суток. Так, по ночам температура обычно ниже, чем днем. Соответственно, здание необходимо защитить от существенных перепадов температур.

### Основная часть

Для южных районов с жарким климатом очень важны меры по защите внутренних помещений от перегрева, поэтому предпочтительнее малоэтажная застройка. Это обусловлено не только влиянием охлаждающей роли грунта на нижних этажах, но и повышением солнечной активности (перегрев помещений) по мере возрастания количества этажей. Сама конструкция дома должна предусматривать хорошую теплоизоляцию, вентиляцию и кондиционирование, защиту внутренних помещений от солнечной радиации при помощи различных жалюзи. Немало важен правильный выбор ориентации окон относительно солнечных лучей. Здесь предпочтительнее открытые террасы и внутренние дворики с обильной зеленью, хорошо спасающие от жары. Высокий уровень комфорта в этих регионах дают бассейны, фонтаны и водопады. В самую жаростную жару возле воды температура воздуха снижается.

Материалы, используемые для строительства зданий в условиях жаркого климата, должны хорошо противостоять разрушительному воздействию коррозии, бактерий, грибков и насекомых (термитов). В зонах влажного и жаркого климата для фундаментов опасны эрозионные процессы в основаниях, являющиеся результатом длительных и сильных ливней во

время сезона дождей. Для районов жаркого сухого климата наружные ограждающие конструкции подвергаются интенсивному воздействию песчаных бурь (частиц песка).

Результаты анализа местных и общих климатических условий района представляются в виде строительно-климатического паспорта. Исходными данными для его составления являются общие и комплексные характеристики или показатели по элементам климата. К общим характеристикам относятся: солнечная радиация, температуры воздуха, ветер, влажность воздуха, осадки, промерзание грунтов. Унифицированная форма строительно-климатического паспорта приведена на рисунке 1.

Жаркий климат в зависимости от влажности наружного воздуха может быть сухим или влажным, и, в соответствии с этим, наружные ограждающие конструкции зданий должны обеспечивать надежную защиту помещений от перегрева, сухости, пыли и высокой влажности, а также от неблагоприятных воздействий. Для защиты от жаркого влажного воздуха требуется открытый режим помещений, то есть обеспечения условий для проветривания, воздухообмена и движения воздуха в помещениях, а для защиты от сухого жаркого воздуха требуется обеспечение закрытого режима помещений. Требуется наружные ограждающие конструкции проектировать легкими, трансформирующимися, перфорированными, раскрывающимися помещения во внешнюю среду способствующими свободному перемещению воздуха, а также защите от солнечных лучей, дождя, и насекомых.



Рис. 1. Унифицированная форма строительно-климатического паспорта города:

- 1 – климатический район; 2 – светоклиматический пояс; 3 – расчетные температуры воздуха; 4 – зона влажности;
- 5 – снеговая нагрузка; 6 – гололедная нагрузка; 7 – ветровая нагрузка; 8 – количество тепла за сутки в июле, поступающего от суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации на горизонтальную и вертикальные поверхности наружного воздуха, продолжительность отопительного периода и другие характеристики температурного режима;
- 10 – абсолютная и относительная влажность воздуха, количество осадков, высота снежного покрова;
- 11 – максимальные и минимальные скорости ветра и их повторяемость по румбам за январь и июль;
- 12 – продолжительность однотипного характера погоды; 13 – классы погоды (индекс биоклиматической зоны);
- 14 – оценка круга горизонта по условиям теплового облучения; 15 – суточный ход температуры воздуха за теплый период;
- 16 – годовой график температурно-влажностного режима, осадки за год, объем снеготранспорта;
- 17 – направление и скорости ветра по месяцам с указанием неблагоприятного сектора горизонта, данные о степени запыленности местности; 18 – комплексная оценка сторон горизонта по ряду факторов: количеству солнечного тепла, инсоляции, запыленности и др.; 19 – микроклимат ландшафта;
- 20 – микроклимат застройки города

Применение эффективных наружных ограждающих конструкций рассмотрим на примере города Душанбе, Республика Таджикистан. Душанбе является городом с жарким климатом, максимальной температурой +35 °С в летний период (месяц июль) и минимальный –1 °С в зимний период (месяц январь). Холодный период в Душанбе

продолжается не долго, и часто наблюдаются сильные дожди весной, что и приводит к повышенной влажности. Самый влажный сезон длится 5,4 месяца со 2 декабря по 14 мая. Процент дней, в которые наблюдаются различные типы осадков в городе Душанбе приведена на рисунок 2.

