

## АНАЛИЗ КЛИМАТА И УЧЕТ ЕГО ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ В Г.СИМФЕРОПОЛЬ

Казьмина<sup>1</sup> А.И., Родин<sup>2</sup> С.В., Богущкий<sup>3</sup> Ю.Г., Богущкая<sup>4</sup> А.Ю.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,  
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,  
г. Симферополь, ул. Киевская, 181

E-mail: <sup>1</sup>kazmina.albina@yandex.ru . <sup>2</sup>sv\_rodin@mail.ru ; <sup>3</sup>bogutskiyg@mail.ru ; <sup>4</sup>abogutskaya2004@mail.ru

**Аннотация.** Целью работы является разработка типологических рекомендаций к проектируемым зданиям в г.Симферополь на основе архитектурного анализа природно-климатических условий. Исследование требует детального изучения температурного режима, температурно-влажностного режима, температурно-ветрового режима, солнечной радиации и биоклиматической характеристики района строительства.

**Предмет исследования:** теплоощущения человека - на них оказывают влияние взаимодействие таких факторов как температура, солнечная радиация, влажность воздуха и скорость его перемещения. В зависимости от комбинации этих факторов теплоощущения человека могут меняться.

**Материалы и методы:** для решения поставленной цели были проанализированы значения: среднемесячной температуры наружного воздуха, относительной влажности, скорости и направления ветра, солнечной радиации. Для оценки влияния климата на организм человека рассчитывали эквивалентно-эффективную температуру и нормальную эквивалентную температуру. При построении графиков использовалось программное обеспечение AutoCAD и Microsoft Excel.

**Результаты:** проведенные исследования позволили определить границы зон комфорта, влияние климата г. Симферополь на организм человека.

**Выводы:** результаты анализа природно-климатических факторов позволяют определить типологические требования по выбору архитектурных решений: архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические средства регулирования микроклимата в застройке и зданиях для г.Симферополь с учетом его климата.

**Ключевые слова:** климат, архитектурный анализ, типология, теплоощущения, биоклиматические показатели.

### ВВЕДЕНИЕ

Характеристика и анализ климатических условий позволяет целенаправленно принимать архитектурно-строительные решения. Важной частью проектных решений является архитектурный анализ климата, который предусматривает характеристику климатических условий на основе санитарно-гигиенических и экологических требований к архитектурно-планировочным решениям, позволяет формировать специальные требования о типах застройки, ориентации помещений, объемно-планировочным компоновкам и др. К таким характеристикам относится, например, продолжительность типов погоды за год (в месяцах) по конкретному городу, индекс климатического района (биоклиматической зоны), среднемесячная температура, относительная влажность воздуха, солнечная радиация, скорость перемещения воздуха и др. Метод климатического анализа проводится для предотвращения нежелательных процессов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, что позволяет обеспечить комфорт и безопасность человека в среде обитания. Целью работы является разработка типологических рекомендаций на основе анализа и систематизация характеристик климатических условий для города Симферополь – столицы Республики Крым, в котором ведется массовое строительство жилых и общественных зданий и сооружений.

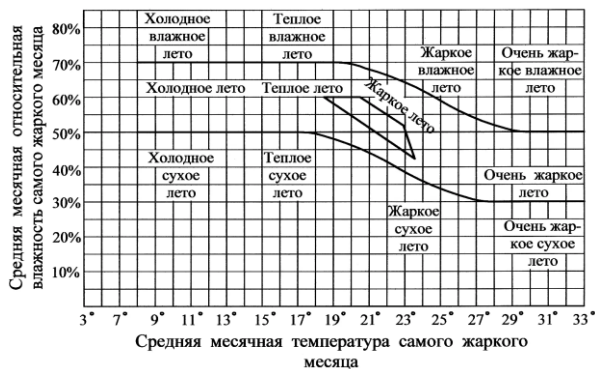
### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Для изучения данного вопроса были проанализированы материалы отечественных и зарубежных публикаций. В работах Лицкевича В.К. и др. [5], Мягкова М.С. и др. [6] рассматривается влияние природных и климатических факторов на организм человека, акцент в исследованиях сделан на изменении физиологических процессов терморегуляции и восприятия тепла в различных климатических условиях. В работах приводятся, также, данные по изучению изменения в восприятии тепла человеком под воздействием различных климатических факторов, как в естественной среде, так и в городской, при этом авторы используют для анализа, исчисление и данные по изучению биоклиматических показателей, приводимых в исследовании Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н. [8]. Вопросам анализа климатических факторов на территории Крымского полуострова и его побережья посвящены работы Горбунова Р.В., Горбунова Т.Ю., Дрыгваль А.В., Табунщик В.А., Дегтярева А.Х., Жук В.О., Ергина Е.И., Hentschel G. А и др. [2, 3, 4, 9, 10].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Характеристика ветрового режима местности может выражаться в виде розы ветров. Для этого делается построение восьми румбов, на которых откладываются значения скорости в м/с и повторяемости в %. Соединяя между собой точки скоростей получаем розу ветров, а значений повторяемости – розу повторяемости [6].

