

## Влияние планировочных решений на локальный климат жилой застройки Краснодарского края и Приморского края

Блил де Соуза Кларис<sup>1</sup>, Ф.Ф. Файзуллаев<sup>2</sup>, И.В. Дуничкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Университет Кардифа;

г. Уэллс, Соединенное Королевство (Великобритания);

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение:** рассмотрены примеры архитектурно-планировочных решений по оптимизации дворовых пространств в южных регионах РФ, их защита от сильного ветра, недостаточного проветривания, перегрева и солнечной радиации, а также загрязнений антропогенного и природного характера.

В современном российском строительстве недостаточно внимания уделяется природно-климатическим воздействиям. Используется типовое жилье, которое применяется во всех регионах страны. Основная причина — отсутствие нормативных документов для каждого региона, который имеет свои особенности (наличие водоемов, особенности рельефа, направление ветров и др.). Данная проблема диктует необходимость структурирования основных природно-климатических факторов, которые влияют на микроклимат дворовых территорий. На основе этого представлены компенсационные эффективные методы благоустройства и решения, которые смогут сбалансировать неблагоприятное воздействие природно-климатических условий и создать параметры и нормы архитектурного и градостроительного проектирования.

**Материалы и методы:** проанализированы: стандарты, методические рекомендации, проектная и нормативно-техническая документация в области строительства и проектирования, опубликованные данные и материалы научных отечественных и зарубежных исследований по данной тематике. Методы научного исследования основываются на использовании факторного, сопоставительного анализа, теории ограничений.

**Результаты:** сформированы архитектурно-планировочные предложения застройки жилых территорий на основе климатических факторов.

**Выводы:** планировочная структура на основе учета местных природно-климатических особенностей (особенности рельефа, направление ветров и др.) и применение эффективных методов защиты территорий от излишней солнечной радиации и неблагоприятного ветра способны сформировать благоприятный микроклимат жилой застройки для комфортного проживания людей. Правильная оценка климатических характеристик позволит сделать биоклиматическую защиту экономически выгодной, энергоэффективной, а также определить благоприятные архитектурно-планировочные решения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дворовые пространства, биоклиматическая комфортность, атриум, планировочная структура, аэрация, инсоляция, муссонный климат, умеренно-континентальный климат, субтропический климат

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Блил де Соуза Кларис, Файзуллаев Ф.Ф., Дуничкин И.В. Влияние планировочных решений на локальный климат жилой застройки Краснодарского края и Приморского края // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 8. С. 954–966. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.8.954-966

## Influence of planning decisions on the local climate of residential building of the Krasnodar region and the Primorsk region

Bleil de Souza Clarice<sup>1</sup>, Faridun F. Fayzullaev<sup>2</sup>, Ilya V. Dunichkin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cardiff University; Wales, U.K. (Great Britain);

<sup>2</sup> Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

**Introduction:** the article presents the examples of architectural and planning solutions on optimization of courtyard spaces in the southern regions of the Russian Federation, their protection from strong wind, insufficient airing, overheating and solar radiation, as well as anthropogenic and natural ones. In modern Russian construction, insufficient attention is paid to natural and climatic effects. Typical residential housing is used in all regions of the country. The main reason is the lack of regulatory documents for each region, which has its characteristics (presence of water bodies, terrain features, a wind rose, etc.). This problem dictates the need to structure the vital natural and climatic factors which affect the yard territory microclimate.

Based on this, compensatory effective improvement methods and solutions that can balance the adverse effect of natural and climatic conditions and create the parameters and norms of architectural and urban planning design are presented.

**Materials and methods:** the article analyzed the following information: standards, guidelines, design and regulatory documents in the field of construction and design, published data, and materials of domestic and foreign scientific research on this subject. Methods of scientific research are based on the use of factor and comparative analyses and the theory of constraints.

**Results:** the article as formed the architectural and planning proposals on the residential area climate-based development.

**Conclusions:** a planning structure based on local natural and climatic consideration (terrain features, the wind rose, etc.) and application of effective methods of territory protection from excessive solar radiation and adverse winds can form a favorable microclimate of a residential building for human comfort habitation. Correct assessment of the climatic features allows making bioclimatic protection economically sound and efficient in terms of energy consumption as well as defining favorable architectural and planning solutions.

**KEYWORDS:** yard spaces, bioclimatic comfort, atrium, planning structure, aeration, insolation, monsoon climate, moderate continental climate, subtropical climate

**FOR CITATION:** Bleil de Souza Clarice, Fayzullaev F.F., Dunichkin I.V. Influence of planning decisions on the local climate of residential building of the Krasnodar region and the Primorsk region. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2019; 14(8):954-966. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.8.954-966 (rus.).

## ВВЕДЕНИЕ

В статье рассматривается развитие объемно-планировочных решений жилой застройки на примере южных регионов РФ, и проведен сравнительный анализ застройки Приморского и Краснодарского краев по биоклиматической комфортности, исследованы планировочные решения дворовых пространств. Строительство в этих регионах обусловлено их природно-климатическими особенностями: географическое положение, сложность рельефа, высокая возможность воздействия стихийных явлений, циркуляция воздушных масс, характерная сезонность ветровых потоков, повышенный уровень солнечной радиации.

Цель настоящей статьи — создание рекомендаций по оптимизации проектных решений дворовых территорий жилой застройки на основе анализа существующего опыта проектирования и применения его в регионах РФ, расположенных в низких широтах.

