

Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов

Urban and rural settlement planning

Научная статья

УДК 711-1

DOI: 10.14529/build250201

РОЛЬ БРИЗОВЫХ ВЕТРОВ В ФОРМИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ

О.Н. Сокольская, Р.А. Будаков, Н.А. Дубиненко

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

✉ nikita-dubinenko@yandex.com

Аннотация. Данная статья освещает влияние бризовых ветров на формирование архитектурно-планировочных подходов в градостроительстве. На микроклимат приморских городов бризовые ветры оказывают непосредственное влияние, которое необходимо изучать и учитывать в архитектурно-планировочных подходах проектирования застройки. При написании статьи были использованы современные технологии мониторинга и моделирования климата, а также спутниковые изображения высокого разрешения, основанные на таких известных математических моделях, как ICON, GFS и GEM. Проводились морфометрические оценки рельефа и построение поперечных профилей заданных территорий, что позволило выделить ряд направлений градостроительных прикладных задач. Исследование затронуло обширную территорию Черноморского побережья Краснодарского края и позволило определить период с марта по октябрь как наиболее активное время действия бризовых ветров, особо важное для архитектурно-планировочного проектирования. На основании проведённого анализа были сформулированы рекомендации по градостроительству на приморских территориях, основной целью которых является создание комфортной и благоприятной среды для жизнедеятельности человека в тёплый период года с учетом активного использования естественных климатических условий. Сделаны выводы, что бризовые ветры обладают целым рядом положительных свойств, формирующих благоприятные микроклиматические условия для проживания и отдыха людей. Именно поэтому приморским городам в современных архитектурно-планировочных подходах следует учитывать всё то влияние, которое они оказывают на застройку городов.

Ключевые слова: бризовые ветры, архитектурно-планировочные решения, микроклимат, городская среда, застройка, рельеф

Для цитирования. Сокольская О.Н., Будаков Р.А., Дубиненко Н.А. Роль бризовых ветров в формировании архитектурно-планировочной структуры приморских городов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2025. Т. 25, № 2. С. 5–13. DOI: 10.14529/build250201

Original article

DOI: 10.14529/build250201

THE ROLE OF BREEZY WINDS IN SHAPING THE ARCHITECTURAL AND PLANNING STRUCTURE OF SEASIDE TOWNS

O.N. Sokolskaya, R.A. Budakov, N.A. Dubinenko

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

✉ nikita-dubinenko@yandex.com

Abstract. This article highlights the influence of breeze winds on the formation of architectural and planning approaches in urban planning. The microclimate of seaside towns is directly influenced by breeze winds to be studied and taken into account in architectural and planning approaches to building design. The study is based on modern climate monitoring and modeling technologies, as well as high-resolution satellite images based on well-known mathematical models, such as ICON, GFS, and GEM. Morphometric assessments of the relief were carried out and the transverse profiles of the specified territories were constructed, which allowed identifying several areas of urban planning applications. The study covered the vast territory of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory and allowed determining

the period from March to October as the period of the maximum activity of breeze winds, which is essential for architectural and planning design. Recommendations on urban planning in the coastal territories were formulated based on the analysis. They are aimed at creating a comfortable and favorable environment for human activity in the warm season, taking into account the active use of natural climatic conditions. It is concluded that breeze winds have several positive properties that create favorable microclimatic conditions for people to live and relax. That is why seaside towns should take into account the influence they have on urban development in modern architectural and planning approaches.

Keywords: breeze winds, architectural and planning solutions, microclimate, urban environment, building, relief

For citation. Sokolskaya O.N., Budakov R.A., Dubinenko N.A. The role of breezy winds in shaping the architectural and planning structure of seaside towns. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2025;25(2):5–13. (in Russ.). DOI: 10.14529/build250201

Введение

При проектировании территории застройки в городах необходимо учитывать ведущие природно-климатические факторы, обеспечивающие благоприятную и устойчивую среду для человека [1]. В сфере градостроительства приморских городов особое место занимают бризовые ветры, оказывающие непосредственное влияние на микроклимат в населённых пунктах и на прочие условия проживания людей. Исследования последних лет, проводимые в области биоклиматического комфорта приземной атмосферной городской среды, позволяют рассматривать воздушные массы как сложные элементы формирования благоприятных микроклиматических условий, включающие температуру, влажность, скорость, направление ветра [2, 3]. В вопросе формирования благоприятного микроклимата среди городской застройки стоит отметить существенное влияние сложного рельефа территории в совокупности с морской поверхностью и наличием большого количества рек. В рамках данного исследования влияние бризовых ветров и их роль в градостроительном проектировании населённых пунктов изучается на примере приморских городов, расположенных в Краснодарском крае.

Краснодарский край – уникальный регион России, известный своим мягким климатом и благоприятными природными условиями. Черноморское побережье Краснодарского края в масштабах всей страны является одним из самых привлекательных направлений для развития туризма. Города, расположенные на побережье Краснодарского края, благодаря уникальной природе, оздоровительному климату и культурным достопримечательностям ежегодно принимают миллионы отдыхающих. Крупнейшими городами Черноморского побережья Краснодарского края являются Новороссийск, Геленджик, Туапсе и Сочи.