Для уточнения типов проветривания квартир на юге при комфортной, теплой и жаркой погоде рекомендуется учитывать температурно-влажностный режим. Анализ температурно-влажностного режима г. Симферополь выполнен на основе графика шаблона, разработанного В. Е. Кореньковым и Б. А. Маминайшвили, который позволяет сопоставить зоны оптимальной относительной влажности при данных температурах с ходом фактической влажности воздуха. На графике даны верхние и нижние критические значения относительной влажности, ограничивающие зону комфорта (рис. 1) [6].



**Рис. 1.** Исходный график для анализа температурно-влажностного режима

**Fig. 1.** Initial graph for temperature and humidity analysis

Для метода оценки биоклиматических показателей был выбран показатель эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ), учитывающий комплексное влияние на человека температуры, влажности воздуха и скорости ветра [8]. ЭЭТ представляет собой сочетание метеовеличин, производящее тот же тепловой эффект, как и при неподвижном насыщенном воздухе и определенной температуре. Расчеты ЭЭТ проводятся по формуле Ф.Миссенарда [10]:

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014f + \frac{1}{(1.76 + 1.4v^{0.75}) - 0.29t(1 - 0.001f)}}$$

где t - температура воздуха, °C; v - скорость ветра, м/с, f - относительная влажность, %.

Также применяется формула ЭЭТ Б.А. Айзенштата [1]:

$$ЭЭТ = t(1 - 0.003(100 - f)) - 0.385v^{0.59}((36.6 - t) + 0.622(v - 1)) + ((0.0015v + 0.008)(36.6 - t) - 0.0167)(100 - f)$$

Данные среднемесячной температуры, для города Симферополь приняты по СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология" [7]; скорости ветра на высоте 10 метров над земной поверхностью из архива доступных метеорологических станционных наблюдений за 2019-2023 гг., информация о которых взята на информационном портале 000 «Расписание погоды».

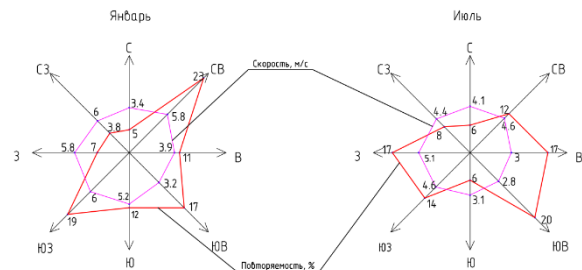
**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ**

Среднемесячные значения скорости и повторяемости ветра, суммарной солнечной радиации, температурно-влажностного режима, биоклиматического анализа представлены в таблицах 1, 2 и 5. По табличным значениям построена роза ветров для г. Симферополь (рис.2) и соответствующие графики (рис. 4, 5).

**Таблица 1.** Среднемесячные данные по скорости и повторяемости ветра в г. Симферополь.

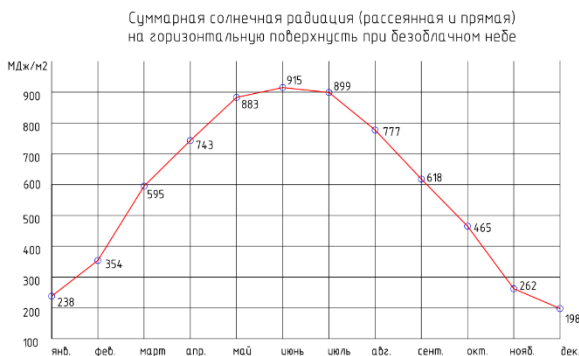
**Table 1.** Average monthly data on wind speed and frequency in Simferopol.

