

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И КУЛЬТУРНЫХ ФУНКЦИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ТАШКЕНТА

Харитонов Т.И., Мерекалова К.А., Тихонов А.С., Анзорова М.А.,
Андреев Р.А., Новиков А.Д., Шилков К., Кондратин Г.Д.,
Петричко Б.Е., Сафаров Э.Д.**, Хайитмуродов А.О.**,
Мингалиев Р.О.***

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
кафедра физической географии и ландшафтоведения,
* кафедра социально-экономической географии России,
** Факультет географии и природных ресурсов,
Национальный университет Узбекистана*

Ташкент – столица Узбекистана, город-миллионник и активно развивающийся промышленный, научный и культурный центр Среднеазиатского региона. Увеличение численности населения, которая в 2021 г. составило 2 694,4 тыс. человек, рост инвестиций, особенно в строительный сектор, развитие международного туризма определяют расширение, модернизацию и перестройку города. Несмотря на свою более чем двухтысячелетнюю историю, в Ташкенте мало исторических памятников, так как город неоднократно разрушался землетрясениями, последнее из которых было в 1966 г. Тем не менее исторический облик города сохраняется в характере его застройки – путаной системе улиц узбекских кварталов-махаллей, занимающих центральную и северо-западную часть города, и регулярном, лучевом плане юго-восточной, русской части города. После разрушений 1966 г. в городе появилось много «советских» кварталов с 3–4-этажными сейсмоустойчивыми типовыми домами. Современное строительство идет в двух направлениях – с одной стороны, возводятся новые многоэтажные жилые массивы и бизнес-центры, с другой – происходит возобновление малоэтажной застройки по типу махаллей, но уже с регулярной сетью улиц. При дефиците территориальных ресурсов и активном росте численности населения традиционные махалля постепенно уступают место новым кварталам. Можно предполагать, что традиционная

застройка была максимально адаптирована к сложным природным условиям Ташкента – жаркому климату, сейсмической опасности, структурной неустойчивости лессовых отложений, – и ее смена приведет к ухудшению экологической обстановки в городе. Кроме этого, махалля формируют специфическую социальную среду, а также являются важным аттрактором для туристов, и их утрата может стать невосполнимой для общества. Для проверки данной гипотезы зимняя научно-исследовательская экспедиция кафедры физической географии и ландшафтоведения поставила своей целью оценить и сравнить ландшафтно-экологические и культурные функций исторической малоэтажной застройки (махалля) и многоэтажных микрорайонов конца XX – начала XXI в. На основании анализа природных условий в городе в качестве наиболее важных определены функции регулирования климата и поверхностного стока.

Характеристика территории исследования. В пределах города четко выражены два генетических и гипсометрических уровня рельефа: нижний, представляющий собой часть обширной долины реки Чирчик, и верхний, являющийся частью лессовой подгорной равнины. Нахождение Ташкента на стыке тектонических структур определяет высокую сейсмичность территории, большую амплитуду неотектонических движений и, таким образом, активную глубинную эрозию водотоков с большой живой силой – реки накапливают инстративный аллювий. Значительную роль в преобразовании геолого-геоморфологического строения Ташкента сыграла постройка множества оросительных каналов (Салар, Бурджар, Бозсу, Карасу и др.), успевших на протяжении сотен лет выработать свои долины и накопить толщу аллювия.

В Узбекистане за период наблюдений с 1901 года было зарегистрировано свыше 500 землетрясений с магнитудой выше 5. Ташкент можно поделить на две зоны с сейсмичностью 8 и 9 баллов, которые распределены по городу неравномерно, соответственно все сооружения должны удовлетворять критериям устойчивости для землетрясений магнитудой до 9 баллов.

Прочие опасные процессы практически полностью связаны с воздействием хозяйственной деятельности на лессовые грунты Ташкента. В городе выражены оползневые процессы, эрозия, сели,

просадки и потеря прочности грунтов, подтопление грунтовыми водами и локальное заболачивание [1]. Эти процессы усиливаются повышением уровня грунтовых вод на высоту до 2–7 м, связанным с нарушением естественного дренажа на застроенных территориях.