Здание в застройке изучается в публикации на базе исследования А. Роецель и др., которые в 2014 г. представили вопросы термического и визуального комфорта, а также энергетических характеристик. А именно, здание — это оболочка, которая защищает человека от неблагоприятных воздействий климата, а также делает эту защиту экономически выгодной и энергоэффективной [1]. Только правильная оценка климатических характеристик позволит это реализовать, указав на благоприятные

архитектурно-планировочные решения. Для рассматриваемых территорий характерна смена погодных условий в летнее и зимнее время. В связи с этим важно создавать адаптивную архитектурную среду, способную эффективно защищать от природно-климатических воздействий. Зданиям «помогают» адаптироваться наличие «пассивных» (неизменяемых) климатозащитных архитектурных приемов и «активных» (изменяемых) климатозащитных архитектурных деталей и элементов. К изменяемым средствам защиты относятся архитектурные решения, связанные, например, с созданием буферных зон между внешними ограждениями и внутренними помещениями, микроклимат в которых контролируется трансформируемыми ограждающими конструкциями, солнцезащитными устройствами, трансформируемыми светопроемами; к неизменяемым — тектоника зданий, конструкция стен, ориентация сооружения по сторонам света. Стоит учитывать расположение зданий с особенностями рельефа. Согласно исследованиям А. Риччи и его соавторов, опубликованным в 2015 г., в городской среде возможно реализовывать локальное воздействие на ветровые потоки и осуществлять при этом эффективную ветрозащиту, в том числе изменяемыми средствами защиты [2].

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время одна из основных проблем градостроительства — охрана и улучшение окру-

жающей среды для людей. Это является составной частью проектно-планировочной работы на всех стадиях проектирования жилой застройки. Современное градозоологическое строительство все чаще учитывает не только антропогенные факторы, но и местные природно-климатические особенности (рельефа, направления ветров, близость больших акваторий или побережья). Вопрос взаимовлияния застройки и среды по ветру и распределению инсоляции актуален также и для более северных территорий, так как существуют закономерности по повышению скорости ветра в жилой застройке, что подтверждено исследованиями И. Йохансана и другими учеными в 2018 г. [3]. Делается это для того, чтобы задать градозоологические условия для архитектурно-планировочной структуры застройки, что позволит ослабить влияние неблагоприятных природно-климатических воздействий (сильный ветер, недостаточное проветривание, перегрев, а также различного рода загрязнения) на дворовых территориях [4].

В зарубежном строительстве для составления климатических характеристик используют архитектурную климатографию. Она основана на комплексной оценке климатических факторов, которые непосредственно влияют на человека, находящегося в определенной архитектурной среде. Факторы рассматриваются как по отдельности, так и в совокупности (температура и влажность, пониженная температура и ветер, повышенная температура и солнечная радиация) [5]. Архитектурная климатография включает архитектурно-климатический анализ. Он начинается с анализа отдельных климатических характеристик, которые непосредственно влияют на архитектурно-градостроительные и инженерные решения.

Основные типы климата, которые будут рассматриваться в данной статье, — умеренно-континентальный, субтропический и муссонный. Чтобы оптимизировать проектные решения дворовых пространств жилой застройки для данных районов, необходимо проанализировать климатические особенности и учесть потребности для комфортного проживания, что определяет проблему исследования локальных городских климатов как градостроительную задачу, связанную с установлением закономерностей взаимовлияния среды и застройки [6].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Регионы низких широт РФ имеют сложный рельеф особенно у южной границы страны. Градозоологическое зонирование характеризуется следующими видами ландшафта: горные долины и низины, равнины, предгорно-долинная зона,

склоновые территории, территории поймы рек и побережья моря. При разработке планировочных решений для равнинных территорий следует учитывать зоны атмосферно-экологических нарушений в связи с близостью рельефа с повышенными отметками. В долинах и низинах могут образовываться зоны максимального загрязнения, ветровой тени и штиля. В предгорно-долиненной зоне и на нарушенных территориях даже на побережье могут быть места загрязнения воздуха при комфортном ветровом режиме [7]. Двухкомпонентный анализ возможно провести при использовании геоинформационных систем в строительстве и картографировании биоклиматической комфортности [8]. При таком анализе следует при выборе территории для строительства избегать зон с застоем воздуха, так как это места с наибольшим скоплением вредных атмосферных примесей. Этот эффект снижается непосредственно в поймах рек и на прибрежной полосе моря. Здесь необходимо отметить, что склоновые территории считаются одними из самых сложных в освоении, в том числе на побережьях Краснодарского и Приморского краев. Они имеют неоднородный рельеф, что осложняет проектирование, и сочетают в себе контрастные микроэкологические зоны. При этом, если учитывать индивидуальные особенности склона, то можно создать удобную застройку, защищающую от чрезмерных климатических воздействий.

Строительство на склоновых территориях можно разделить на застройки переменной этажности и ступенчатую (террасную). Особенность застройки переменной этажности — расположение длинной стороны здания поперек или по диагонали склона. Кровля таких зданий располагается на одном уровне, и число этажей зависит от перепада рельефа. Ступенчатая (террасная) застройка характеризуется ступенчатой формой, соответствующей уклону застраиваемой территории. Делится на два типа: каскадно-секционный (состоящий из секций равной высоты, сдвинутых по вертикали на половину этажа или на этаж) и террасный. Второй тип имеет этажность в один–три этажа и располагается поперек или вдоль склона. Кровля нижнего яруса застройки является террасой для верхних зданий. Уклон территории 7–17 % для каскадно-секционного типа и не менее 25 % для террасного [7].

