

## НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОЛОГИИ



УДК 711.4.001.572

И.С. ШУКУРОВ, М. ПИРОВ

### ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЗАСТРОЙКИ ДОЛИННО-КОТЛОВИННОГО РЕЛЬЕФА ГОРОДА

Рассматривается ветровой режим городов, расположенных в долинно-котловинном рельефе, которые требуют особого подхода к проектированию жилой застройки с учетом застоя аэрационного режима.

Приводится классификация городов с характерными ландшафтными условиями. Важным в исследовании данной проблемы является выбор наиболее часто встречающихся форм рельефа городов.

Исследования в аэродинамической трубе позволяют получить достоверную информацию по оценке аэрационного режима пересеченного рельефа и разработать оптимальные мероприятия по оздоровлению окружающей среды на застраиваемых и реконструируемых жилых территориях.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** застройка, долинно-котловинный рельеф, ветровой режим, аэродинамическая труба, геометрическое подобие, схемы аэрации.

DOI 10.32683/0536-1052-2019-725-5-102-112

**Введение.** Архитектурно-планировочная организация пространства, размещение объектов жилой застройки в условиях горного, предгорного и горно-долинного рельефа требуют учета микроклиматических особенностей для обеспечения комфортных условий проживания.

Объяснение особенностей микроклимата – в данном случае сложный вопрос, поскольку речь идет о закономерностях многокомпонентной системы с очень большим числом степеней свободы, включающих такие параметры, как направление и скорость воздуха, температура окружающей среды, влажность, инсоляция и т.д.

Исторически сложилось, что многие города мира располагаются в долинах рек или связаны с горами. Можно выделить следующие характерные ландшафтные позиции:

- долинные – Париж, Багдад, Каир, Киев, Москва, Нижний Новгород, Ярославль и др.;
- пригорные – Стамбул, Шанхай, Токио, Анкара, Мумбай, Рио-де-Жанейро, Гавана, Сан-Франциско, Владивосток, Сочи, Севастополь и др.;
- предгорно-долинные – Пекин, Милан, Мюнхен, Самарканд, Ташкент, Ашхабад, Алматы, Владикавказ, Грозный и др.;
- долинно-котловинные («город-чаша»).

© Шукуров И.С., Пиров М., 2019

К городам, расположенным в условиях горной котловины («город-чаша»), можно отнести: Ереван, Кабул, Тегеран, Дамаск, Женева, Сана, Бишкек, Душанбе, Махачкала, Иерусалим, Чита и т.д. Они в силу своего орографического положения обладают жаркими маловетренными и штилевыми условиями проживания, что обуславливает экстремальные условия аэрации, которые усугубляются человеческой деятельностью.

Например, в Кабуле, Душанбе и Сане в среднем за год повторяемость ветра со скоростью до 1 м/с составляет от 55 до 69 %, причем в июле – сентябре эта повторяемость наибольшая (70–73 %). Преобладание слабых ветров в Кабуле ведет к большой повторяемости периодов застоя воздуха в приземном слое. В среднем за год отмечается 90 дней с застоем воздуха, когда в течение суток скорость ветра не превышает 1 м/с [1], а в Сане в среднем за год преобладание малых скоростей ветра – до 1 м/с около 40 % [2].

В Бишкеке из-за расположения города в полузамкнутой котловине ситуация сравнительно лучше, всего пятую часть времени в году занимают штили. Повторяемость штилей в течение года составляет 15–27 %, чаще всего штили наблюдаются в утренние часы (30–40 %). В среднем за год преобладают ветры малых скоростей – до 1,9 м/с, около 50 % времени отмечаются ветры менее 1 м/с [3].

Важным градостроительным вопросом, вытекающим из природно-климатических условий этих городов, является задача регулирования аэрационного режима, где наблюдается штилевой режим. Решение ее должно быть направлено на максимальное сохранение аэрационного потенциала и биоклиматической комфортности территории жилой застройки в жаркое время года.