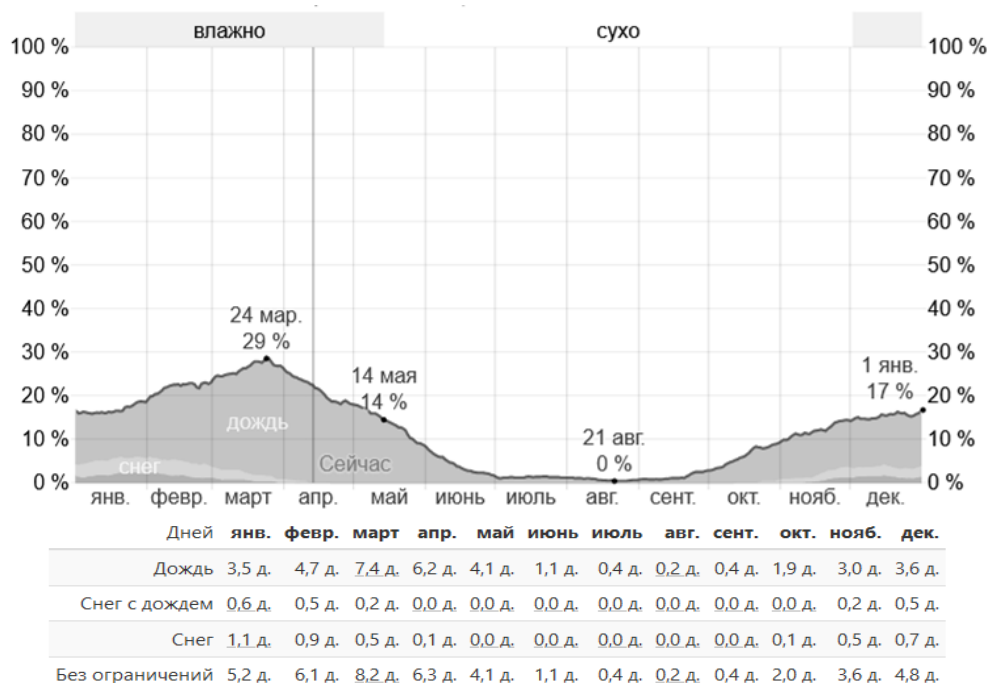


Рис. 2. Процент дней, с различными типами осадков в г. Душанбе

Наружные стены зданий, во влажном жарком климате целесообразно устраивать легкими перфорированными, свободно трансформирующимися и раскрывающими помещения во внешнюю среду. Однако такие стены необходимо оборудовать средствами защиты от проникания насекомых в примыкающие помещения. В сухом жарком климате стены зданий следует выполнять массивными, имеющими высокие теплозащитные характеристики и требуемую теплоустойчивость.

Окна зданий во влажном жарком климате должны быть размещены таким образом, чтобы обеспечивать максимальный воздухообмен в примыкающих помещениях, а в сухом жарком климате должны иметь минимально допустимые размеры по требованиям освещенности и защиты от проникания пыли. Конструкции должны снижать поступление тепла в помещения зданий.

Жаркий влажный климат размножает насекомых, бактерий, создающих угрозу для здоровья человека и прочности материалов конструкций. Размножение видов бактерий, способных выделять кислород, резко ускоряет коррозионные процессы в металлах, а также и для бетонных и железобетонных конструкций, приводя к потере ими несущей способности.

Одним из наиболее эффективных путей экономии энергии в строительном секторе признано

сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции наружных стен зданий и сооружений. Наружная дополнительная теплоизоляция ограждающих конструкций обеспечивает снижение затрат на отопление здания до 40–50 %.

Одним из вариантов повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий, является применение эффективных утеплителей в конструкциях наружных стен, покрытиях. Существующие варианты утепления зданий отличаются как конструктивными решениями, так и используемыми материалами.

Успешное решение задачи повышения тепловой эффективности наружных ограждающих конструкций, зависит от правильного выбора теплоизоляционного материала и его использования. Материалоемкость и масса утепляющего слоя должна быть малой, поскольку, с одной стороны, он является дополнительной нагрузкой на несущие элементы здания, а с другой – чем легче утепляющая оболочка, тем проще, надежнее и безопаснее ее крепление к несущему слою и выше ее теплоизоляционные качества [8].

При проектировании теплозащиты ограждающих конструкций зданий необходимо знать количество радиации, поглощаемое стенами и повышающее их температуру. Поглощательная

способность различных материалов зависит от их цвета и состояния.