При проектировании больших пространств благоприятная жилая среда может регулироваться с помощью различных типов застройки. Используются два основных типа застройки: микрорайонный и квартальный. В южных регионах РФ применяются оба этих типа. Микрорайонный тип был основным в Советском Союзе с его многоэтажным жильем и большими дворовыми пространствами,

в которых размещались территории школ и детских садов. При этом во многих таких дворах не хватало четкости в пешеходной организации, которая была достигнута только вдоль улиц по периметру микрорайонов, также при обширных пространствах была значительная нехватка парковочных мест для легковых автомашин, что является недостатком и сегодня. Общая ситуация во дворах микрорайонов, как правило, требует ветрозащиты элементов благоустройства и территорий в целом [9]. Квартальный тип, характерный для европейских поселений, при большей компактности имеет больше пространства для благоустройства в связи с отсутствием школ и детских садов, и на современном этапе может иметь более развитую инфраструктуру, обслуживающую дневное население. Это объясняется более компактными размерами внутривороних территорий. Фронтальные улицы кварталы активнее становятся общественными пространствами, а небольшие дворы обеспечивают необходимый уровень безопасности и приватности, обладая, как правило, сбалансированной ветрозащитой и воздухопроницаемостью [9].

Учитывая опыт зарубежного и отечественного градостроительства установлено, что наиболее удобной организацией застройки является разделение на ступени коммуникации жилой застройки с общественными объектами [4]:

- первая ступень включает учреждения повседневного спроса: кафе, детские сады, школы, культурно-просветительские объекты, магазины с товарами первой необходимости. Дальность обслуживания — до 500 м от жилых домов;
- вторая ступень — учреждения культурно-бытового обслуживания периодического спроса: кино-театры, библиотеки, рестораны, спортивные залы, больницы и поликлиники и др. Пешеходная доступность — 1–1,5 км от жилых домов.

Местные изменения в климате отображаются на жилых территориях в сочетании с показателями по плотности застройки, ее этажности и распределении коммуникаций людских потоков по территории. Для Приморского и Краснодарского краев характерны: старгородская малоэтажная и среднеэтажная застройка, малоэтажная застройка индивидуальных жилых домов, современная многоэтажная застройка. Влияние этажности имеет большую роль для рассматриваемых территорий в связи с наличием холмистого предгорного рельефа и склонового рельефа побережий, что требует из-за особенностей вертикального профиля скорости ветра рассматривать многоэтажную застройку, как высотную в равнинной местности [10]. Это дает возможность учитывать аэродинамические эффекты, возникающие вокруг высотных зданий, в том числе формирование

центров сходимости вертикальных потоков воздуха вокруг высотных зданий на основе температурной конвекции [11]. Данный аэродинамический процесс имеет различную сезонную активность в зависимости от типа климата, что делает необходимым анализ по архитектурной климатографии.

На основе сводной таблицы архитектурно-градостроительной типизации климата и рекомендуемого характера застройки (табл. 1) [12] был проведен анализ территорий Краснодарского и Приморского краев, в котором выявлено, что в силу своего географического положения им характерны большая продолжительность теплого периода года (6–9 мес.), а также жаркий период года (2–3 мес.), когда возникают неблагоприятные микроклиматические условия для проживания. Эти особенности климата способствуют проведению части бытовых процессов на открытом воздухе достаточно продолжительное время года. В связи с этим возникает необходимость учета этих особенностей при организации территории микрорайонов и кварталов для быта и отдыха населения.

Большая интенсивность солнечной радиации, высокая температура и сухость воздуха, почти полное отсутствие атмосферных осадков летом, делают необходимым применение комплекса соответствующих мер для создания комфортных условий проживания при помощи мероприятий, способствующих проветриванию застройки [13]. Кроме того, локальные участки территорий характеризуются различными ветровыми условиями: на большей части зоны преобладают слабые ветры и штили. Но наряду с ними имеются отдельные районы, где наблюдаются пыльные или прибрежные бури и зимние ветры. В связи с этим на территориях со слабым ветром требуется улучшение проветривания квартир, жилых дворов, а в районах с сильным ветром — защита от него ветрозащитными планировочными приемами и распределением ветрозащитных конструкций по жилой территории [14]. Особенности климатических условий диктуют также создание удобных пешеходных связей жилищ с общественными учреждениями, обуславливают потребность некоторого сокращения установленных радиусов пешеходной доступности. Исследования природно-климатических условий строительства показали обязательность учета комплексного влияния ландшафтно-климатических условий при градостроительном проектировании [15]. При этом физический смысл воздействия на микроклимат территории архитектурно-планировочными средствами состоит в следующем:

- затенении или увеличении экспозиции территории к прямой и рассеянной солнечной радиации



Табл. 1. Сводная таблица архитектурно-градостроительной типизации климата и характера застройки [12]

Table 1. Summary table of the architectural and urban planning typification of climate and the nature of the building [12]

