

Ш.С. Аманова 

Научно-исследовательский институт Министерства растениеводства Азербайджанской Республики,
Азербайджан, г. Баку
e-mail: shahnaz.amanova@gmail.com

ГРУППИРОВКА ГОРОДОВ ВДОЛЬ РЕКИ АРАЗ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

Основные источники загрязнения окружающей среды расположены в городах. Поэтому изучение городских экосистем является важным вопросом. В ходе исследования мы изучили развитие городов Имишли, Саатлы и Сабирабад, расположенных на берегах реки Араз, и их влияние на окружающую среду. На этот раз мы отдали предпочтение современным методам. Были загружены и обработаны спутниковые снимки района исследований. Были обработаны спутниковые снимки Landsat 5, 8 и 9 и проанализированы растительность, водораздел и другие компоненты исследуемой территории. На этот раз мы использовали технологии ArcGIS. Мы отслеживали компоненты окружающей среды с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.3.1. Определено, что на исследуемой территории сильно изменилась окружающая среда. Результаты показали, что площадь городов, расположенных на берегах реки Араз, за последние 40–48 лет увеличилась вдвое. Это привело к уничтожению водоемов, растительности и загрязнению воздуха. По мере удаления от берега реки Араз температура поверхности увеличивается и влияние реки ослабевает. Поэтому популяция со временем перемещается в сторону берега реки.

Ключевые слова: городская экосистема, спутник Landsat, экологическая ситуация, река Араз.

Sh.S. Amanova

Research Institute of Crop Husbandry Ministry of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku
e-mail: shahnaz.amanova@gmail.com

Grouping of cities along the Araz river according to their ecological state

The main sources of environmental pollution are located in cities. Therefore, the study of urban ecosystems is an important issue. During the research, we studied the development of the cities of Imishli, Saatli and Sabirabad, located on the banks of the Araz River, and their impact on the environment. This time we preferred modern methods. Satellite images of the study area were downloaded and processed. Landsat 5, 8 and 9 satellite images were processed and vegetation, watershed and other components of the study area were analyzed. At this time, we used ArcGIS technologies. We monitored environmental components through ArcGIS 10.3.1 software. It was determined that the environment has changed a lot in the studied area. The results showed that the area of the cities located on the banks of the Araz River has doubled over the past 40–48 years. This has led to the destruction of water bodies, vegetation and air pollution. As you move away from the Araz river bank, the surface temperature increases and the influence of the river weakens. Therefore, the population moves towards the river bank over time.

Key words: urban ecosystem, Landsat satellite, ecological situation, Araz river.

Ш.С. Аманова

Әзірбайжан Республикасы Өсімдік шаруашылығы министрлігінің ғылыми-зерттеу институты,
Әзірбайжан, Баку қ.
e-mail: shahnaz.amanova@gmail.com

Араз өзені бойындағы қалаларды экологиялық жағдайына қарай топтастыру

Қоршаған ортаны ластайтын негізгі көздер қалаларда орналасқан. Сондықтан қалалық экожүйелерді зерттеу маңызды мәселе болып табылады. Зерттеу барысында Араз өзенінің жағасында орналасқан Имишли, Саатлы және Сабирабад қалаларының дамуын, олардың қоршаған ортаға тигізетін әсерін зерттедік. Бұл жолы заманауи әдістерге басымдық бердік. Зерттеу аймағының спутниктік суреттері жүктеліп, өңделді. Landsat 5, 8 және 9 спутниктік

суреттері өңделді және зерттелетін аумақтың өсімдіктері, су алабы және басқа компоненттері талданды. Осы уақытта біз ArcGIS технологияларын қолдандық. Біз ArcGIS 10.3.1 бағдарламалық құралы арқылы қоршаған орта компоненттерін бақылап отырдық. Зерттелетін аумақта қоршаған ортаның көп өзгергені анықталды. Нәтижелер соңғы 40-48 жылда Араз өзенінің жағасында орналасқан қалалардың ауданы екі есеге ұлғайғанын көрсетті. Бұл су қоймаларының, өсімдіктердің жойылуына және ауаның ластануына әкелді. Араз өзенінің жағасынан алыстаған сайын жер бетінің температурасы көтеріліп, өзеннің әсері әлсірейді. Сондықтан халық уақыт өте келе өзен жағасына қарай жылжиды.

Түйін сөздер: қалалық экожүйе, Ландсат спутнигі, экологиялық жағдай, Араз өзені.

Введение

Более 78% выбросов углекислого газа в городских экосистемах связаны с антропогенной деятельностью [22]. Экологический след городов может распространяться за пределы города на сельскохозяйственные поля, леса и водные источники [4,7]. В результате это негативно влияет не только на локальную, но и на региональную и глобальную экосистему [18, 23].