С севера Черноморское побережье Кавказа ограничено хребтами Большого Кавказа, надежно защищающего города и населенные пункты от холодных атмосферных течений. Кавказский хребет тянется почти параллельно берегу Черного моря, высотные отметки гор увеличиваются постепенно с северо-запада на юго-восток. В районе Новороссийска отметки достигают 300–700 м над уровнем моря. У Туапсе – 1000–1500 м, к востоку от Сочи – 2000–3000 м и выше.

Помимо этого, побережье пронизано холмами и долинами, а также устьями рек. Самыми крупными реками являются: река Цемес, протекающая в Новороссийске, протяженностью 14 км и площадью бассейна 82,6 км²; река Туапсе, длина которой достигает 19 км, а площадь водосборного бассейна 352 км²; река Сочи – самая большая из рассматриваемых нами рек – длиной 45 км и площадью бассейна 296 км².

Существует множество научных работ, обобщающих данные о климате Черного моря, которые отмечают его значительное влияние на климат Южного Причерноморья [4–6].

Ряд авторов рассматривают характеристики бризовых ветров, отмечая их благоприятное влияние на формирование микроклиматических условий в жаркий период года, а также сезонные изменения ветрового режима, подчеркивая важность учета этих факторов при формировании архитектурно-планировочных и градостроительных приемов застройки [7, 8].

В некоторых современных работах рассматриваются климатические характеристики изменчивости поля ветра в регионе, проводится анализ и численное моделирование влияния температурных контрастов «суша – море» на атмосферную циркуляцию в Черноморском регионе [9, 10]. Данные работы дают возможность проанализировать влияние природно-климатических особенностей Черного моря на микроклимат прибрежных городов, возникающий благодаря воздействию бризовых ветров, а также показывают необходимость их учета при формировании градостроительных и архитектурно-строительных приемов застройки.

Ветровой режим является ведущим природно-климатическим фактором при проектировании застройки. Территория городов Черноморского побережья Краснодарского края с марта по октябрь проветривается бризовыми ветрами, действующими в системе «суша – море». Они возникают из-за разницы в температуре и давлении атмосферной среды между сушей и морем, создавая два противоположных направления движения воздуха в течение суток. В утренний период они действуют со стороны моря, в сторону суши, образуя морской бриз, а в послеобеденный период формируется береговой бриз, который действует со стороны берега в сторону моря. Скорость бриза небольшая

и в зависимости от форм рельефа прибрежных территорий составляет 1–5 м/с [11].

Бризовые ветры играют важную роль в формировании благоприятных микроклиматических условий атмосферной среды приземного слоя в жаркий период [12]. В зимнее время года бризы не действуют, но на некоторых участках встречается сильный ветер. В целом экстремально холодный ветер наблюдается на участке от Анапы до Туапсе, но больше всех его проявления можно наблюдать именно в Новороссийске.

Вдоль всего Маркхотского перевала в районе города Новороссийска образуется бора – сильный и порывистый ветер, возникающий при зимних вторжениях холодного воздуха, и движется вниз по горному склону, часто достигая скорости 40 м/с и более в самом Новороссийске и 60 м/с – на перевале [13].

В данной статье рассмотрены основные аспекты влияния бризовых ветров на архитектурные и градостроительные решения. Главной научной составляющей статьи является рекомендация, которая касается архитектурно-планировочных решений застройки с учетом различных форм рельефа черноморского побережья.

Методы

Для написания данной статьи были использованы спутниковые изображения высокого разрешения, обычно применяемые в прикладной метеорологии, основанные на известных математических моделях численного предсказания погоды, таких как ICON, GFS и GEM, что позволило получить детальную информацию о направлении и силе бризовых ветров, а также о рельефе местности. Помимо этого, была проведена морфометрическая оценка рельефа с построением поперечных профилей территорий четырех городов Черноморского побережья Краснодарского края: Новороссийска, Геленджика, Туапсе и Сочи.

При помощи современных компьютерных технологий, мониторинга, моделирования и прогнозирования климата построены карты направления бризовых ветров с учетом детальных форм рельефа и наложением тепло-ветровых процессов, созданных при помощи графоаналитического метода, в основе которого лежат теплофизические и аэродинамические законы атмосферной среды. Данная методика научного исследования позволила выделить ряд направлений градостроительных прикладных задач.

Результаты и обсуждения

Результаты исследования показали, что рельеф местности оказывает существенное влияние на направление и силу бризовых ветров [14–16]. Это, в свою очередь, должно учитываться при формировании архитектурно-планировочных решений застройки с учетом различных форм рельефа и

характеристик прохождения бризовых потоков через него.

В городах Черноморского побережья Краснодарского края, таких как Новороссийск, Геленджик, Туапсе и Сочи, формирование бризовых ветров происходит с учетом особенностей форм рельефа, что необходимо учитывать при градостроительном и архитектурном проектировании [17, 18].