Цель проведения испытаний: исследование ветровых воздействий для долинно-котловинного типа рельефа.

**Метод исследования.** С целью выявления оптимальных планировочных градостроительных решений было выполнено исследование аэрационного режима жилой застройки, находящейся в долинно-котловинном рельефе.

Аналитический метод исследования процесса циркуляции воздушных потоков на долинно-котловинных территориях имеет ограниченные возможности. Поэтому такие исследования обычно производятся экспериментальным путем на моделях, построенных на принципе геометрического и аэродинамического подобия.

Одна из основных и сложных задач в аэродинамических испытаниях – создание в аэродинамической трубе такого потока, который был бы подобен ветру в натуральных условиях.

Опыт исследователей показывает, что при выполнении экспериментальных исследований в аэродинамических трубах необходимо соблюдение геометрического, кинематического и динамического подобий.

Теория подобия утверждает, что при соблюдении равенства определяющих критериев в двух системах, неопределяющие критерии будут автоматически равны, а рассматриваемые процессы подобны между собой. Этот вывод имеет исключительно важное практическое значение.

Экспериментальные исследования, описанные в работе, относятся к свободному движению при стационарном режиме [4].

Определяющим критерием при этом движении будет критерий Грасгофа ( $Gr$ ), который имеет вид:

$$Cr = \frac{gl^3}{v^2 T} \Delta t, \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$l$  – характерный линейный размер, м;

$v$  – скорость, м/с;

$T = 273 + t$  – абсолютная температура в одной из точек, К;

$\Delta t$  – разность температуры в двух точках, °С.

Но определяющими критериями для свободного (конвективного) стационарного движения будут также критерии Рейнольдса (Re) и Архимеда (Ar).

Величина критерия Рейнольдса (Re) определяется из выражения

$$Re = vL\rho/\eta, \mu^2/c, \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость потока, м/с;

$L$  – характерная длина элемента потока, м;

$\eta$  – коэффициент динамической вязкости, н · с/м<sup>2</sup>.

Критерий Архимеда находится из соотношения

$$Ar = \frac{g \cdot l \cdot \Delta t}{v^2 T}. \quad (3)$$

Критерий Грасгофа (Gr) может быть получен путем перемножения критериев Ar и Re<sup>2</sup> с целью исключения неизвестной скорости  $v$ :

$$Gr = ArRe^2 = \frac{g \cdot l \cdot \Delta t}{v^2 T} \cdot \frac{v^2 \cdot l^2}{v^2} = \frac{g \cdot l^3 \cdot \Delta t}{v^2 T}. \quad (4)$$

Для решения практических задач используется метод приближенного моделирования, который основан на особых свойствах движения всякого газа: стабильности и автомодельности [5].

*Стабильность* – свойства вязкого воздуха при движении принимать вполне определенное распределение скоростей. Это распределение зависит от числа Рейнольдса (Re). Если все эти факторы для двух систем тождественны, то распределение скоростей получается подобным.

Под *автомодельностью* понимается независимость характера движения от определяющего процесс критерия. Так, например, начиная с определенного значения числа Re распределение скоростей остается постоянным. Для обеспечения двух систем в области автомодельности не требуется соблюдения равенства критериев Re, что значительно облегчает постановку эксперимента [6, 7].

Обязательным в аэродинамических экспериментах является геометрическое подобие [1, 5]. Обозначив характерные линейные размеры в натуре  $L_M$  и  $L_H$  и на моделях, получим значения относительных координат:

$$\bar{x} = \frac{x_H}{L_H} = \frac{x_M}{L_M}; \quad \bar{y} = \frac{y_H}{L_H} = \frac{y_M}{L_M}; \quad \bar{z} = \frac{z_H}{L_H} = \frac{z_M}{L_M}. \quad (5)$$

Эти уравнения являются условием геометрического подобия аэродинамических экспериментов, которое обеспечивается точным изготовлением модели в определенном масштабе. Масштаб моделей 1 : 4000.