Направление	Повторяемость направлений ветра (первая строка), %, средняя скорость ветра по направлениям (вторая строка), м/с							Штиль, %	
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З		СЗ
Январь	5	23	11	17	12	19	7	6	15
	3,4	5,8	3,9	3,2	5,2	6	5,8	3,8	
Июль	6	12	17	20	6	14	17	8	13
	4,1	4,6	3	2,8	3,1	4,6	5,1	4,4	



**Рис. 2.** Роза ветров января и июля для г. Симферополь.

**Fig. 2.** The wind rose of January and July for Simferopol.



**Рис. 3.** График суммарной солнечной радиации (рассеянной и прямой) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе г. Симферополь.

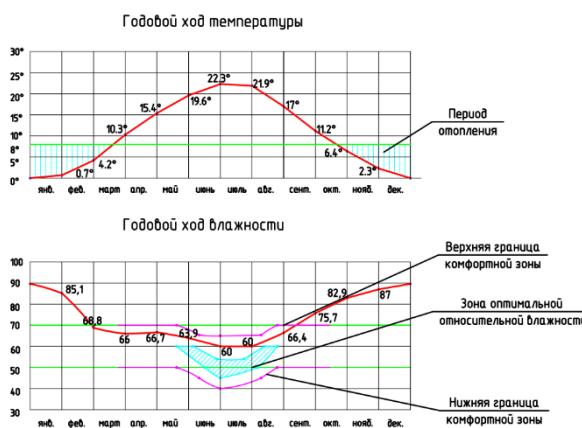
**Fig. 3.** Graph of total solar radiation (scattered and direct) on the horizontal surface under a cloudless sky Simferopol.

**Таблица 2.** Среднемесячная температура наружного воздуха и относительная влажность в г. Симферополь.

**Table 2.** Average monthly outside air temperature and relative humidity in Simferopol.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, °С.	0,0	0,7	4,2	10,3	15,4	19,6	22,3	21,9	17,0	11,2	6,4	2,3
Влажность, %	89,6	85,13	68,8	66,0	66,7	63,9	60,0	60,0	66,4	75,7	82,9	87,0

На первом графике показан годовой ход температуры, под ним расположен годовой ход относительной влажности, верхняя и нижняя границы комфортной зоны и зона оптимальной относительной влажности. На графике относительной влажности видно, что линия фактической относительной влажности с марта по сентябрь находится в зоне комфорта, но не проходит через зону оптимальной относительной влажности.



**Рис. 4.** График температурно влажностного режима г. Симферополь.

**Fig. 4.** Graph of temperature and humidity regime of Simferopol.

Летние месяцы можно охарактеризовать как жаркие, в г. Симферополе мы можем наблюдать комфортное сочетание относительной влажности и

температуры в течение периода с марта по сентябрь. Летние температуры (июль) в среднем составляют 22.3 °С, зимние (январь) 0.7 °С. Самая высокая температура летом была зафиксирована в 2010 году 8 августа +39,5 °С, а последний случай серьезных низких температур был отмечен в феврале 2012 года, температура в среднем составила -22 °С мороза. Расчет показателей биоклиматической комфортности климата

Самым важным показателем для проектирования являются теплоощущения человека. Климат воздействует на организм человека, это может быть, как положительным, так и отрицательным влиянием. Поэтому важно выполнять анализ природно-климатических факторов на основе биоклиматических критериев оценки среды строительства.