В целом рельеф рассматриваемых городов имеет сходства и различия, формирующие траекторию движения, направление и скорость бризовых потоков ветра. По результатам исследования можно сделать вывод, что градостроительные и архитектурно-планировочные предпосылки к застройке следует рассматривать отдельно для таких зон, как прибрежная зона, предгорно-долинная или промежуточная зона, склоновые территории, территория поймы рек.

Рассмотренные в исследовании города (Сочи, Туапсе, Новороссийск, Геленджик) расположены вдоль протяженной и сравнительно узкой территории, между Чёрным морем и склонами гор Большого Кавказа. Два города, Геленджик и Новороссийск, располагаются вдоль морских бухт (Цемесская бухта в Новороссийске и Геленджикская бухта в Геленджике), а остальные города тянутся вдоль побережья: длина Сочи около 140 км, ширина города варьируется от 8,29 км до 2,63 км (рис. 1), Туапсе, в свою очередь, располагается в пойме реки Туапсе, впадающей в Черное море.

Новороссийск на значительном протяжении простирается вдоль Цемесской бухты, вытянутой на 15,7 км в направлении с севера на запад. Геленджик, общая площадь которого равняется 27,9 км², располагается около равномерной овальной бухты, которую он огибает со всех сторон.

Для всех черноморских городов с учетом сложного рельефа можно выделить несколько зон: первая зона – прибрежная, которая тянется относительно узкой полосой и постоянно меняет ширину, далее все эти города имеют холмистый рельеф, который, удаляясь от берега, набирает высоту, следом рельеф плавно переходит в предгорно-долинную зону, а после начинается склоновая территория. Однако если есть река, как, например, в Новороссийске, Сочи и Туапсе (рис. 2, 3), то город будет также развиваться в её направлении.

Прибрежная зона. Первой утренние бризы встречает прибрежная территория, которая имеет небольшой уклон к морю во всех рассматриваемых городах. Именно здесь, в городах Сочи, Туапсе, Геленджике, в утренний период движение бризов начинается в северо-восточном направлении, скорость ветра в среднем составляет 1,7 м/с (см. рис. 1–3). И только в городе Новороссийске бризовые ветры движутся по направлению Цемесской бухты, а это северо-западное направление со среднегодовой скоростью 4,6 м/с.

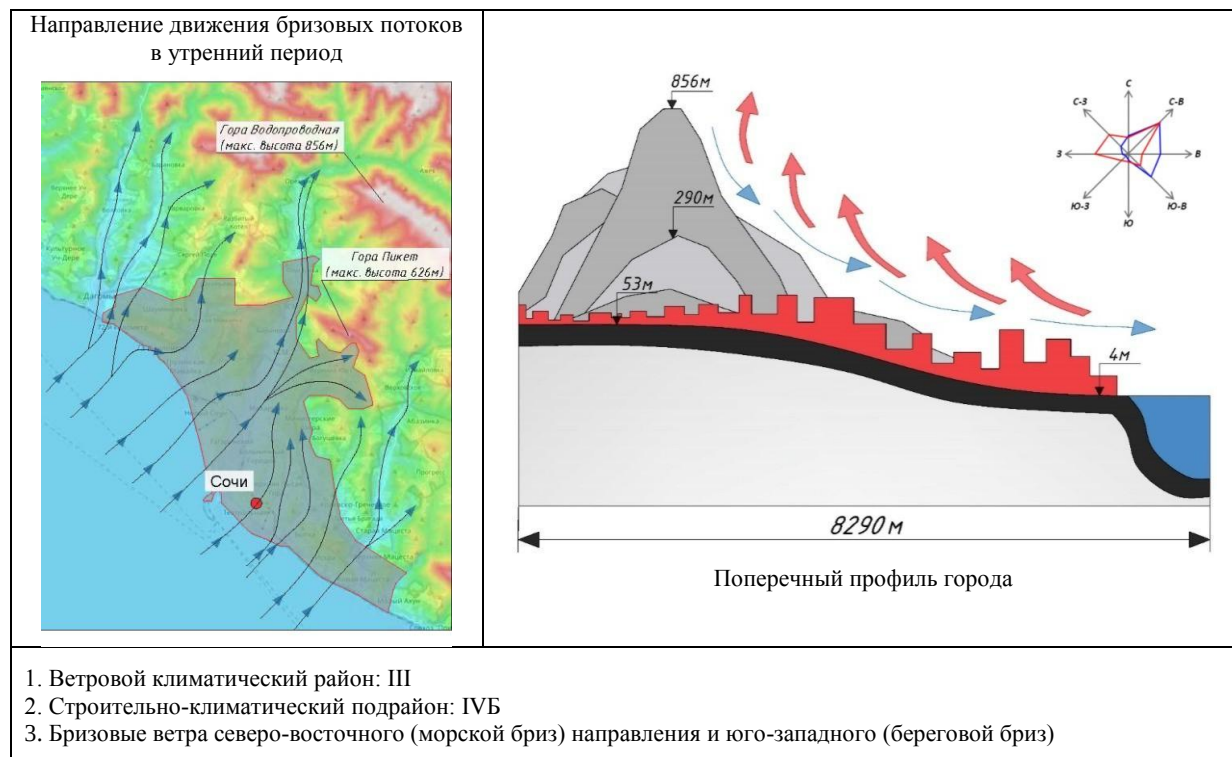


Рис. 1. Направление движения бризовых потоков с учетом орографических особенностей рельефа в г. Сочи