Климат Ташкента – резко континентальный. Среднегодовая температура составляет 14,8°C. По данным Worldclim.org [2] в январе температура варьирует от –0,1°C на северо-западной окраине города до 1,3°C в центре города, что свидетельствует о наличии городского острова тепла, мощность которого зимой составляет 0,9–1,4°C. Средняя температура в июле меняется от 26,6°C на окраине до 28,2°C в центре города. Мощность городского острова тепла летом возрастает до 1,5–1,7°C, но при этом сам остров уменьшается в размерах и смещается к югу в сторону аэропорта им. Ислама Каримова. Среднегодовое количество осадков возрастает по мере движения с юго-запада на северо-восток в сторону гор от 393 мм до 520 мм (в среднем 440 мм). Больше всего осадков выпадает в марте-апреле (58–75 мм), период с июня по сентябрь засушливый, осадки августа составляют 2–4 мм. Дефицит увлажнения усугубляется высокими значениями испаряемости – 1690–1760 мм в год.

Зональные почвы территории Ташкента – сероземы, зональная растительность – полынно-солянковые и эфемеровые пустыни. За счет сложной системы арыков и капельного орошения в городе развита древесная растительность. В ходе полевых исследований были описаны туя, дуб, сосна крымская, каштан, вяз, платан восточный, бересклет, клен широколистный, альбиция, а также встречены, но не определены многие другие виды деревьев и кустарников. Размещение зеленых массивов в городе неравномерно. Больше всего парковых зон с густым древесным покровом в центральных частях города – вдоль крупных каналов и в парадных районах – сквере Амира Темура, Ташкент-сити и других. В районах махаллей крупные массивы зеленых насаждений встречаются редко – в основном это сады на придомовых участках, либо насаждения вдоль дорог. Лучше озеленены «советские» жилые кварталы, где доля только древесных насаждений составляет в среднем 6%. Новые районы с многоэтажной застройкой также озеленены в среднем лучше, чем новые малоэтажные.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на 27 участках площадью 1 км², относительно равномерно распределенных

по городу и отражающих разнообразие ландшафтных условий и застройки. Из 27 участков 10 расположены на низменной аллювиальной равнине, 17 на возвышенной лессовой; в пределах малоэтажной традиционной застройки находятся 13 участков, в многоэтажной жилой и деловой – 14 участков (рис. 1).