Приняв характерные скорости воздушного потока для природы  $v_{con}$  и для модели  $v_{com}$ , получим относительные компоненты скорости для природы и для модели:

$$\bar{v} = \frac{v_H}{v_{con}} = \frac{v_M}{v_{com}}. \quad (6)$$

Это уравнение является условием кинематического подобия набегающих потоков.

Динамическое подобие моделируемого воздушного потока натурному обеспечивается подобием структуры турбулентности, характеризуемой скоростью диссипации турбулентной энергии, а также равенством турбулентных чисел Рейнольдса:

$$\varepsilon_M = \varepsilon_H, \quad (7)$$

$$Re_M = Re_H. \quad (8)$$

Выбор скорости набегающего воздушного потока в аэродинамической трубе осуществлен на основе формул (7), (8):

$$\frac{v_{com}}{v_{con}} = \left( \frac{\varepsilon_M}{\varepsilon_H} \right)^{\frac{1}{3}} \left( \frac{L_M}{L_H} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (9)$$

С учетом равенства (9) получаем

$$v_{\infty M} = v_{\infty H} \left( \frac{L_M}{L_H} \right)^{\frac{1}{3}}. \quad (10)$$

Эксперименты проводились в учебно-научно-производственной лаборатории по аэродинамическим и аэроакустическим испытаниям строительных конструкций НИУ МГСУ (рис. 1, 2).

Технические характеристики аэродинамической трубы приведены в табл. 1.

Создан макет для проведения экспериментальных исследований в аэродинамической трубе (масштаб 1 : 4000).

**Таблица 1. Технические характеристики экспериментальных установок**

<i>PIV лазер с высокой энергией импульса</i>	
Длина волны используемого излучения	532 нм
Максимальная частота повторения импульсов	15 Гц
Максимальная энергия импульса	200 мДж
Длительность импульса	6–9 нс
<i>Высокоскоростная видеокамера (рис. 2)</i>	
Разрешение	2000 × 2000 пикселей
Скорость съемки при разрешении 4Мп	1250 кадр./с
Скорость съемки при разрешении 1Мп	4500 кадр./с
Минимальный межкадровый интервал (dt)	3,15 мкс



Рис. 1. Автоматический лабораторный комплекс для исследований в аэродинамической трубе AeroLab



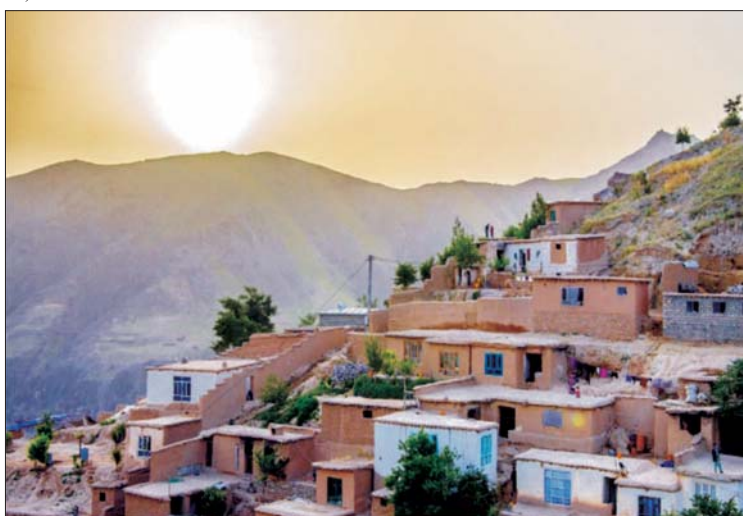
Рис. 2. Высокоскоростные камеры PIV системы

В качестве трассеров для PIV системы в проводимых опытах использовалась специальная жидкость (синтетическое масло), которая имеет химическую формулу  $C_{26}H_{50}O_4$ . Установка, включающая компрессор и насадки, распыляет жидкость до размера частиц, равных примерно 1000 нм.