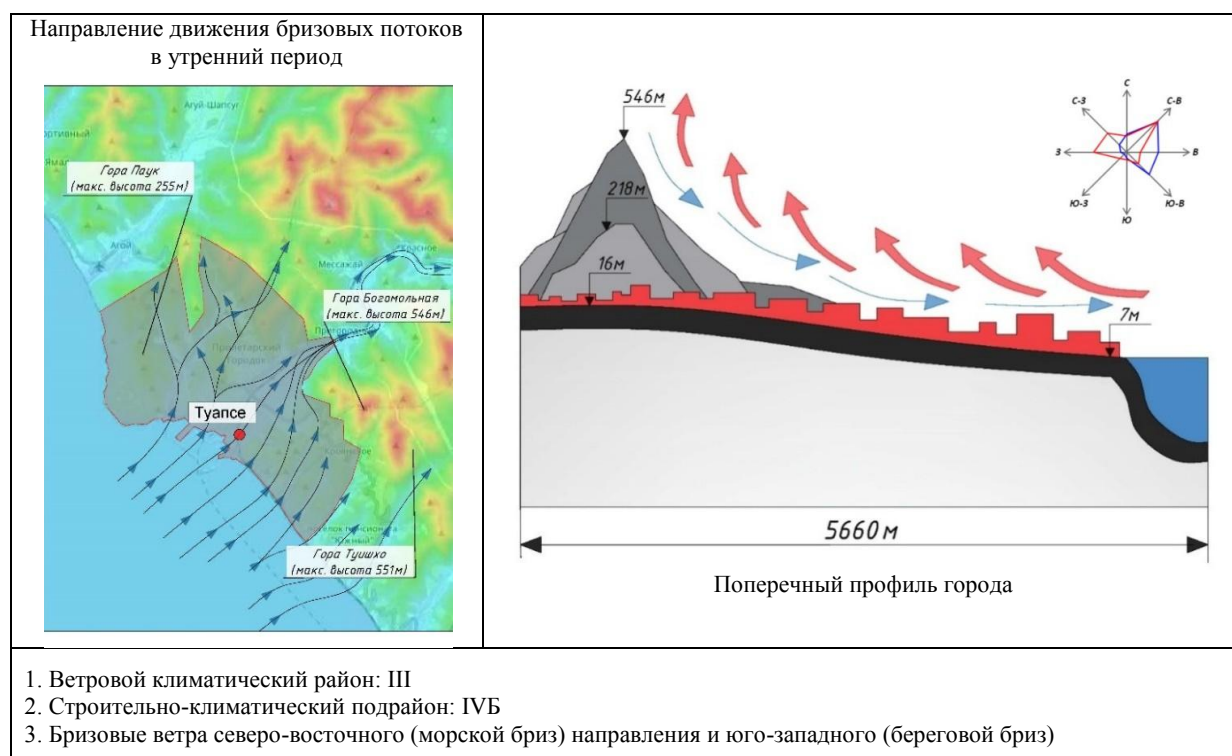


Рис. 2. Направление движения бризовых потоков с учетом орографических особенностей рельефа в г. Туапсе

Склоновые территории Черноморского побережья Краснодарского края являются наиболее неоднородными, характеристики каждого холма или каньона нуждаются в более детальном изучении. В целом по нормам градостроительства рельеф

считается благоприятным, если уклон поверхности составляет от 0,5 до 10 %, неблагоприятным – при уклоне от 10 до 20 % и особо неблагоприятным – при уклоне поверхности свыше 20 %, а в горных местностях – более 30 % [13].