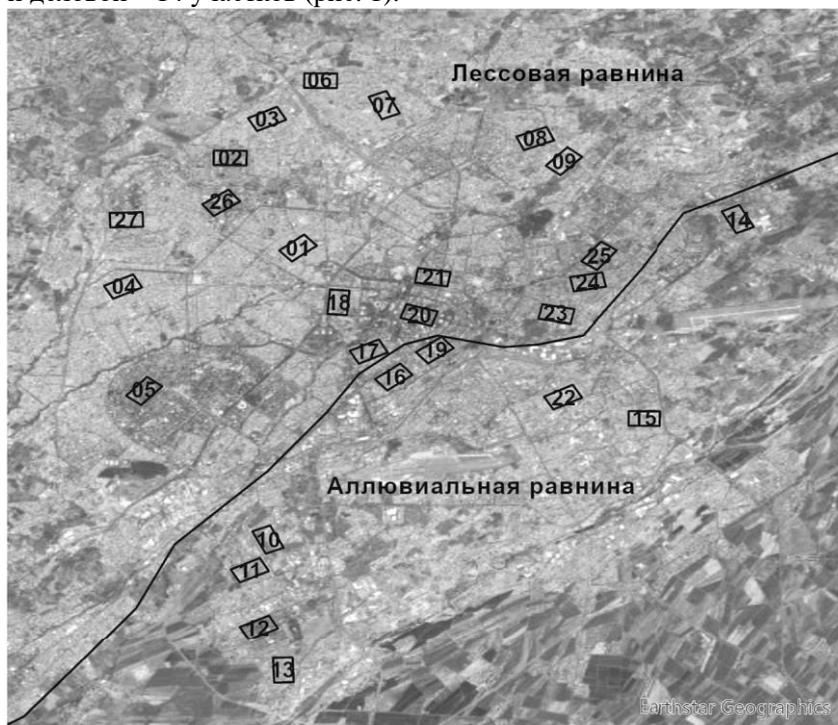


Рисунок 1 – г. Ташкент. Расположение ключевых участков

В ходе *полевых исследований* выполнялась фотофиксация участка и его ландшафтное описание, которое включало характеристику рельефа, отложений, экзогенных процессов, растительности, плотности и характера застройки, оценивалась эстетическая привлекательность квартала. Одновременно проводился социологический опрос местных жителей, который служил дополнительным источником информации об опасных природных процессах, экологической обстановке, источниках загрязнения, а также о культурной и социальной ценности кварталов. В

ходе исследования каждого участка было опрошено 10–20 респондентов. По итогам экспедиции была составлена база данных.

Важную часть в проведении исследования городских ландшафтов Ташкента играли *дистанционные методы*. Карта ландшафтного покрова с пространственным разрешением 10 м была создана на основании анализа и классификации с обучением 6 отобранных снимков Sentinel-2 на период с апреля по декабрь 2021 г [3]. На карте выделены следующие классы покрова: водные объекты, древесная растительность, травяная растительность, сельскохозяйственные земли, запечатанные (застроенные) поверхности и открытый грунт.

Для оценки ландшафтно-экологических функций регулирования климата и стока использованы модели, представленные в ПО «InVEST» Стэнфордского университета [4]. Для расчета поверхностного стока и удержания влаги в ландшафтах в качестве входных данных используются карта классов ландшафтного покрова, растровые данные количества осадков за год, гидрологических типов почв (по американской классификации), табличные данные, приводящие в соответствие значения коэффициента стока для каждого типа почв классам ландшафтного покрова. Для уточнения коэффициентов стока используются векторные линейные данные о дорожной сети. Результат работы алгоритма – привязанные в системе координат растровые изображения, сохраняющие пространственное разрешение классифицированного изображения, каждой ячейке которых присвоены значения поверхностного стока (VRU) и удержания воды (VRE).

Расчет охлаждающей способности территории проводится также на основе карты классов ландшафтного покрова, а также растровых данных по фоновой испаряемости, табличных данных значений альbedo, затеняющей способности, коэффициента испаряемости растительности (коэффициент культуры) для каждого класса ландшафтного покрова. Результатом моделирования являются растровые изображения средней температуры и индекса компенсации городского тепла (HMi) в каждом пикселе. При моделировании рассмотрены два сценария: в первом сценарии ландшафтный покров города Ташкента рассматривается в его текущем состоянии, во втором варианте моделируется ситуация, при которой районы махаллей застраиваются многоэтажными домами. Технически была создана измененная классификация ландшафтного

покрова этих районов. Процесс моделирования был проведен еще раз и получены растры, демонстрирующие разницу между двумя сценариями.

Для территории исследуемых участков в программе Fragstats [5] проведены расчеты ландшафтных метрик – доли площади, занимаемой пикселями каждого класса, степени агрегации пикселей каждого класса в группы, площади самой крупной группы, индекса ландшафтного разнообразия Шеннона внутри участка. Ландшафтные метрики сопоставлены с регулирующими экологическими функциями в целом для города и отдельно для лессовых и аллювиальных равнин, отдельно для махаллей и многоэтажных кварталов.

Оценка культурных функций проведена на основании социологического опроса местных жителей. Так как на некоторые вопросы были получены равнозначные ответы в большинстве районов (например, более 80% респондентов высоко оценивают свой район и ассоциируют себя с ним), то для оценки выбраны только те критерии, которые показали максимальное разнообразие между районами: 1) Уровень развития социальных коммуникаций; 2) Насыщенность общественными местами; 3) Эстетическая оценка района; 4) Степень престижности района.

Всего в опросе участвовало 135 респондентов, что несколько ниже статически значимой выборки, но дает представление об общих тенденциях в восприятии жителями своих районов.