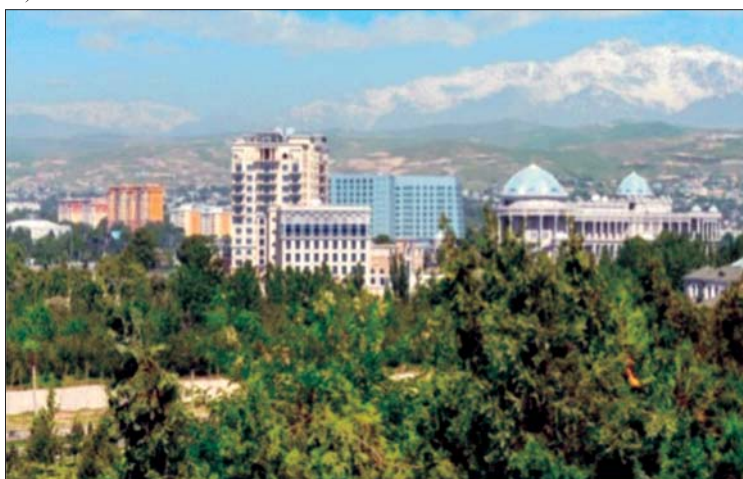
Для экспериментального испытания были взяты города с характерными рельефами, например, «город-чаша», окруженные горным рельефом (рис. 3) [8].

Для обеспечения сопоставимости результатов моделирования «продуваемые» рельефы были выбраны одинаковой высоты – 120 м. Во всех вари-

а)



б)



*Рис. 3. «Город-чаша» Кабул (а), Душанбе (б)*

антах размеры моделируемой территории застройки составляют  $740 \times 740$  м, количество точек замеров параметров, т.е. расчетных точек, – 20.

Полученные результаты были оформлены графическим или табличным способом. На основе полученных данных построены эпюры и графики, совмещающие результаты исходных (по результатам натуральных наблюдений) и проведенных экспериментальных исследований.

Проводились два типа исследований:

1) с использованием измерительной системы, включающей дифференциальные датчики давления и программное обеспечение, созданное на основе графической среды LabView;

2) с использованием лазерной системы цифровой трассерной визуализации с разрешением по времени LaVision FlowMaster HighSpeed (Time Resolved) PIV.

*Результаты первого типа испытаний:* определение средних составляющих давления ветра в контрольных точках на поверхности макета.

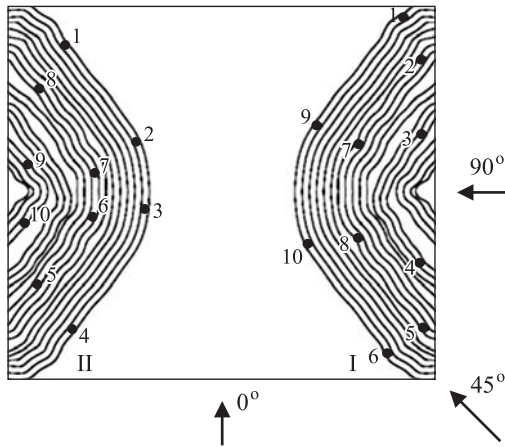


Рис. 4. Расположение дренажных точек на макете

В процессе проведения дренажных испытаний для «продуваемых» рельефов определены средние и пиковые значения аэродинамического коэффициента  $C_p$  в контрольных точках на поверхности макета (рис. 4).

Способность застройки за счет своей структуры модифицировать поле ветра оценивалась путем моделирования деформации воздушного потока (динамической конвекции). Было выполнено моделирование аэродинамической ситуации и рассчитывались поля скоростей ветра при трех его направлениях с учетом угла атаки: параллельно линиям застройки –  $0^\circ$ , под углом  $45^\circ$  и под углом  $90^\circ$  к ним [5, 9].

Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Средние значения аэродинамического коэффициента  $C_p$ ,  $^\circ V$ , м/с

90 / 24,7	90 / 16,5	90 / 7,7	45 / 24,7	45 / 16,5	45 / 7,7	0 / 24,7	0 / 16,5	0 / 7,7
-0,69	-0,68	-1,04	-0,50	-0,51	-0,97	-0,13	-0,05	-0,16
-0,74	-0,75	-1,12	-0,96	-0,95	-1,45	0,70	0,70	0,51
-0,82	-0,83	-1,24	-1,79	-1,77	-2,75	-0,66	-0,57	-0,63
-0,97	-0,97	-1,38	-0,78	-0,75	-1,25	0,84	0,85	0,88
-1,00	-0,98	-1,37	-1,24	-1,20	-1,73	0,74	0,73	0,77
-0,98	-0,98	-1,40	-0,42	-0,37	-0,69	0,69	0,68	0,81
-0,85	-0,86	-1,25	-0,34	-0,33	-0,74	-0,30	-0,26	-0,51
-1,00	-1,01	-1,45	-0,15	-0,14	-0,55	0,78	0,78	0,86
-0,85	-0,85	-1,28	-0,17	-0,20	-0,67	-0,18	-0,11	-0,31
-1,03	-1,04	-1,47	0,29	0,28	-0,02	0,49	0,53	0,56
-0,50	-0,51	-0,89	0,08	0,05	-0,36	-0,22	-0,21	-0,35
-0,31	-0,34	-0,76	0,53	0,53	0,20	0,31	0,36	0,34
-0,10	-0,11	-0,41	0,50	0,50	0,17	0,40	0,44	0,45
0,04	0,04	-0,30	0,54	0,51	0,19	0,42	0,45	0,45
0,29	0,29	0,00	0,53	0,51	0,16	0,41	0,45	0,46
0,09	0,08	-0,19	0,70	0,69	0,40	0,47	0,50	0,51
-0,17	-0,19	-0,52	0,48	0,48	0,15	-0,24	-0,15	-0,15
-0,32	-0,33	-0,68	-0,21	-0,23	-0,62	-0,36	-0,33	-0,41
-0,20	-0,21	-0,54	-0,33	-0,51	-1,30	-1,16	-1,16	-1,29
0,07	0,07	-0,17	0,69	0,67	0,39	0,84	0,85	0,90

Таблица 3. Средние значения скорости потока, °/V, м/с

90 / 24,7	90 / 16,5	90 / 7,7	45 / 24,7	45 / 16,5	45 / 7,7	0 / 24,7	0 / 16,5	0 / 7,7
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	20,7	13,8	5,5
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	22,7	15,2	7,2
–	–	–	–	–	–	21,3	14,1	6,7
–	–	–	–	–	–	20,5	13,6	6,9
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	21,8	14,6	7,1
–	–	–	13,3	–	–	–	–	–
–	–	–	7,0	8,8	1,2	17,3	12,0	5,8
–	–	–	18,0	3,8	–	–	–	–
–	–	–	17,4	12,0	3,8	13,7	9,8	4,5
–	–	–	18,1	11,6	3,6	15,6	10,9	5,1
5,1	3,2	–	18,0	11,8	3,7	15,9	11,0	5,2
13,2	8,9	1,2	20,7	11,7	3,4	15,8	11,1	5,2
7,1	4,6	–	17,1	13,7	5,1	17,0	11,7	5,5
–	–	–	–	11,4	3,4	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–
6,5	4,3	–	27,4	13,5	5,0	22,6	15,2	7,3

Полученные данные характеризуют изменения скорости воздушного потока.

*Результаты второго типа испытаний:* в процессе визуализации и обработки серии из 1000 кадров определено поле осредненных значений скорости.