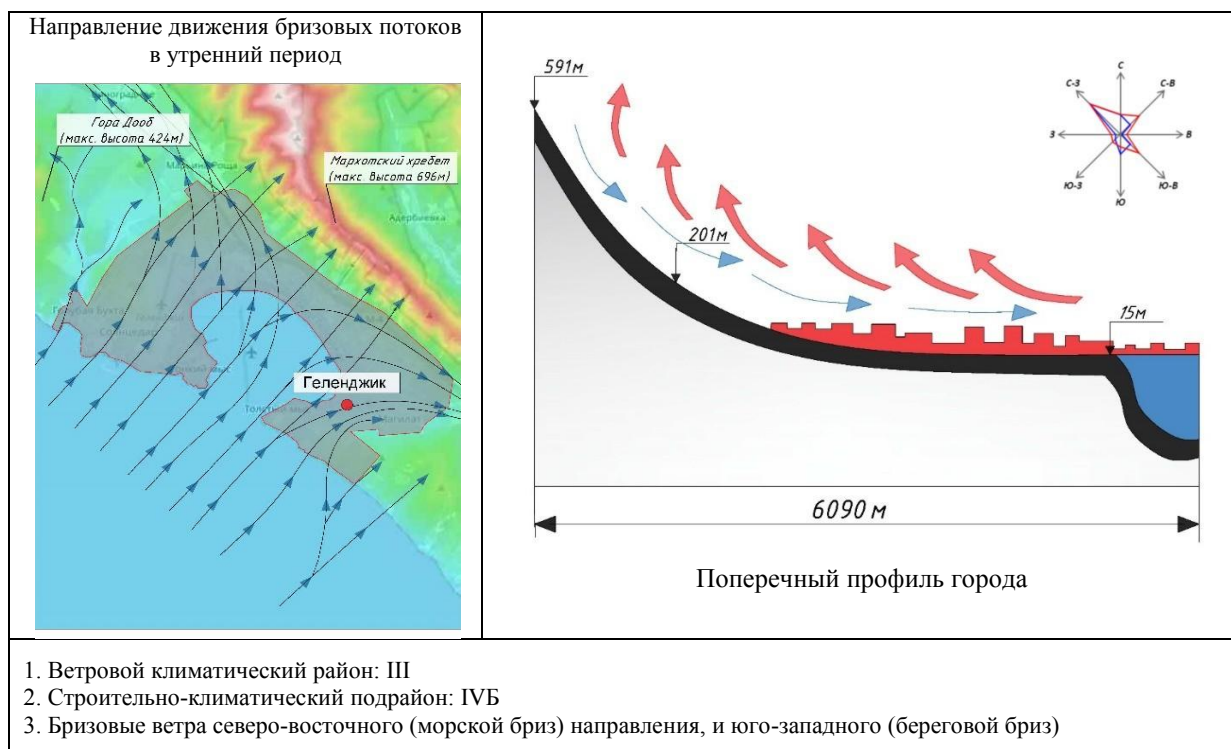


Рис. 3. Направление движения бризовых потоков с учетом орографических особенностей рельефа в г. Геленджике

Также при проектировании улично-дорожной сети вышеупомянутых городов важно учитывать угол между направлением бризовых ветров и улицей. Расположение городских транспортных артерий в направлении основных потоков бризовых ветров способствует увеличению их скорости, улучшает микроклиматические показатели и снижает запыленность воздуха [19]. Рекомендуется проектировать улицы под углом не более 45° к преобладающему направлению ветра [8].

Более детально хочется остановиться на планировании и проектировании улично-дорожной сети городов Черноморского побережья Краснодарского края в условиях влияния бризовых ветров. Для таких городов, как Геленджик, Туапсе и Сочи следует отдать предпочтение направлению дорожно-транспортной сети с юга-запада на северо-восток. В свою очередь для Новороссийска улицы и дороги рекомендуется ориентировать с юго-востока на северо-запад (рис. 4) [20].

Территории, не пригодные для застройки (например, овраги на крутых склонах), рекомендуется использовать под ландшафтно-рекреационные зоны. Застройка на территории склонов должна быть рациональной и проветриваемой, с мощными ветровыми коридорами [10, 21]. Основной типологический принцип – открытая или полукрытая структура обтекаемой городской застройки, которая обеспечивает прямую связь между городской территорией и прилегающим ландшафтом [22].

Территория поймы рек – это благоприятные городские зоны, которые являются мощными аэрационными коридорами для прохождения бризовых потоков [11]. Самыми крупными реками на рассматриваемых территориях являются Цемес, Сочи и Туапсе. Все они направлены в сторону Черного моря. Средняя ширина поймы реки Цемес 30 м, поймы реки Туапсе – 80 м, а поймы реки Сочи – 70 м. Реки протяженностью 9,64 км, 4,69 км, 7,40 км соответственно. Пойменные территории рек являются наиболее приятными городскими территориями, нуждающимися в комплексном развитии с учетом направления движения бризовых ветров.

Выводы

Бризовые ветры играют важную роль в формировании градостроительных и архитектурно-планировочных решений застройки, формируя благоприятные микроклиматические условия в приземном слое атмосферы городской среды.

Природные условия и микроклимат Черноморского побережья Краснодарского края имеют большое значение при проектировании застройки городов, таких как Новороссийск, Геленджик, Туапсе и Сочи. Указано, что важные природно-климатические факторы, такие как бризовые ветры и сложный рельеф территории, должны учитываться при создании благоприятной и устойчивой среды для проживания людей в теплое время