**Таблица 3.** Значения показателей теплоощущения человека для проектирования г. Симферополь за 2019-2023 года.

**Table 3.** Values of human heat perception indicators for the design of Simferopol for 2019-2023.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	1,9	2,1	2,3	2,1	2,0	2,1	1,9	2,1	2,2	1,7	2,1	1,8
2020	2,2	2,5	2,4	2,4	2,1	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	2,0
2021	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	1,8	2,1	1,7	1,9	2,1	1,9	2,0
2022	2,2	2,1	2,4	2,3	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,7
2023	1,8	2,5	2,2	2,0	2,1	1,8	1,9	2,0	2,2	1,9	2,6	2,1
среднее	2,04	2,26	2,28	2,16	2,06	1,91	1,94	1,92	2,0	1,84	2,06	1,92

**Таблица 4.** Классификация тепловой чувствительности по значениям ЭЭТ.

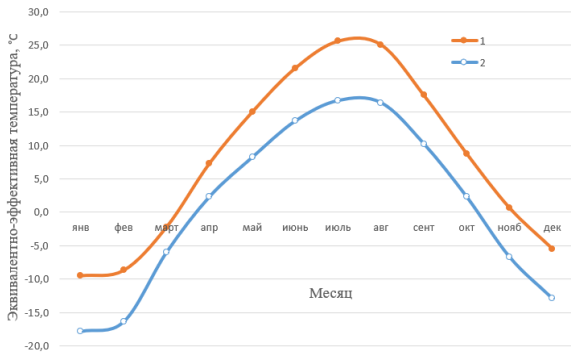
**Table 4.** Classification of Thermal Sensitivity by EET Values.

ET °С	Уровень комфорта
>30	Тепловая нагрузка сильная
24...30	Тепловая нагрузка умеренная
18...24	Комфортно – тепло
12...18	Комфорт (умеренно тепло)
6...12	Прохладно
0...6	Умеренно прохладно
-6...0	Очень прохладно
-6...-12	Умеренно холодно
-12...-18	Холодно
-18...-24	Очень холодно
< -24	Начинается угроза обморожения

**Таблица 5.** Среднемесячные значения эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, °С.

**Table 5.** Monthly average values of effective and equivalent-effective temperature, °C.

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А. Миссенарда	-9,5	-8,7	-2,2	7,3	15,	21,	25,	25,	17,	8,8	0,6	-5,5
Б.А. Айзенштата	-17,8	-16,3	-6,8	2,3	8,2	13,7	16,7	16,4	10,3	2,3	-6,7	-12,9



**Рис. 5.** График среднемесячных значений эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, °С.

**Fig. 5.** Graph of monthly average values of effective and equivalent-effective temperature, °C.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования позволили определить границы зон комфорта, влияние климата г. Симферополь на организм человека.
2. Результаты анализа природно-климатических факторов позволяют определить типологические требования по выбору архитектурных решений: архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические средства регулирования микроклимата в застройке и зданиях для г. Симферополь с учетом его климата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштат Б.А., Айзенштат Л.Б. Формула для расчета эквивалентно-эффективной температуры. - Вопросы биометеорологии, 1974, № 20(101), с. 81-83.
2. Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю., Дрыгваль А.В., Табунщик В.А. Изменение температуры воздуха в Крыму // Социально-экологические технологии. 2020. Т. 10. № 3. С. 370-383. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-370-383.
3. Дегтерев А.Х. — Изменение климата Крыма за последние десятилетия // Вопросы безопасности. - 2020. - № 2. DOI: 10.25136/2409-7543.2020.2.32821 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32821](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32821).
4. Жук В.О., Ергина Е.И. Анализ современной метеорологической ситуации в предгорном Крыму

// Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2018. Т. 4 (70). № 2. С. 227–241. [Zhuk V.O., Yergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of Crimea. Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadsskogo. Geografiya. Geologiya. 2018. Vol. 4 (70). No. 2. Pp. 227–241. (In Rus.)].

5. Лицкевич, В. К. Жилище и климат / В. К. Лицкевич. - Москва: Стройиздат, 1984. - 288 с.
6. Мягков М.С., Губернский Ю.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К. Город, архитектура, человек и климат. М Архитектура С 343 с.
7. Свод правил СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2020 г. N 859/пр).
8. Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н. Изменения комплексных биоклиматических показателей в Крыму с середины XX века // Экология человека. 2023. Т. 30, № 1. С. 65-77. DOI <https://doi.org/10.17816/humeco111767>.
9. Hentschel G. A human biometeorology classification of climate for large and local scales. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health. Leningrad, 1986. Vol. I. WCPA - No. 1, WMO.
10. Missenard F. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: Eneyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation. Librerie de l'Enseignement Technique. 1933. - P. 131-185.