Тип климата / Climate type	Климатические особенности / Climatic features	Учитываемые факторы / Factors to be considered	Предпочтительный характер планировки / Preferred layout	Предпочтительный характер застройки / Preferred building pattern
Субтропический / Subtropical	Жарко в течение суток и года, амплитуда температур мала, частые и обильные осадки, комфортно лишь на возвышенностях / It is hot during the day and the year, temperature amplitude is small, frequent and heavy rainfall, it is comfortable only at high grounds	Высокая температура и влажность / High temperature and humidity	Свободная застройка без замкнутых пространств, обеспечивающая наиболее благоприятные условия проветриваемости / Free building without closed spaces, providing the most favorable conditions for airing	Аэрация: открытые пространства и свободная застройка. Широкие открытые улицы, благоприятствующие движению воздуха. Активное применение затенения. Рассредоточение высотных зданий, способствующее перемешиванию воздуха. Разновысокая застройка. Просторные, но затененные открытые пространства. Применение деревьев в озеленении / Aeration: open spaces and free building. Open wide streets conducive to the movement of air. The active use of shading. Dispersal of high-rise buildings promoting air mixing. Buildings of different height. Spacious, but shaded open spaces. The use of trees in landscaping
Умеренный / Moderate	Снег, ветер, возможна пурга. Низкие ночные температуры / Snow, wind, possible snow-storm. Low night temperatures	Низкие температуры, осадки в течение всего года, ветры / Low temperatures, precipitation during the whole year, winds	Сочетание открытых (пригодных для летней погоды) и контролируемых замкнутых (для защиты от метелей) пространств / The combination of open (suitable for summer weather) and controlled closed spaces (to protect from snowstorms)	Отопление (активное и пассивное). Сочетание открытых и замкнутых форм. Ветрозащитная планировка для закрытия наветренных направлений зданиями или древесной растительностью. Застройка одинаковой этажности. Равномерное распределение открытых участков в застройке. Рядовые посадки деревьев периферические или взаимно пересекающиеся / Heating (active and passive). The combination of open and closed forms. Windproof layout for closing windward directions with buildings or tree vegetation. Building the same number of stories. Uniform distribution of open areas in a building. Row tree plantations are peripheral or mutually intersecting
Муссонный / Monsoon	Ветры и штормы. Бризовая циркуляция. Высокая влажность. Возможность ветровой эрозии / Winds and storms. Breeze circulation. High humidity. The possibility of wind erosion	Высокая влажность. Ветрено / High humidity. Windy	Во влажных районах: умеренно свободная застройка, особенно вдоль побережий, где часто штормит. В засушливых районах — компактные формы, ветрозащитные по отношению к внутренней территории города, но раскрывающиеся в сторону моря / In humid regions: moderately free building, especially along the coasts where it often storms. In arid regions: compact forms, windproof concerning the internal urban territory, but open towards the sea	Небольшие, защищенные, распределенные по территории открытые пространства для жителей. Рядовые периферические посадки деревьев. Во влажных районах — умеренно-свободная планировка. Раскрытие городских окраин. Широкие улицы — перпендикулярно побережью для пропуска бризовых ветров. Равномерное распределение высоких зданий, стимулирующих Конвекцию. В засушливых районах — открытая в сторону моря и компактная, закрытая со стороны суши планировка. Контрастная по высоте застройка. Небольшие, равномерно распределенные открытые пространства, затеняемые зелеными насаждениями / Small, protected, distributed on the territory of open space for residents. Ordinary peripheral tree planting. In wet areas — moderately-free layout. Disclosure of urban suburbs. Wide streets — perpendicular to the coast for the passage of breeze winds. Uniform distribution of tall buildings, stimulating convection. In arid areas — open towards the sea and compact, closed sushi layout. Contrasting height building. Small, evenly distributed open spaces, shaded by green areas

зданиями, сооружениями, их конструктивными элементами и зелеными насаждениями;

- в зависимости от выбора отделочных материалов сооружения, а также их цвета, поглощение и отражение солнечной радиации изменяется;
- изменении условий аэрации за счет влияния зданий, сооружений, зеленых насаждений;
- изменении теплового баланса за счет отвода части поверхностного стока или орошения озелененных территорий.

Можно выделить несколько типов планировок застройки, которые применимы в рассматриваемых регионах: высотно-многоэтажная компактная застройка и групповая, свободная, смешанная для средне- многоэтажной застройки.

Компактная планировка имеет микроклиматические и эргономические параметры, которые создают тепловую защиту. При наличии многоэтажной застройки на возвышенностях рельефа или высотных зданий компактная планировка обусловлена ограничениями по участкам домовладений и имеет повышенные ветровые нагрузки в средней и верхних частях, а также значительные зоны турбулентности в приземном слое [16]. Из особенностей для этого распространенного типа планировки можно выделить:

- ориентация зданий позволяет решить проблему солнечной радиации и перепада температур;
- уменьшаются энергозатраты на отопление при средне- и многоэтажной застройке;
- обеспечивается удобная доступность до общественных мест, так как уменьшаются затраты времени на перемещение при необходимости осуществлять ветрозащиту для пешеходных путей [17].

Свободная планировка применяется на территориях, которые имеют достаточные земельные ресурсы и затраты на содержание инфраструктуры. Она характеризуется средне- и малоэтажной застройкой, отсутствием четкой границы между застроенной территорией и зоной озеленения, что обеспечивает естественную защиту от ветра для пешеходов вокруг зданий и не очень хорошую проветриваемость в ряде планировочных ситуаций [18].

Групповая планировка — сочетание небольших среднеэтажных жилых кварталов и общественных центров, находящихся на дистанции друг от друга и обеспеченных улично-дорожной сетью. Отличается контрастной ситуацией по территории с биоклиматической комфортностью. Пространства дворов имеют хорошую ветрозащиту и не всегда хорошо проветриваются, при этом улицы между группами домов могут иметь зоны дискомфорта скоростей ветра и требуют ветрозащитных мероприятий для входов в здания снаружи групп [19].

Смешанная форма сочетает приведенные выше типы. Применяется при неоднородном рельефе, где сложно выровнять строительную площадку или участки застройки ограничены по другим причинам.

При проектировании территорий следует обращать внимание на регулирование инсоляционного и ветрового режимов. Планировка может подбираться под тип климата, чтобы увеличить благоприятное воздействие одних климатических параметров и уменьшить неблагоприятное воздействие других. Преимущественно регулирование происходит за счет формы застройки. В субтропическом климате здания предпочтительно строятся со скатной крышей, которые способны задерживать ветровой поток и создавать завихрения. Это способствует лучшему проветриванию приземных слоев воздуха. При современной многоэтажной застройке такой эффект достигается отдельно стоящим расположением зданий. Потоки воздуха их рассекают и отдельные струи направляются вниз на общественные пространства. При высокой загазованности и запыленности городов такой прием позволяет стимулировать аэрационный режим на соседней территории застройки с малой этажностью [20]. Используя архитектурную климатографию, улично-дорожную сеть целесообразно ориентировать на пропускание воздушных масс внутрь застройки для лучшей проветриваемости (рис. 1) [12].