Солнечная радиация влияет на ограждающие конструкции здания. Получаемый нагрев стены и температура внутри помещения здания,

зависят от широты, места, и отношения к сторонам света.

В таблице 1 приводятся месячные суммы поглощенной радиации в июне для некоторых городов, при заданных значениях альbedo, расположенных в различных широтах.

Таблица 1

**Месячные суммы радиации, поглощаемой стенами зданий в июне (тыс. кдж/м<sup>2</sup>) при различных значениях альbedo**

Город	Северная стена		Южная стена		Восточная стена	
	30 %	10 %	30 %	50 %	30 %	50 %
Бухта Тикси	230	330	264	188	246	176
Омск	172	246	259	184	288	205
Владивосток	146	209	184	130	184	134
Душанбе	159	230	213	151	301	213

Из таблицы видно, что если альbedo северной стены здания – 30 %, а южной – 50 %, то в Душанбе они будут нагреваться в одинаковой степени. Если в северных районах альbedo стены снизить до 10 %, то она получит тепла почти в 1,5 раза больше, чем стена с альbedo – 30 %.

По данным таблицы 1 можно подсчитать, какое количество радиации в среднем за час получают стены зданий. Информация о количестве приходящей солнечной радиации на вертикальные поверхности различной ориентации позволяет значительно лучше учесть ее влияние на ограждающие конструкции зданий и на микроклимат помещений в различных географических районах.

Наружную часть стен необходимо выполнять из материалов светлых тонов с малым коэффициентом поглощения солнечной радиации. В многоэтажных зданиях, эксплуатируемых в южных районах, которые отличаются

большими колебаниями температуры в течение суток, становится целесообразным устройство стен с наружными лучеотражающими экранами, отделенными от основной конструкции дополнительной изоляцией от лучистого тепла и воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом. У фасадов многоэтажных зданий потоки восходящего воздуха могут иметь существенную скорость, а при озеленении территории, прилегающей к зданию, достигается более низкая температура приточного воздуха, по сравнению с температурой поверхности стен вышерасположенных этажей.

В таблице 2 приводится поглощательная способность некоторых материалов. Дополнение к поглощенной радиации до 100 % составляет величину отраженной радиации, т.е. характеризует альbedo стены в зависимости от строительного материала.

Таблица 2

**Поглощательная способность материалов стен**

Наименование материала и обработка	Характеристика поверхности	Цвет поверхности	Поглощенная радиации, %
Кирпич оштукатуренный	Гладкая	Белый	30
	Гладка	Розовый	50
	Гладка	Светло-желтый	47
	Гладка	Светло-голубой	55
	Гладка	Темно-розовый и светло-бежевый	70
Кирпич неоштукатуренный: глиняный	Шероховатая	Коричневый	90
	Новая	Красный	70-77
Силикатный	Новая	Светлый	40-55
Панель: бетонная	Шероховатая	Белый	30
		Светло-голубой	55
Оштукатуренная	Гладкая	Темно-серый	70-72
		Серый	85
Гранит	Полированная	Светло-серый	65
	Чисто отесанная	Белый	55
Мрамор	Отесанная	Белый	55

При проектировании новых и реконструкции существующих зданий в данном регионе, предусматривают теплоизоляцию из эффективных материалов, размещая ее с наружной стороны ограждающей конструкции.

На современном этапе проектирования и строительства можно выделить наиболее распространенные теплоизоляционные материалы для

защиты наружных стен: плиты пенопласта, минеральная вата, пенополиуретан, пенополистирол и экструдированный пенополистирол. Утепление ограждающих конструкций обеспечивается путем выбора утеплителя с наименьшим коэффициентом теплопроводности [14].

Стены, которые находятся ниже уровня земли, из-за попадания влаги от осадков в грунт

теряют свои требуемые характеристики. С целью защиты стен, была выбрана теплоизоляционная мембрана, с применением огнезащитных добавок. Мембрана имеет многослойную структуру с множеством микроскопических пор.

Расположены они таким образом, чтобы выпустить пар изнутри, но не впустить снаружи. Схема установки мембраны с пенополистиролом представлены на рисунке 3.