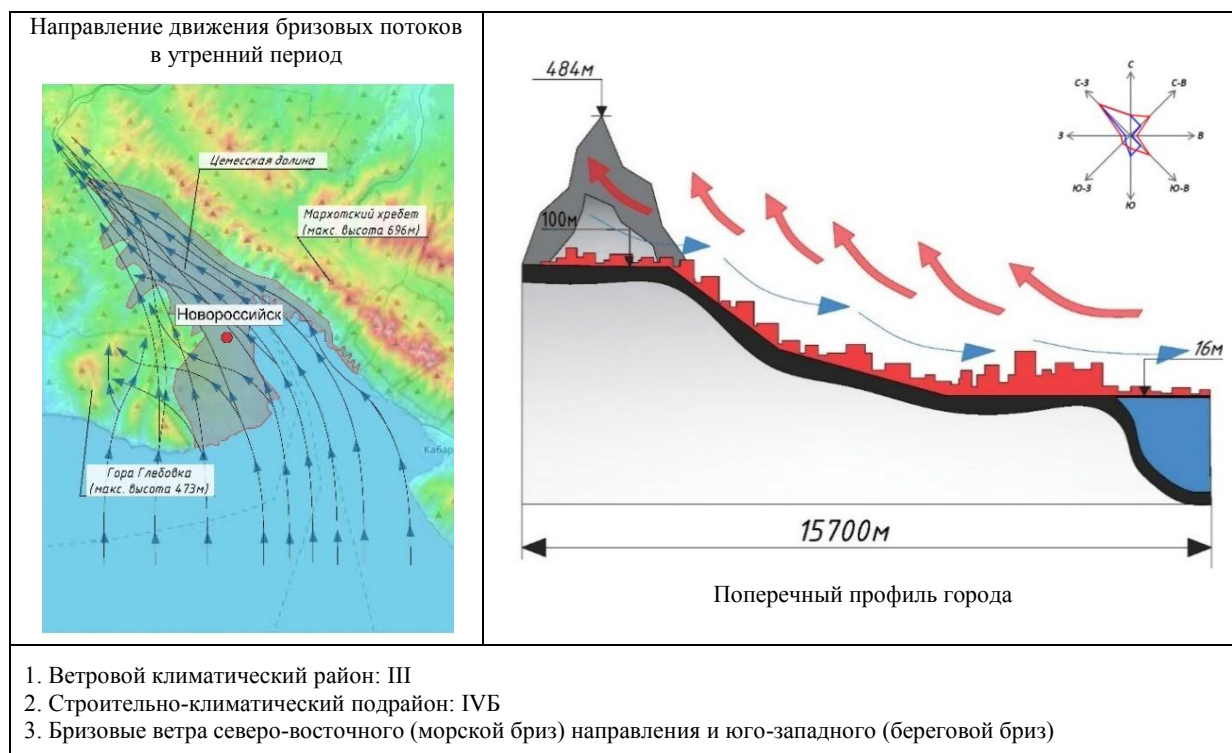


Рис. 4. Направление движения бризовых потоков с учетом орографических особенностей рельефа в г. Новоросийске

года, так как теплые ветры действуют с марта по ноябрь.

Архитектурно-планировочные решения для застройки приморских городов необходимо разрабатывать с учетом направления движения бризовых потоков, аэрационных коридоров, форм рельефа и характеристик прохождения бризовых ветров через территорию. Применение современных технологий, таких как спутниковые изображения и математические модели погоды, позволяет получить детальную информацию о климатических особенностях региона и оптимизировать проектирование застройки.

Деление территории морского побережья с учетом движения бризовых ветров, выделение и разработка архитектурно-типологической структуры застройки для прибрежной, предгорно-долинной, склоновой территории, а также терри-

тории поймы рек – это следующий шаг в науке, который позволит существенно улучшить микроклиматические условия на территории приморских городов в теплый период года.

Выделенные зоны для застройки, такие как прибрежная зона, которая должна быть проветриваемой и обтекаемой, предгорно-долинная зона с аэрационными коридорами, склоновые территории с открытой или полукрытой структурой обтекаемой городской застройки, а также территории поймы рек, – наиболее благоприятные городские территории. Данные зоны требуют индивидуального подхода и учета всех особенностей природной среды. Грамотное планирование городского пространства с учетом климатических особенностей способствует формированию комфортной городской среды и повышению качества жизни населения.

Список литературы

1. Гиясов А.И., Сокольская О.Н. Формирование городской застройки с учетом экологических факторов атмосферной среды в жарких маловетренных и штилевых климатических условиях: моногр. Краснодар: КубГТУ, 2016. 140 с.
2. Grimmond C.S.B. Progress in measuring and observing the urban atmosphere // Theoretical and Applied Climatology. 2006, vol. 84, no. 1–3, pp. 3–22.
3. Ефимов В.В., Барабанов В.С., Крупин А.В. Моделирование мезомасштабных особенностей атмосферной циркуляции в Крымском регионе Черного моря // Морской гидрофизический журнал. 2012. № 1. С. 64–74.