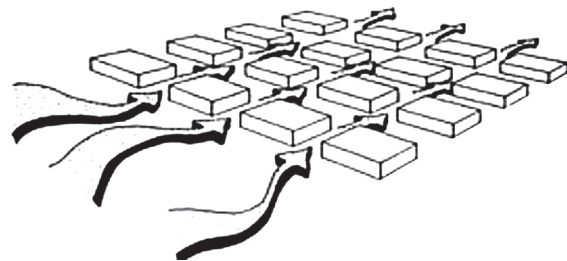


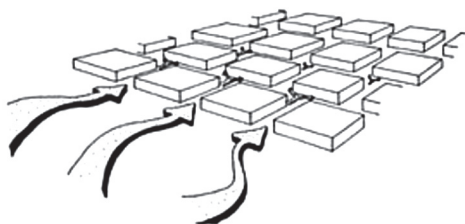
Рис. 1. Характерное расположение зданий для создания условия проветривания в субтропическом климате [12]

Fig. 1. The characteristic arrangement of buildings to create the conditions for airing in a subtropical climate [12]

Следует отметить, что в плотной городской застройке ночное охлаждение земной поверхности происходит медленнее, чем на периферии. Это происходит не только за счет поглощения солнечной радиации в дневное время, имеется также и дополнительная тепловая энергия техногенного характера. Между центральной частью и периферией можно наблюдать тепловой контраст, который создает термическую конвекцию. В приземном слое открытых городских пространств и улиц более теплые воздушные массы центра приподнимаются, а холодные

воздушные массы с периферии опускаются вниз. В зависимости от изменения улично-дорожной сети и ее параметров изменяются условия циркуляции воздушных масс в исследуемой застройке [20].

В муссонном климате, при последовательном устройстве улиц на побережье под углом к береговой линии, могут появляться порывистые и неупорядоченные потоки ветра, делаая приземные слои воздуха некомфортными для жителей. При правильном соотношении высоты зданий и расстояния между ними со смещением групп застройки с прямой линии создаются условия для комфортной циркуляции воздушных масс (рис. 2) [12].



**Рис. 2.** Характерное расположение зданий для комфортной циркуляции воздушных масс при последовательном устройстве улиц под углом к береговой линии [12]

**Fig. 2.** The characteristic arrangement of buildings for comfortable circulation of air masses under the sequential arrangement of streets at an angle to the coastline [12]

Если жилой район сформирован параллельными прямолинейными улицами, то это способствует проветриванию территории, что найдет отражение в положительной статистике здоровья проживающего населения. Общая тенденция такова, что помимо химически активной пыли и фоновой загазо-

ванности воздуха, в городе могут присутствовать биологические загрязнения, которые концентрируются в местах застойного воздуха при скорости менее 0,7 м/с [21]. При прямоугольной геометрии планировочной структуры жилых территорий, важно оптимизировать расположение зеленых насаждений, чтобы задержать указанные выше загрязнения (взвешенные частицы, пыль и т.д.). При чрезмерной запыленности применяется ортогональная планировка улиц. Такая улично-дорожная сеть ориентируется под углом к преобладающим неблагоприятным потокам ветра и за счет этого уменьшает его скорость, сохраняя достаточный воздухообмен. Изменяя определенный параметр, например, ширину улиц, можно достичь нужных характеристик биоклиматической комфортности. Узкие улицы (ширина менее 2-х средних высот зданий по линиям застройки) способны уменьшать количество солнечной радиации на приземном слое, устанавливая благоприятную температуру днем и снижают степень выхолаживания ночью. Извилистые улицы защищают от неблагоприятных ветровых потоков, уменьшая скорость ветра на 10–30 %. На широких улицах в условиях субтропического климата существует проблема нежелательного теплового воздействия при хорошей аэрации территории. Защита от избыточной инсоляции пешеходной части жилых территорий производится с помощью специальных средств: экранов, навесов, зеленых насаждений (рис. 3), архитектурных форм (рис. 4).

Одним из самых эффективных методов защиты селитебных территорий от излишней солнечной радиации и защиты от неблагоприятного ветра является озеленение. Зеленые насаждения имеют большое значение в формировании окружающей среды,



**Рис. 3.** Рис. 3. Защита озеленением от избыточной инсоляции. «Прообраз бульвара». Руководитель проекта А. Козак, исполнители: Е. Ямова, В. Нуяззина, С. Соколов

**Fig. 3.** Gardening protection from excessive insolation. “The prototype of the boulevard”. Project manager A. Kozak, performers: E. Yamova, V. Nuyanzina, S. Sokolov





**Рис. 4.** Пример защиты пешеходной зоны от избыточной инсоляции с помощью архитектурной формы (Фото с сайта [www.sitephocus.com](http://www.sitephocus.com))

**Fig. 4.** An example of protecting a pedestrian zone from excessive insolation using an architectural form (Foto of site [www.sitephocus.com](http://www.sitephocus.com))

так как обладают свойствами улучшать санитарно-гигиеническую, психологическую и техническую обстановку, и занимают ведущее место в решении благоустройства дворовой территории. Растения располагаются вокруг площадок для детей с учетом защиты от ветра и половина их территории — от прямой инсоляции. При этом важно сохранить достаточную проветриваемость и изолировать места с источниками вредных веществ, такие как автомобильные проезды и парковки. Данный вариант можно также учитывать при озеленении рядом с площадками для спорта и активного отдыха, как источников шума и пыли. В связи с этим целесообразно вести планировочное зонирование дворовой территории для пассивного и активного отдыха и пребывания населения. Реализацию примера такого подхода в многоэтажной жилой застройке можно рассмотреть на рис. 5.