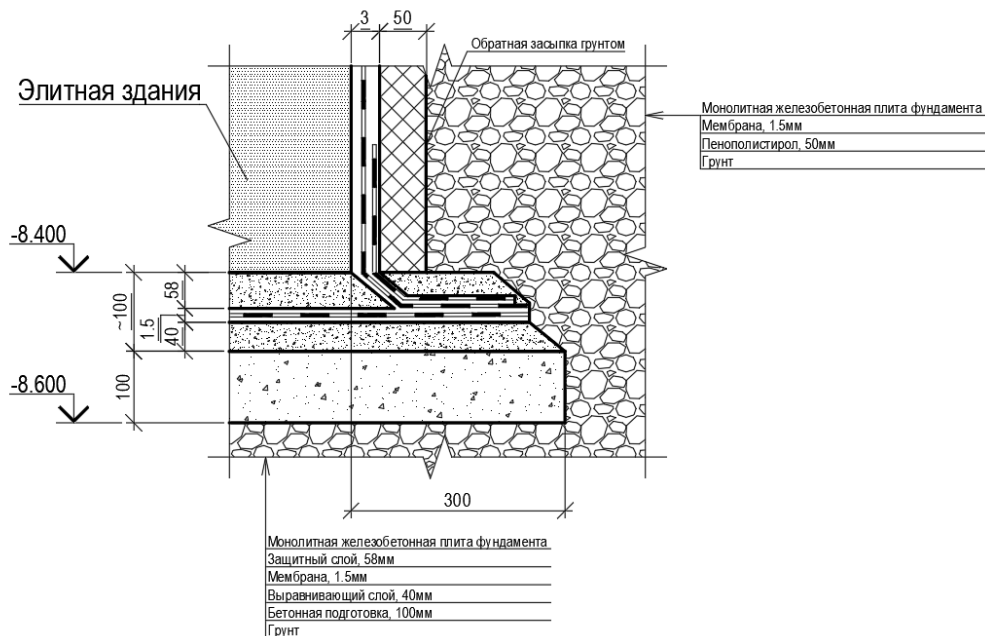


Рис. 3. Схема установки утеплителя, находящейся ниже уровня земли

Уникальная и однородная структура мембран делает их незаменимыми для повышения энергоэффективности здания:

- защищают теплоизоляционные материалы;
- гарантируют герметичность дома, делая изоляцию сооружения максимальной эффективной.

Существуют разные варианты утепления ограждающих конструкций здания энергоэффективными строительными материалами (рис. 4). Выбор конкретного варианта зависит

от климатических условий и принимаемого на этапе строительного проектирования конструктивного решения.

Наиболее часто применяемые схемы для утепления стен многоэтажных домов, особенно для регионов с жарких климатов – это с наружным расположением теплоизоляционного материала. Одним из основных теплотехнических требований к ограждениям является постоянство температуры на внутренней поверхности, от которой зависит обеспечение комфортных условий в помещении.

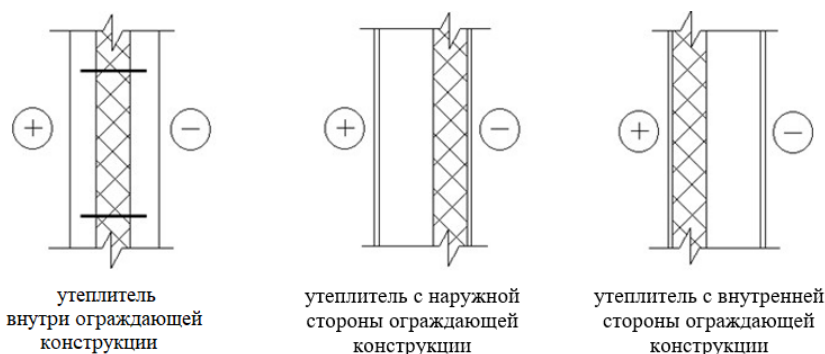


Рис. 4. Схемы утепления наружных стен слоистой конструкции

Тепловая устойчивость конструкции обеспечивается преимущественно теплоемкостью материала, расположенного в слое резких колебаний температур. Размещение теплоизоляционного слоя с наружной стороны стены при качественном и правильном исполнении работ

позволяет снизить затраты на отопление здания на 50–60 %.

Несмотря на большое разнообразие современных типов теплоэффективных стен многоэтажных жилых зданий, нельзя заранее утверждать какой из них является более рациональ-

ным по конструкции и технологии возведения. При выборе той или иной конструкции утепления стен для жилых многоэтажных домов необходимо учитывать еще один фактор – стоимость, а именно, стоимость строительных материалов и работ. Материалы, заложенные в архитектурную разработку, должны быть не дешевыми, а экономичными, то есть такие, которые при невысокой цене обладают хорошими теплотехническими показателями.