4. Ефимов В.В., Анисимов А.Е. Климатические характеристики изменчивости поля ветра в Черноморском регионе – численный реанализ региональной атмосферной циркуляции // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2011. № 3 (47). С. 380–392.
5. Мельников В.А., Москаленко Л.В., Кузеванова Н.И. Климатическая волна в Геленджике // ГОИН, Труды Государственного океанографического института, Исследования океанов и морей. 2011. № 213. С. 45–56.
6. Приходько И.А., Вербитский А.Ю., Сергеев А.Э. Анализ изменения климата на Черноморском побережье России // International agricultural journal. 2022. № 1. С. 366–383.
7. Роберт Х. Нельсон. Руководство по ветровой и солнечной энергетике для архитекторов и инженеров. John Wiley & Sons, 2011.
8. Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik. A numerical study of the effects of ambient wind direction on flow and dispersion in urban street canyons using the RNG k-ε turbulence model // Atmospheric Environment. 2014., no. 38(19), pp. 3039–3048.
9. Москаленко Л.В., Мельников В.А., Кузеванова Н.И. Разномасштабная изменчивость ветрового режима на прибрежной акватории северо-восточной части Чёрного моря // Известия Российской академии наук, серия географическая. 2016. № 1. С. 74–86.
10. Hang J., Sandberg M., Li Y. Effect of urban morphology on wind condition in idealized city models // Atmospheric Environment. 2009, vol. 43(4), pp. 869–878.
11. Колбин Д.С., Оленьков В.Д. Исследование ветрового режима с целью аэрации и ветрозащиты городских территорий // Вестн. ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2011. № 1. С. 36–39.
12. Steyn D.G. Scaling the vertical structure of sea breezes revisited // Boundary-Layer Meteorology. 2003, vol. 107, no. 1, pp. 177–188. DOI: 10.1023/a:1021568117280
13. Гиясов А.И., Тускаева З.Р., Гиясова И.В. Использование особенностей сложного рельефа для устойчивого развития горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10, № 4 (38). С. 558–565.
14. Город, архитектура, человек и климат / М.С. Мягков, Ю.Д. Губернский, Л.И. Конова, В.К. Лицкевич. М.: Архитектура-С, 2007. 342 с.
15. Большаков В.В. Принципы градостроительной экологии в планировании территории // Архитектура, градостроительство и дизайн. 2019. № 2 (20). С. 10–6.
16. Крушлинский В.И. Город, природа и общество. Проблемы взаимодействия: монография. Красноярск: СФУ, 2017. 166 с.
17. Rizk A.A., Henze G.P. Improved airflow around multiple rows of buildings in hot arid climates // Energy and Buildings. 2010, vol. 42, no. 10, pp. 1711–1718. DOI: 10.1016/j.enbuild.2010.05.005
18. Zhou Y., Kijewski T., Kareem A. Aerodynamic loads on tall buildings: interactive database // Journal of Structural Engineering. 2003, vol. 129(3), pp. 394–404.
19. Оленьков В.Д. Учет ветрового режима городской застройки при градостроительном планировании с использованием технологий компьютерного моделирования // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2017. Т. 17, № 4. С. 21–27. DOI: 10.14529/build170403
20. Каранова В.В., Сокольская О.Н. Градостроительные и архитектурно-планировочные особенности проектирования застройки г. Новороссийска // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». 2022. № 1.
21. Wichink Kruit R.J., Holtslag A.A., Tjmm A.B.C. Scaling of the sea-breeze strength with observations in the Netherlands // Boundary-Layer Meteorology. 2004, vol. 112, no. 2, pp. 369–380. DOI: 10.1023/b:bo un.0000027904.18874.75
22. Особенности учета ветрового режима при проектировании жилой застройки в целях проветривания и ветрозащиты / В.Д. Оленьков, А.О. Колмогорова, И.И. Бараков и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2022. Т. 22, № 3. С. 14–23. DOI: 10.14529/build22030

References

1. Giasov A.I., Sokolskaya O.N. *Formirovanie gorodskoy zastroyki s uchetom ekologicheskikh faktorov atmosfery v zharkikh malovetrennykh i shtilevykh klimaticheskikh usloviyakh: monografiya* [Formation of urban development taking into account environmental factors of the atmospheric environment in hot, windy and calm climatic conditions: monograph]. Krasnodar, KubSTU, 2016. 140 p. (in Russ.)
2. Grimmond C.S.B. Progress in measuring and observing the urban atmosphere. *Theoretical and Applied Climatology*, 2006, vol. 84, no. 1–3, pp. 3–22.
3. Efimov V.V., Barabanov V.S., Krupin A.V. [Modeling of mesoscale features of atmospheric circulation in the Crimean region of the Black Sea]. *Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal* [Marine Hydrophysical Journal], 2012, no. 1, pp. 64–74. (in Russ.)
4. Efimov V.V., Anisimov A.E. [Climatic characteristics of wind field variability in the Black Sea region – numerical reanalysis of regional atmospheric circulation]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Fizika atmosfery i*