Общим принципом размещения насаждений на территориях жилой застройки является сочетание открытых участков с компактными группами деревьев и кустарников и плотной застройки с хорошей ветрозащитой. Это позволяет улучшить микроклимат территории, создать хорошие условия аэрации и инсоляции для благоприятной жизнедеятельности жителей. С примером планировочной структуры с дополнительными зонами озеленения в жилом районе, которые обеспечивают повышение комфорта и качества жилой среды, можно ознакомиться на рис. 6.



**Рис. 5.** Пример благоустройства жилого двора с разделением зон с помощью озеленения (Фото с сайта [www.pinterest.fr](http://www.pinterest.fr). Источник: slypainter)

**Fig. 5.** An example of landscaping a residential courtyard with the separation of zones using landscaping (Foto of site [www.pinterest.fr](http://www.pinterest.fr); Source: slypainter)





Рис. 6. Планировка с дополнительными зелеными зонами. Концепция ТПО «Резерв» и бюро Maxwan architects + urbanists

Fig. 6. Layout with additional green areas. Concept of TPO “Reserve” and bureau Maxwan architects + urbanists

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам исследования выявлена тенденция развития планировочной структуры жилых территорий для Краснодарского и Приморского краев с учетом особенностей их климата, что позволяет сделать предположение о целесообразности применения контрастной по этажности застройки в групповом планировочном типе, это обеспечит хорошую ветрозащиту и проветриваемость дворовым пространствам и создаст благоприятный микроклимат на территории. В контексте полученного результата возможно предположить использование атриумов в масштабной современной застройке

при организации жилых групп. Также интересно учесть традиционные элементы атриума, такие как имплювий (фонтан-бассейн для сбора дождевых стоков), который будет способствовать улучшению микроклимата в дворовом пространстве. Расположение атриумов у входов в здания или их объединение поможет решить планировочные задачи и предоставит ветрозащиту и солнцезащиту для пешеходов. Следует отметить, что в современном строительстве атриумная планировка применима во многих климатических условиях в зависимости от того открытая система конструкций атриума или закрытая. Выявленная в исследовании необходимость проектирования буферной зоны между наружной

и внутренней средой обеспечивается также планировочным решением с атриумом или полузакрытым двором. При правильной ориентации здания с атриумом становится возможным снизить затраты на отопление и создать комфортный световой климат. Использование атриумной планировки при плотной среднеэтажной застройке дает возможность сохранить уединенное пространство, соблюдая инсоляционные нормы. При этом, как уже было указано выше, внутри двора образуется микроклимат, который сможет компенсировать неблагоприятные климатические воздействия. На участке территории, где преобладают сильные холодные потоки ветра, атриум проектируется замкнутым. Благодаря этому воздух внутри легче нагревается и удерживается, что способствует повышению энергоэффективности. При наличии повышенных температур и малой проветриваемости, планировку атриума устраивают таким образом, чтобы двор был затенен и мог проветриваться через арки или разрывы между зданиями.

В условиях плотной многоэтажной застройки в современных городах, объем атриума может развиваться по вертикали. Регулирование микроклимата в таком виде атриума может быть трех типов: охлаждающее, согревающее и трансформируемое. Таким образом, типы атриумов по воздействию на жилую застройку могут быть классифицированы с рекомендациями применения для различных климатических условий:

- охлаждающий тип применяется в условиях влажного и жаркого климата. Атриум выстраивают так, чтобы он аккумулировал охлажденный воздух и способствовал затенению пространства. При этом, если преобладает влажный и теплый климат, используется сквозное проветривание;
- использование согревающего типа рационально, когда преобладают пониженные температуры и холодный ветер. Благодаря специальной конструкции в помещение свободно проникают солнечные лучи, и разница температур наружного и внутреннего воздуха может составлять 3–5 градусов;
- трансформируемый тип регулирования применяют в умеренном климате. Его конструкция позволяет зимой пропускать достаточное количество лучей, а летом препятствовать их прямому попаданию.

Возможность соотнесения климатических условий Краснодарского и Приморского краев из табл. 1 с классификаций типов атриумов для различных климатов дает возможность оптимизировать проектные решения в жилой застройке этих регионов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Учет местных природно-климатических особенностей при проектировании дает возможность создания комфортной жилой среды. Регулирование планировочной структуры позволяет ослаблять влияние неблагоприятных природно-климатических воздействий, таких как: сильный ветер, недостаточное проветривание, перегрев, а также загрязнения антропогенного и природного характера. Использование архитектурно-климатического анализа из архитектурной климатографии представляет возможным еще на этапе проектирования сбалансировать климатические условия с помощью архитектурно-градостроительных и инженерных решений. Применение эффективных методов защиты территорий от излишней солнечной радиации и неблагоприятного ветра способствует созданию благоприятного микроклимата дворовой территории, используя атриумы в масштабах современной среднеэтажной и многоэтажной застройки. Исторические примеры солнцезащиты и организации пространства дворов могут служить моделями при рассмотрении и организации многоэтажной городской застройки при соблюдении основных пропорций объема застройки. Это позволяет с учетом планировочных трансформаций использовать эти результаты при поиске вариантов пространственно-планировочных решений. Атриумы при этом являются элементом не только внутренней архитектурной застройки, но и важной частью градостроительного решения, так как развивают функциональность и качество среды территории застройки в городе. Данная работа дает возможность планировать последующие исследования и проектные эксперименты с получением рамочных показателей по плотности застройки с атриумами, и в будущем обосновать введение в оборот устойчивого термина «Атриумная застройка» с рассмотрением ее применения в зависимости от особенностей климата региона.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Roetzel, A., Tsangrassoulis, A., Dietrich, U. Impact of building design and occupancy on office comfort and energy performance in different climates // Building and environment. 2014. Vol. 71. Pp. 165-175. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.10.001

2. Ricci A., Kalkman I.M., Blocken B., Repetto M.P., Burlando M., Freda A. Local-scale forcing effects on wind flows in an urban environment // PHYSMOD 2015 — International Workshops on Physical Modeling of Flow and Dispersion Phenomena, Empa Dübendorf



and ETH Zürich, Switzerland, 7–9 September 2015. 2015. Pp. 7–9.