Результаты. Регулирование климата. Средние температуры в кварталах махаллей в целом выше, чем в кварталах с многоэтажной застройкой, что связано с различиями в доле зеленых насаждений и плотности застройки (табл. 1, рис. 2). Кварталы современной застройки заметно более озеленены и, что самое важное для регулирования климата, в них возрастает доля именно древесных насаждений: в кварталах махаллей доля деревьев составляет в среднем 1,2%, в многоэтажных кварталах – 8,8%. Также нагрев поверхности зависит от соотношения площадей застроенных и зеленых территорий. В махаллях индекс агрегированности застроенных участков составляет 87 против 78 в многоэтажных кварталах, а индекс агрегированности зеленых насаждений, наоборот, ниже – 48 и 62 соответственно. То есть техногенное вещество создает большее поле тепла, а древесные насаждения, способные формировать более прохладный микроклимат,

наоборот, в махаллях сильно фрагментированы. Ландшафтное положение сказывается в снижении температуры во всех кварталах, расположенных на низменной аллювиальной равнине, по сравнению с возвышенной лессовой (табл. 1).

При рассмотрении сценария, при котором районы махаллей будут трансформированы в многоэтажные кварталы, выяснено, что уровень компенсации городского острова тепла в целом вырастает и температура снижается, особенно в северо-западной (возвышенной) части города. Исходя из результатов моделирования, уровень снижения температуры на данной территории доходит до 1,4°C.

Регулирование стока. Проведенное моделирование стокорегулирующей функции городских ландшафтов показало неравномерное распределение показателей поверхностного стока и удержания влаги за счет инфильтрации. Так как модель основана на учете свойств различных классов ландшафтного покрова, гидрологических свойств почв по классификации американского Минсельхоза, а также годового слоя осадков, можно заключить, что наибольшее влияние оказывает дифференциация классов ландшафтного покрова, характеризуемых различными коэффициентами стока.

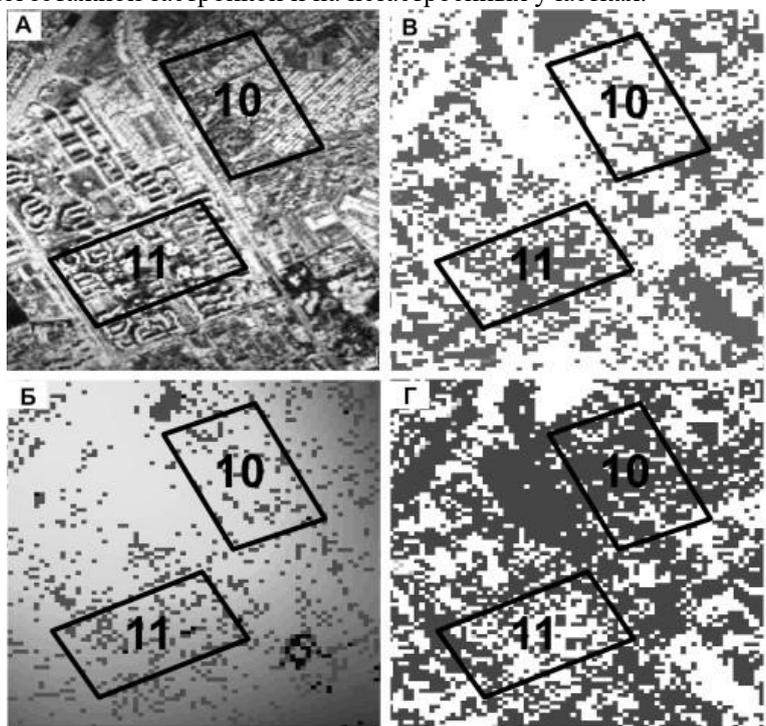
В целом прослеживается ряд закономерностей: высокие значения удержания стока приурочены к жилым многоэтажным массивам (например, Юнусабад, Чиланзар, низменные массивы Сергели), а также к более открытым местностям, в частности, на юге и юго-востоке города, где в административных границах города расположены пахотные угодья, а также к зеленым и незастроенным территориям, например, к городским паркам, кладбищам. Высокими значениями отличаются также пойма Чирчика и территория аэропорта, что связано со свойствами ландшафтного покрова – пойма реки характеризуется более проницаемыми грубодисперсными отложениями. Повышенные значения удержания стока приурочены и к дорожным магистралям. В свою очередь, показатели поверхностного стока выше на западе и северо-западе города – относительно высокими его значениями характеризуются практически все массивы частной застройки типа махалля, что на западе города при господстве данного типа застройки усиливается свойствами пород – к западу приурочены эрозионные формы, выполненные наименее проницаемыми породами.