- okeana [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Physics of the Atmosphere and Ocean], 2011, no. 3 (47), pp. 380–392. (in Russ.)
5. Melnikov V.A., Moskalenko L.V., Kuzevanova N.I. [Climatic wave in Gelendzhik]. *Trudy Gosudarstvennogo okeanograficheskogo instituta* [GOIN, Proceedings of the State Oceanographic Institute, Research of Oceans and Seas], 2011, no. 213, pp. 45–56. (in Russ.)
6. Prikhodko I.A., Verbitskiy A.Yu., Sergeev A.E. [Analysis of climate change on the Black Sea coast of Russia]. *International Agricultural Journal* [International Agricultural Journal], 2022, no. 1, pp. 366–383. (in Russ.)
7. Robert H. Nelson. A Guide to wind and solar energy for architects and engineers. John Wiley & Sons, 2011.
8. Jae-Jin Kim, Jong-Jin Baik. A numerical study of the effects of ambient wind direction on flow and dispersion in urban street canyons using the RNG k-ε turbulence model. *Atmospheric Environment*, 2014, no. 38, pp. 3039–3048.
9. Moskalenko L.V., Melnikov V.A., Kuzevanova N.I. [Peculiarities of multiscale wind regime variability at coastal water area of the north-eastern Black sea]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series.], 2016, no. 1, pp. 74–86. (in Russ.)
10. Hang J., Sandberg M., Li Y. Effect of urban morphology on wind condition in idealized city models. *Atmospheric Environment*. 2009, vol. 43(4), pp. 869 – 878.
11. Kolbin D.S., Olenkov V.D. [Investigation of the wind regime for the purpose of aeration and wind protection of urban areas]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of Perm State Technical University. Construction and architecture], 2011, no. 1, pp. 36–39. (in Russ.)
12. Steyn D.G. Scaling the vertical structure of sea breezes revisited. *Boundary-Layer Meteorology*, 2003, vol. 107, no. 1, pp. 177–188. DOI: 10.1023/a:1021568117280
13. Giasov A.I., Tuskayeva ZR., Giasova I.V. [Using the features of a complex relief for the sustainable development of mountain territories]. *Ustoychivoe razvitie gornyykh territoriy* [Sustainable Development of Mountain Territories], 2018, vol. 10, no. 4 (38), pp. 558–565. (in Russ.)
14. Myagkov M.S., Gubernsky Yu.D., Konova L.I., Litskevich V.K. *Gorod, arkhitektura, chelovek i klimat* [City, architecture, man and climate]. Moscow, Architecture-S, 2007. 342 p. (in Russ.)
15. Bolshakov V.V. [Principles of urban ecology in territory planning]. *Arkitektura, gradostroitel'stvo i dizayn* [Architecture, Urban Planning and Design], 2019, no. 2 (20), pp. 10–16. (in Russ.)
16. Krushlinsky V.I. *Gorod, priroda i obshchestvo. Problemy vzaimodeystviya: monografiya* [City, nature and society. Problems of interaction: a monograph]. Krasnoyarsk, SFU, 2017. 166 p. (in Russ.)
17. Rizk A.A., Henze G.P. Improved airflow around multiple rows of buildings in hot arid climates // *Energy and Buildings*, 2010, vol. 42, no. 10, pp. 1711–1718. DOI: 10.1016/j.enbuild.2010.05.005
18. Zhou Y., Kijewski T., Kareem A. Aerodynamic loads on tall buildings: interactive database. *Journal of Structural Engineering*, 2004, vol. 129(3), pp. 394–404.
19. Olenkov V.D. [Consideration of the wind regime of urban development in urban planning using computer modeling technologies]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*, 2017, vol. 17, no. 4, pp. 21–27. (in Russ.) DOI: 10.14529/build170403
20. Karanova V.V., Sokolskaya O.N. [Town-planning and architectural-planning features of the design of buildings in Novorossiysk]. *Nauchno-obrazovatel'nyy zhurnal dlya studentov i prepodavateley "student"* [Scientific and Educational Journal for Students and Teachers "student"]. 2022, no. 1. (in Russ.)
21. Wichink Kruit R.J., Holtslag A.A., Tijn A. B.C. Scaling of the sea-breeze strength with observations in the Netherlands // *Boundary-Layer Meteorology*, 2004, vol. 112, no. 2, pp. 369–380. DOI: 10.1023/b:boun.0000027904.18874.75
22. Olenkov V.D., Kolmogorova A.O., Barakov I.I. et al. [Features of taking into account the wind regime in the design of residential buildings for ventilation and wind protection]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*, 2022, vol. 22, no. 3, pp. 14–23. (in Russ.) DOI: 10.14529/build22030

Информация об авторах:

Сокольская Оксана Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия; ons33@mail.ru

Будаков Роман Антонович, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия; budakov_02@mail.ru

Дубиненко Никита Александрович, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия; nikita-dubinenko@vandex.com

Information about the authors:

Oksana N. Sokolskaya, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings named after A.V. Titov; Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia; ons33@mail.ru

Roman A. Budakov, student of the Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings named after A.V. Titov; Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia; budakov_02@mail.ru

Nikita A. Dubinenko, student of the Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings named after A.V. Titov; Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia; nikita-dubinenko@yandex.com

Статья поступила в редакцию 10.02.2025, принята к публикации 17.02.2025.

The article was submitted 10.02.2025, approved after reviewing 17.02.2025.