3. *Johansson E., Yahia M.W.* Wind comfort and solar access in a coastal development in Malmö, Sweden // 10th International Conference on Urban Climatology. New York, 2018.

4. *Chiesa G., Grosso M.A.* A parametric tool for assessing optimal location of buildings according to environmental criteria // Sustainable Building for a Cleaner Environment. 2019. Pp. 115–129. DOI: 10.1007/978-3-319-94595-8\_11

5. *Grosso M., Chiesa G., Nigra M.* Architectural and environmental compositional aspect for technological innovation in the built environment // Heritage and Technology. Mind Knowledge Experience, XIII International Forum Le vie dei Mercanti, Capri 11–13 Giugno 2015. La Scuola di Pitagora editrice, 2015. Pp. 1572–1581.

6. *Oke T.R., Mills G., Christen A., Voogt J.A.* Urban climates. Cambridge University Press, 2017. 526 p. DOI: 10.1017/9781139016476

7. *Оленьков В.Д.* Исследование ветрового режима нарушенных территорий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. : Строительство и архитектура. 2014. Т. 14. № 1. С. 9–13.

8. *Cetin M., Adiguzel F., Kaya O., Sahap A.* Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin // Environment, Development and Sustainability. 2018. Vol. 20. Issue 1. Pp. 361–375. DOI: 10.1007/s10668-016-9885-5

9. *Hu K., Cheng S., Qian Y.* CFD simulation analysis of building density on residential wind environment // Journal of Engineering Science and Technology Review. 2018. Vol. 11. Issue 1. Pp. 35–43. DOI: 10.25103/jestr.111.05

10. *Poddaeva O.I., Buslaeva J.S., Gribach D.S.* Physical model testing of wind effect on the high-rise // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1082. Pp. 246–249. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1082.246

11. *Поддаева О.И., Дубинский С.И., Федосова А.Н.* Численное моделирование ветровой аэродинамики высотного здания // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 9. С. 23–27.

12. *Мяжков М.С., Алексеева Л.И.* Архитектурная климатография. М. : Научно-издательский центр «ИНФРА-М», 2016. 363 с.

13. *Hong D.L., Chien S.S.* ‘Summoning’ wind for urban cooling: urban wind corridor projects in China. Designing Cooler Cities, 2018. Pp. 137–150. DOI: 10.1007/978-981-10-6638-2\_10

14. *Долженкова Е.И., Калашиников Д.В.* Моделирование ветрозащитных конструкций // Вестник ландшафтной архитектуры. 2015. № 5. С. 32–36.

15. *Webb B.* The use of urban climatology in local climate change strategies: a comparative perspective // International Planning Studies. 2017. Vol. 22. Issue 2. Pp. 68–84. DOI: 10.1080/13563475.2016.1169916

16. *Егорычев О.О., Чурин П.С., Поддаева О.И.* Экспериментальное исследование сило-моментных ветровых нагрузок на высотные здания // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 9. С. 28–30.

17. *Antonioni N., Montazeri H., Wigo H., Neophytou M.K.A., Blocken B., Sandberg M.* CFD and wind-tunnel analysis of outdoor ventilation in a real compact heterogeneous urban area: Evaluation using «air delay» // Building and Environment. 2017. Vol. 126. Pp. 355–372. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.013

18. *Blocken B., Stathopoulos T., Van Beeck J.P.A.J.* Pedestrian-level wind conditions around buildings: Review of wind-tunnel and CFD techniques and their accuracy for wind comfort assessment // Building and Environment. 2016. Vol. 100. Pp. 50–81. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.02.004

19. *Dunichkin I.V., Poddaeva O.I., Golokhvast K.S.* Studies and evaluation of bioclimatic comfort of residential areas for improving the quality of environment // Building Simulation. 2019. Vol. 12. Issue 2. Pp. 177–182. DOI: 10.1007/s12273-018-0495-z

20. *Поддаева О.И., Дуничкин И.В.* Архитектурно-строительная аэродинамика // Вестник МГСУ. 2017. Вып. 12. № 6 (105). С. 602–609. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.6.602-609

21. *Veremchuk L.V., Yankova V.I., Vitkina T.I., Nazarenko A.V., Golokhvast K.S.* Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2016. Vol. 6. Issue 1. Pp. 76–79. DOI: 10.1016/j.apjtb.2015.10.001

Поступила в редакцию 24 мая 2019 г.

Принята в доработанном виде 5 июля 2019 г.

Одобрена для публикации 30 июля 2019 г.

О Б АВТОРАХ: **Блил де Соуза Кларис** — доктор философских наук по направлению архитектура, доцент (старший лектор по системе СК); **Университет Кардиффа**; CF10 3NB, Соединенное Королевство (Великобритания), Уэллс, пр-т Короля Эдварда VII, ББ; ORCID: 0000-0001-7823-1202; bleildesouzac@cardiff.ac.uk;

**Фаридун Фуркатович Файзуллаев** — магистрант кафедры градостроительства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; grado@mgsu.ru;



**Илья Владимирович Дуничкин** — кандидат технических наук, доцент; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ Author ID: 315959, Scopus Author ID: 55537535900, WoS Researcher ID: I-9455-2014/"I-9455-2014, ORCID: 0000-0001-9372-0741; dunichkiniv@mgsu.ru.