Таблица 1 – Средненные значения результатов моделирования и анализа функций и структуры ландшафта на исследуемых участках

Средние значения по участкам	Результаты моделирования		Ландшафтные метрики для классов ландшафтного покрова									
	Сток, м ³ /год	Ин-фильтрация, м ³ /год	Средняя температура июля, °С	Древесные насаждения		Травяная растительность		Запечатанные почвы				
				Agea	LP	Agea	LP	Agea	LP	Agea	LP	
Махалля	287	139	30,5	1,2	0,5	48	4,5	0,9	50	72,8	70	87
Махалля на лессовой равнине	309	119	30,6	0,3	0,1	62	2,7	0,5	47	76,5	75	88
Махалля на аллювиальной равнине	265	158	30,3	2,1	0,8	35	6,2	1,2	53	69,2	65	86
Многоэтажные кварталы	195	229	30,1	8,8	3,1	62	13,6	2,9	51	44,5	31	78
Многоэтажные на лессовой равнине	214	215	30,2	9,5	3,7	63	11,6	2,4	47	47,6	34	79
Многоэтажные на аллювиальной равнине	138	269	29,9	6,7	1,5	59	19,6	4,4	63	35,1	22	75

Примечание. Ландшафтные метрики: Agea – доля площади класса, %; LP – доля площади самого крупного в своем классе массива, %; A – индекс агрегированности класса, %)

Таким образом, на территории города Ташкента четко наблюдается дифференциация стокорегулирующей функции городских ландшафтов с разными типами застройки: сток больше в традиционной застройке, а удержание поверхностных вод больше на территориях под многоэтажной застройкой и на незастроенных участках.



□ Участки обследования, 10 – махалля, 11 – многоэтажный квартал

А – космический снимок, Б – температура июля,
 В – инфильтрация осадков, м³/год, Г – сток, м³/год

Б: температура, град.С В: инфильтрация, м³/год Г: сток, м³/год

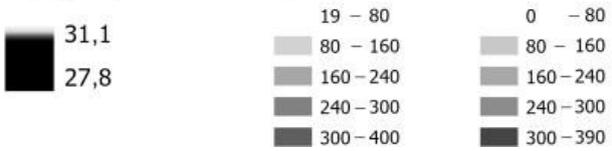


Рисунок 2 – Результаты моделирования

Культурные функции. По уровню развития социальных коммуникаций наиболее высокие оценки получили:

– районы советского типа, такие как Юнусабадский, Чиланзарский и др.;

– современные районы с индивидуальными домами с приусадебным участком (например, северная часть Алмазарского района, северо-запад Сергелийского района);

– исторические районы с индивидуальными домами с приусадебным участком (например, Яккасарайский и Яшнабадский районы).

По уровню развития социальных коммуникаций наиболее низкие оценки получили районы нового типа с многоэтажным жильем.

Высокие оценки по насыщенности общественными местами получили также районы советского типа – Юнусабадский, Чиланзарский, и районы с современными индивидуальными домами – северная часть Алмазарского и Юнусабадского районов. Низкие оценки в большей степени получили районы с современными многоэтажными домами 1990-х годов (например, Сергелийский район).

По оценкам местных жителей наиболее красивые районы города – центральный и Юнусабадский, наиболее некрасивые – Сергелийский и Чиланзарский районы. Престижными местные жители считают центральный, Юнусабадский, Мирабадский, и Мирзо-Улугбекский районы, непрестижными – Сергелийский, Бектемирский и Чиланзарский районы.