## REFERENCES

1. Eizenstat B.A., Eizenstat L.B. Formula for calculating equivalent-effective temperature. - Problems of Biometeorology, 1974, № 20(101), pp. 81-83.
2. Gorbunov R.V., Gorbunova T.Yu., Drygval A.V., Tabunshchik V.A. Izmenenie temperaturea vozdukh v Krymu [Change of air temperature in Crimea]. 2020. T. 10. № 3. С. 370-383. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-370-383.
3. Degterev A.Kh. — Climate change in Crimea over the last decades. - 2020. - № 2. DOI: 10.25136/2409-7543.2020.2.32821 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=32821](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32821).
4. Zhuk V.O., Ergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of the Crimea. V.I. Vernadsky. Geography. Geology. 2018. T. 4 (70). № 2. Pp. 227–241. [Zhuk V.O., Yergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of Crimea. Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadsskogo. Geografiya. Geologiya. 2018. Vol. 4 (70). No. 2. Pp. 227–241. (In Rus.)].
5. Litskevich V. K. Zhilite i klimat [Housing and climate]. - Moscow: Stroyizdat, 1984. - 288 p. (in Russian).

6. Myagkov M.S., Gubernskiy Yu.D., Konova L.I., Litskevich V.K. Gorod, arkhitektura, chelovek i klimat [City, architecture, man and climate]. M Architecture S 343 p.

7. Code of Rules SP 131.13330.2020 "SNiP 23-01-99\* Stroitel'naya klimatologiya" (approved by the order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation dated December 24, 2020 N 859/pr).

8. Stefanovich A.A., Voskresenskaya E.N. Changes in complex bioclimatic indicators in Crimea since the

middle of the twentieth century. 2023. T. 30, N° 1. C. 65-77. DOI <https://doi.org/10.17816/humeco111767>.

9. Hentschel G. A human biometeorology classification of climate for large and local scales. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health. Leningrad, 1986. Vol. I. WCPA - No. 1, WMO.

10. Missenard F. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation. Librairie de l'Enseignement Technique. 1933. - P. 131-185.

## ANALYSIS OF THE CLIMATE AND TAKING INTO ACCOUNT ITS FEATURES IN THE DESIGN OF BUILDINGS IN SIMFEROPOL

Kazmina<sup>1</sup> A.I., Rodin<sup>2</sup> S.V., Bogutsky<sup>3</sup> Y.G., Bogutskaya<sup>4</sup> A.Y.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture"  
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493

E-mail: <sup>1</sup>kazmina.albina@yandex.ru; <sup>2</sup>sv\_rodin@mail.ru; <sup>3</sup>bogutskiyy@mail.ru; <sup>4</sup>abogutskaya2004@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the work is to develop typological recommendations for the designed buildings in Simferopol based on the architectural analysis of natural and climatic conditions. The study requires a detailed study of the temperature regime, temperature and humidity regime, temperature and wind regime, solar radiation and the bioclimatic characteristics of the construction area.

**Subject of the study:** Human heat sensations are influenced by the interaction of factors such as temperature, solar radiation, air humidity and the speed of its movement. Depending on the combination of these factors, a person's heat perception can vary.

**Materials and methods:** To achieve this goal, the following values were analyzed: average monthly outdoor temperature, relative humidity, wind speed and direction, and solar radiation. To assess the effect of climate on the human body, an equivalent-effective temperature and a normal equivalent temperature were calculated. AutoCAD and Microsoft Excel software were used to build the graphs.

**Results:** The conducted research allowed us to determine the boundaries of comfort zones, the influence of the Simferopol climate on the human body.

**Conclusions:** The results of the analysis of natural and climatic factors allow us to determine the typological requirements for the choice of architectural solutions: architectural planning, structural and engineering means of regulating the microclimate in buildings and buildings for Simferopol, taking into account its climate.

**Key words:** climate, architectural analysis, typology, heat perception, bioclimatic indicators..