Анализ данных показал, что в центральной части города возмущения воздушных потоков значительно снижают уровень ветровой комфортности и в целом территория города имеет наименее благоприятный ветровой режим.

Таким образом, для улучшения воздухообмена между городом и пригородной территорией целесообразно при строительстве оставлять пространства малоэтажной низкоплотной застройки для свободного перемещения воздуха в нужном направлении [10–12].

Это положение в «городе-чаше» может быть реализовано за счет разной высотности его периферийной застройки. Со стороны пригородной зоны следует уменьшать высоту застройки, а с противоположной ей стороны увеличивать, что обеспечит максимальный охват территории города свежим пригородным «бризом».

**Выводы.** Анализ полученных результатов и изображений позволяет определить пространственное распределение направлений и скорости ветра в долинно-котловинном рельефе. Видно, что рельеф снижает среднюю ско-



рость аэрационного потока до 25–50 % от исходной. Это снижение находится примерно на одинаковом уровне по всему треку воздушного потока через котловинную часть рельефа. Есть очевидные различия в скорости ветра в нижней части «чаши» и над ней.

Методологические основы данной работы позволят получить достоверную информацию по оценке аэрационного режима застройки и разработать оптимальные мероприятия по оздоровлению окружающей среды на территориях, а также детально описывать и прогнозировать формирование аэрационного режима застройки. Это относится и к отдельно стоящему зданию, и к обособленно расположенным группам зданий, а также к отдельным зданиям-комплексам, заблокированным из большого числа секций переменной этажности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шукуров И.С., Пайкан Вахид. Особенности аэрационного режима городов Афганистана // Науч. обозрение. 2017. № 4. С. 52–56.
2. Шукуров И.С., Пайкан Вахид, Бекназаров М. Ветровой режим жилой застройки котловинного рельефа Кабула // Бюл. строит. техники (БСТ). 2018. № 3. С. 56–58.
3. Шукуров И.С., Пайкан Вахид, Оленьков В.Д., Аманов Р.М. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима воздуха // Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 41–44.
4. Маминашвили Б.А. Опыт проектирования и строительства жилых районов в условиях сложного рельефа. Обзор ЦНТИ. М., 1974. 38 с.
5. Шукуров И.С., Хонгорова И.В. Теплофизическое моделирование в градостроительстве // Вестн. МГСУ. 2012. № 1. С. 67–73.
6. Miller C.A., Davenport A.G. Guidelines for the calculation of wind speed-ups in complex terrain // J. of wind engineering and industrial aerodynamics. 1998. Vol. 74–76. P. 189–197.
7. Hang J., Sandberg M., Li Y. Effect of urban morphology on wind condition in idealized city models // Atmospheric environment. 2009. Vol. 43(4). P. 869–878.
8. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // АМГТ. 2014. № 1 (26). С. 3–14.
9. Мягков М.С. Пример моделирования микроклиматических условий для г. Волгограда // Вестн. ВолгГАСУ. 2013. Вып. 32(51). С. 220–228.
10. Носкова Е.В. Многолетние изменения повторяемости направлений ветра и штиля в Забайкальском крае // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Региональные проблемы водопользования в изменяющихся климатических условиях». Уфа, 2014. С. 168–171.
11. Машкова Г.А. Формирование застройки в условиях пересеченного рельефа // Жил. стр-во. 1970. № 5.
12. Oke T.R. Boundary layer climates. London: Routledge, 1999. 435 p.

**Шукуров Ильхомжон Садриевич**, д-р техн. наук, проф.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

**Пиров Мустахим**, асп.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Получено после доработки 19.04.2019

**Shukurov Il'khomzhon Sadrievich**, DSc, Professor

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia

**Pirov Mustakim**, Post-graduate Student

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia

## **FEATURES OF THE MICROCLIMATIC MODE OF THE DEVELOPMENT IN THE VALLEY KOTLOVINNY RELIEF OF THE CITY**

The article deals with the city's wind regime, the location in the valley the relief of the basin, which require a special approach to the design of residential development considering the stagnation of the aeration regime. The classification of cities with characteristic landscape conditions is given. Important to the study of this problem is the choice of the most common form of urban relief.