Критерии развитости социальных коммуникаций и насыщенности общественными местами дополняют друг друга. Наиболее развиты социальные сети в обжитых старых и советских районах с индивидуальным и многоэтажным жильем. Это естественно, учитывая тесноту соседства людей и возраст районов, в которых они родились и прожили большую часть своей жизни.

Меньший вклад играет фактор наличия общественных мест. В качестве общественных мест во дворах советских районов часто встречались беседки, где взрослое население играло в настольные игры. Многие малоэтажные районы не были лишены детских площадок и скамеек, что тоже способствует совместному отдыху и соседству проживающих.

Критерии эстетичности и престижности районов также очень схожи по оценкам. Респонденты часто называют одни и те же районы красивыми и престижными, что скорее связано с новизной застройки и наличием общественных мест, а ветхие и разрушенные районы для жителей являются некрасивыми и непрестижными, соответственно.

В основном местные жители не придерживаются однозначной точки зрения на будущее развитие традиционной застройки типа махалля. Кто-то считает, что стоит сносить махалля и застраивать город комфортным жильем, но с элементами национального декора. Другие считают, что махалля – безусловно являются ценной исторической застройкой, требующей сохранения.

Заключение. В период экспедиционных исследований были оценены три ландшафтные функции, которые после анализа природных и социально-экономических условий города были приняты как наиболее важные. Полученные результаты моделирования климаторегулирующей и стокорегулирующей функций показали, что традиционная малоэтажная застройка сильно проигрывает более современным районам с внутриквартальным озеленением. Оценка культурной функции не так однозначна и отделяет только совсем молодые районы, в которых еще не установлены социальные связи и коммуникации. Во многом к похожим выводам пришли исследования городской застройки г. Тюмени, где наиболее низкие оценки получили старые кварталы с деревянными малоэтажными домами [6].

Но при этом рано подводить окончательные итоги и исключать традиционную малоэтажную застройку из генеральных планов городов. Концепция ландшафтных функций и экосистемных услуг, на которую опиралось данное исследование, подразумевает всестороннюю оценку всех возможных природных благ и механизмов их формирования. Так, например, весомым классом ландшафтных функций является воспроизводство ценных биологических ресурсов. Приусадебное хозяйство махаллей включает как садовые деревья, так и домашнюю птицу, а часто и мелкий рогатый скот, чего невозможно ожидать от многоквартирных домов. А также экзотические для европейцев кварталы махаллей обладают высоким туристическим потенциалом. Очень вероятно, что дальнейшие исследования городской застройки и ландшафтных особенностей Ташкента изменят итоговую оценку экологических и культурных функций его кварталов.

Благодарности. Авторы благодарят сотрудников Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека и лично декана факультета географии и природных ресурсов Ш.М. Шарипова за всестороннюю поддержку и помощь в проведении полевых исследований в Ташкенте.

Список литературы

1. Мавлянова Н.Г. Типизация городов Узбекистана для оценки сейсмической активности // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2014. № 1. С. 56–65.
2. База данных WorldClim. [Электронный ресурс]. URL: <https://worldclim.org/data/monthlywth.html> (дата обращения 15.02.2022).
3. Copernicus Open Access Hub. [Электронный ресурс]. URL: <https://scihub.copernicus.eu> (дата обращения 15.02.2022).
4. Sharp R. et al. InVEST 3.10.2. User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://investuserguide.readthedocs.io> (дата обращения 15.02.2022).
5. McGarigal K. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station; 1995.
6. Харитонова Т.И., Мерекалова К.А., Моисеев А.И., Баталова В.А., Воловинский И.В., Ильинова Н.В., Подгорный О.М., Слатецкий К.Е., Соколов А.И., Черкасова В.А. Оценка ландшафтных функций урбогеосистем г. Тюмени // Материалы XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова. В 2-х томах / под ред. В.Б. Михно. М.: Изд-во Истоки, 2018. С. 275–277.