#### **Заключение**

Конструктивные особенности проектирования зданий в условиях жаркого влажного климата должны предусматривать снижение теплопоступлений в помещения за счет рационального подбора конструкций, а также защиту последних от неблагоприятных факторов окружающей среды, что в дальнейшем способствует снижению затрат на ремонт и эксплуатацию зданий.

Температурные нагрузки по своей величине сравнимы с другими нормативными нагрузками, поэтому они должны учитываться при проектировании (добавляться к внешним нагрузкам). Для этой цели необходимо знать максимальную возможную температуру наружных обшивок, которую можно определить по интенсивности суммарной солнечной радиации, поступающей на данный объект, и по его поглощательной способности.

Для жарких климатических районов подбирая материалы для ограждающих конструкций зданий, окрашивая их в необходимые цвета, т.е. меняя альбедо стен, можно изменять величину радиации, поглощаемую стеной, а следовательно, уменьшать или увеличивать нагрев стен солнечным теплом.

#### **Список литературы**

1. Шевцов К. К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями : учебник / К. К. Шевцов. – Москва : Высшая школа, 1986. – 231с.
2. Архитектура и климат Южно-Российского региона : учебник / под ред. Л. П. Шевченко. – Ростов-на-Дону : Рост. гос. архитектур. ин-т, 1998. – 182 с.
3. Семенова Э. Е. Анализ проектирования наружных ограждающих конструкции для регионов с жарким климатом / Э. Е. Семенова, Ф. С. Абдулхамидов // Высокие технологии в строительном комплексе. – 2020. – № 1. – С. 191–194.
4. Пути повышения энергоэффективности гражданских зданий / Э. Е. Семенова, М. Г. Самсонова, Д. Е. Нецпеляев, В. Ю. Компанец // Инженерных системы и сооружений. – 2019. – № 3 (36). – С. 20–24.
5. Тарасова В. В. Математическое моделирование нестационарных тепловых процессов при возведении ограждающих конструкций зданий / В. В. Тарасова // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – №8–2. – С. 265–269.
6. Борисова Н. И. К вопросу об энергоресурс о сбе-режении и энергоаудите ЖКХ регионов России в новых экономических условиях / Н. И. Борисова, А. В. Борисов // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2014. – № 3 (03). – С. 70–75.
7. Макеев М. Ф. Архитектурно-строительная теплотехника : учебное пособие / М. Ф. Макеев, Е. Д. Мельников, М. В. Агеенко. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. – 80 с.
8. Турбина К. В. Анализ использования энергоэффективных строительных конструкций / К. В. Турбина, Э. Е. Семенова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2021. – № 1 (43). – С. 30–35.
9. Холмуродов Т. Р. Эффективное использование систем солнечного отопления в условиях Республики Таджикистан / Т. Р. Холмуродов, М. М. Почоев, Н. М. Яборов // Современна наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Душанбе, 2021. – С. 70–76.
10. Исмаилов Ф. О. Анализ текущей ситуации в энергетическом секторе Таджикистана / Ф. О. Исмаилов, В. Я. Виссарионов. – Москва : Энерг. ин-т, 2009. – 29 с.
11. Самсонова М. Г. Сравнение дополнительных теплопотерь оконных проемов ограждающих конструкций в зависимости от конструктивного решения и климатических условий / М. Г. Самсонова, Э. Е. Семенова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 4 (34). – С. 60–65.
12. Мирзоева Ф. З. Воздействие природно-климатических факторов на среду исторических городов Таджикистана / Ф. З. Мирзоева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 5 (107). – С. 133–136.
13. Нормативные документы // Агентство по статистике при президенте Республики Таджикистана. – Режим доступа: [www.stat.tj/ru/regulations](http://www.stat.tj/ru/regulations), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
14. Семенова Э. Е. Повышение энергоэффективности эксплуатируемых зданий / Э. Е. Семенова, В. С. Думанова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 2 (32). – С. 72–75.
15. Куприянов В. Н. Градостроительная климатология : учебное пособие / В. Н. Куприянов. – Казань : Казанский госуд.archit.-стройт. ун-т, 2012. – 147 с.

© Э. Е. Семенова, Ф. С. Абдулхамидов

#### **Ссылка для цитирования:**

Семенова Э. Е., Абдулхамидов Ф. С. Проектирование наружных ограждающих конструкции в жарких климатических районах на примере г. Душанбе // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. № 1 (43). С. 26–31.