## REFERENCES

1. Roetzel, A., Tsangrassoulis, A., Dietrich, U. Impact of building design and occupancy on office comfort and energy performance in different climates. *Building and environment*. 2014; 71:165-175. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.001>
2. Ricci A., Kalkman I.M., Blocken B., Repetto M.P., Burlando M., Freda A. Local-scale forcing effects on wind flows in an urban environment. *PHYS-MOD 2015 — International Workshops on Physical Modeling of Flow and Dispersion Phenomena, Empa Dübendorf and ETH Zürich, Switzerland, 7–9 September 2015*. 2015; 7-9.
3. Johansson E., Yahia M.W. Wind comfort and solar access in a coastal development in Malmö, Sweden. *10th International Conference on Urban Climatology*. New York, 2018.
4. Chiesa G., Grosso M.A. Parametric tool for assessing optimal location of buildings according to environmental criteria. *In Sustainable Building for a Cleaner Environment*. 2019; 115-129. DOI: 10.1007/978-3-319-94595-8\_11
5. Grosso M., Chiesa G., Nigra M. Architectural and environmental compositional aspect for technological innovation in the built environment. *Heritage and Technology. Mind Knowledge Experience, XIII International Forum Le vie dei Mercanti, Capri 11–13 Giugno 2015*. La Scuola di Pitagora editrice Publ., 2015; 1572-1581.
6. Oke T.R., Mills G., Christen A., Voogt J.A. *Urban climates*. Cambridge University Press, 2017; 526. DOI: 10.1017/9781139016476
7. Olenkov V.D. Wind conditions in areas. *Bulletin of the South Ural State University Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2014; 14(1):9-13. (rus.).
8. Cetin M., Adiguzel F., Kaya O., Sahap A. Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin. *Environment. Development and Sustainability*. 2018; 20(1):361-375. DOI: 10.1007/s10668-016-9885-5
9. Hu K., Cheng S., Qian Y. CFD simulation analysis of building density on residential wind environment. *Journal of Engineering Science and Technology Review*. 2018; 11(1):35-43. DOI: 10.25103/jestr.111.05
10. Poddaeva O.I., Buslaeva J.S., Gribach D.S. Physical model testing of wind effect on the high-rise. *Advanced Materials Research*. 2014; 1082:246-249. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1082.246
11. Poddaeva O.I., Dubinsky S.I., Fedosova A.N. Numerical modeling of wind farm aerodynamics of high-rise buildings. *Industrial and Civil Construction*. 2014; 9:23-27. (rus.).
12. Myagkov M.S., Alekseeva L.I. *Architectural climatology*. Moscow, INFRA-M Scientific and Publishing Center Publ., 2016; 363. (rus.).
13. Hong D.L., Chien S.S. 'Summoning' wind for urban cooling: urban wind corridor projects in China. *Designing Cooler Cities*, 2018; 137-150. DOI: 10.1007/978-981-10-6638-2\_10
14. Dolzhenkova E.I., Kalashnikov D.V. Modeling of windproof structures. *Journal of Landscape Architecture*. 2015; 5:32-36. (rus.).
15. Webb B. The use of urban climatology in local climate change strategies: a comparative perspective. *International Planning Studies*. 2017; 22(2):68-84. DOI: 10.1080/13563475.2016.1169916
16. Egorychev O.O., Churin P., Poddaeva O.I. Experimental investigation of silo-torque wind loads on tall buildings. *Industrial and Civil Construction*. 2014; 9:28-30. (rus.).
17. Antoniou N., Montazeri H., Wigo H., Neophytou M.K.A., Blocken B., Sandberg M. CFD and wind-tunnel analysis of outdoor ventilation in a real compact heterogeneous urban area: Evaluation using "air delay". *Building and Environment*. 2017; 126:355-372. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.013
18. Blocken B., Stathopoulos T., Van Beeck J.P.A.J. Pedestrian-level wind conditions around buildings: Review of wind-tunnel and CFD techniques and their accuracy for wind comfort assessment. *Building and Environment*. 2016; 100:50-81. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.02.004
19. Dunichkin I.V., Poddaeva O.I., Golokhvast K.S. Studies and evaluation of bioclimatic comfort of residential areas for improving the quality of environment. *Building Simulation*. 2019; 12(2):177-182. DOI: 10.1007/s12273-018-0495-z
20. Poddaeva O.I., Dunichkin I.V. Architectural-building aerodynamics. *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*. 2017; 12(6):602-609. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.6.602-609 (rus.).
21. Veremchuk L.V., Yankova V.I., Vitkina T.I., Nazarenko A.V., Golokhvast K.S. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2016; 6(1):76-79. DOI: 10.1016/j.apjtb.2015.10.001

*Received May 24, 2019.*

*Adopted in its final form on July 5, 2019.*

*Approved for publication July 30, 2019.*

**B I O N O T E S :** **Bleil de Souza Clarice** — Ph.D (architectural), Associate Professor (Senior Lecturer – U.K.); **Cardiff University**; King Edward VII Avenue, Bute Building; CF10 3NB, U.K. (Great Britain), Wales; ORCID: 0000-0001-7823-1202; bleildesouzac@cardiff.ac.uk;;

**Faridun F. Fayzullaev** — master student of the Department of Urban Development; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; grado@mgsu.ru;

**Ilya V. Dunichkin** — Ph.D (technical), Associate Professor; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; RISC Author ID: 315959, Scopus Author ID: 55537535900, WoS Researcher ID: I-9455-2014/"I-9455-2014, ORCID: 0000-0001-9372-0741; dunichkiniv@mgsu.ru.;