Research in a wind tunnel allows you to get reliable information on the assessment of the aeration regime of rugged relief and to develop optimal measures for improving the environment in built-up and reconstructed residential areas.

**Key words:** building, valley-relief, wind mode, wind tunnel, geometric similarity, aeration schemes.

### **REFERENCES**

1. Shukurov I.S., Paykan Vakhid. Osobennosti aeratsionnogo rezhima gorodov Afganistana [Feature of aeration regime of cities in Afghanistan]. Nauchnoye obozreniye [Scientific review]. 2017. No. 4. Pp. 52–56. (in Russian)
2. Shukurov I.S., Paykan Vakhid, Beknazarov M. Vetrovoy rezhim zhilyh zastroyki kotlovinnogo rel'yefa Kabula [The wind regime residential development basin topography of Kabul]. Byulleten' stroitel'noy tekhniki (BST) [Bulletin of construction machinery]. 2018. No. 3. Pp. 56–58. (in Russian)
3. Shukurov I.S., Paykan Vakhid, Olen'kov V.D., Amanov R.M. Obespecheniye ekologicheskoy bezopasnosti gorodov s uchetom aeratsionnogo rezhima vozdukh [Ensuring environmental safety of cities taking into account the aeration regime of air]. Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova [Bulletin of BSTU]. 2017. No. 5. Pp. 41–44. (in Russian)
4. Maminashvili B.A. Opyt proyektirovaniya i stroitel'stva zhilykh rayonov v usloviyakh slozhnogo rel'yefa. Obzor TSNTI [Experience in the design and construction of residential areas in difficult terrain. Overview of STIC]. Moscow, 1974. 38 p. (in Russian)
5. Shukurov I.S., Khongorova I.V. Teplofizicheskoye modelirovaniye v gradostroitel'stve [Thermophysical modeling in urban planning]. Vestnik MGSU [Bulletin of MSUCE]. 2012. No. 1. Pp. 67–73. (in Russian)
6. Miller C.A., Davenport A.G. Guidelines for the calculation of wind speed-ups in complex terrain. J. of wind engineering and industrial aerodynamics. 1998. Vol. 74–76. Pp. 189–197.
7. 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.
8. Myagkov M.S., Alekseeva L.I. Osobennosti vetrovogo rezhima tipovykh form gorodskoy zastroyki [Features of the wind regime of typical forms of urban development]. AMIT [AMIT]. 2014. No. 1 (26). Pp. 3–14. (in Russian)
9. Myagkov M.S. Primer modelirovaniya mikroklmaticheskikh usloviy dlya g. Volgograda [An example of modeling of microclimatic conditions for Volgograd]. Vestnik VolgGASU [Herald of VolgSUACE]. 2013. Issue. 32(51). Pp. 220–228. (in Russian)

10. N o s k o v a E.V. Mnogoletniye izmeneniya povtoryayemosti napravleniy vetra i shtilya v Zabaykal'skom kraye [Long-term changes in the frequency of wind and calm in the Transbaikal territory]. Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Regional'nyye problemy vodopol'zovaniya v izmenyayushchikhsya klimaticheskikh usloviyakh» [Materials of the international scientific and practical conference «Regional problems of water use in changing climatic conditions»]. Ufa, 2014. Pp. 168–171. (in Russian)
  11. M a s h k o v a G.A. Formirovaniye zastroyki v usloviyakh peresechennogo rel'yefa [Building formation in the conditions of the crossed relief]. Zhilishchnoye stroitel'stvo [Housing construction]. 1970. No. 5. (in Russian)
  12. O k e T.R. Boundary layer climates. London, Routledge, 1999. 435 p.
-