Городские ландшафты являются не только центрами потребления энергии, материалов и прочего, они также являются источниками отходов, парниковых газов, загрязнения воды и воздуха [3, 25]. По мере роста городов их социологический и экологический след распространяется на большие территории. За счет этого уменьшается и площадь труднодоступных мест [8].

Население мира сталкивается с важными экологическими проблемами, такими как изменение климата и загрязнение окружающей среды [9, 16]. Основной причиной этого является потребительский спрос населения, проживающего в городах [1].

В настоящее время 54% населения мира проживает в городах [2]. По оценкам, к концу столетия эта цифра составит 70% [6]. Таким образом, города создают и обостряют две основные проблемы. Это проблемы бедности и деградации окружающей среды [10].

Рост городов оказывает серьезное влияние на качество воды, воздуха и растительности [13]. Чтобы справиться с проблемами, возникающими по мере расширения городских территорий, страны всего мира должны осуществлять эффективное городское планирование и планирование [11].

К наиболее важным проблемам городов относятся:

- Сильный рост площади и населения городов приводит к проблеме бедности [14]. Исполнительная власть города и другие государственные органы испытывают трудности с оказанием услуг всем жителям [17].

- Потребляемая энергия приводит к дальнейшему загрязнению воздуха [15].

- Газы, выбрасываемые в воздух автомобилями, используемыми в городском транспорте, вызывают высокое содержание свинца в воздухе городской экосистемы [19, 21].

- Неубранные отходы в городских районах представляют серьезную угрозу здоровью живых существ [1].

- Количество проблем, возникающих при развитии городских экосистем, бесконечно [20,24].

Тогда мы также можем упомянуть решения.

- Создание рабочих мест в пригородных районах и, в конечном итоге, борьба с бедностью.

- Используйте экологически чистый транспорт [17].

- Применение зеленой энергии [5].

- Увеличение площади зелени, лесов и парков и т.д. [12].

Материалы и методы

При изучении городов использовался ряд методов. В первую очередь это включает в себя метод полевых исследований. В то время в городских условиях проводились полевые исследовательские работы, которые анализировались в камеральных условиях. Современные методы важны при изучении городских ландшафтов. Таким образом, анализ спутниковых изображений, геоинформационных систем и дистанционного зондирования являются одними из наиболее предпочтительных методов изучения и определения динамики городов за более короткий период времени. Математико-статистический метод также важен при проведении анализа.

При расчете температуры поверхности суши мы использовали следующую последовательность.

Прежде всего, нам нужно преобразовать исходные DN TIRS в верхнюю часть атмосферного излучения (TOAr). Поэтому исходные цифровые числа (DN) диапазонов TIR Landsat 8 преобразуются в яркость [2]. Следующее уравнение 1 ис-

пользуется для преобразования исходных DN в TOAr, как показано ниже:

$$TOAr = M * DN + B \text{ (ур.1)}$$

M – множитель сияния;

B – Добавление сияния.

Значения M, B находятся в файле метаданных данных Landsat 8.

K1 и K2 – параметры зонной константы термического преобразования.

После того, как мы получили значения TOAr, теперь мы можем рассчитать яркостную температуру, используя уравнение 2 ниже [1]:

$$T_{\text{Кельвин}} = K2 / \ln(K1 / TOAr + 1) \text{ (ур.2)}$$

Используя параметры K1 и K2, мы преобразовали значения TOAr в температуру в градусах Кельвина.

При расчете температуры поверхности суши нам также понадобится индекс NDV. По этой причине индекс NDV изучался на основе спутникового снимка района исследований, относящегося к тому же периоду. В данном случае мы использовали следующую формулу.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \text{ (ур.3)}$$

Уравнение NDWI выглядит следующим образом:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \text{ (ур.4)}$$

Green- Зеленый; NIR – ближний инфракрасный диапазон.

Формула MNDWI выглядит следующим образом:

$$MNDWI = (Green - SWIR) / (Green + SWIR) \text{ (ур.5)}$$

Green – Зеленый; SWIR – значения пикселей из коротковолнового инфракрасного диапазона.

Результаты и их обсуждение

Район наших исследований охватывает реку Араз площадью 1306 км² и буферную зону площадью 10 км вокруг нее (Рисунок 1). Общая длина реки Араз в пределах исследуемой территории составляет 258 км.

Города Саатлы, Сабирбад и Имишли расположены в буферной зоне в 10 км от реки Араз (Рисунок 2).

Как мы знаем, на берегах рек издревле формировались поселения и древние цивилизации. Благоприятные природные условия создают широкие возможности для ассимиляции.

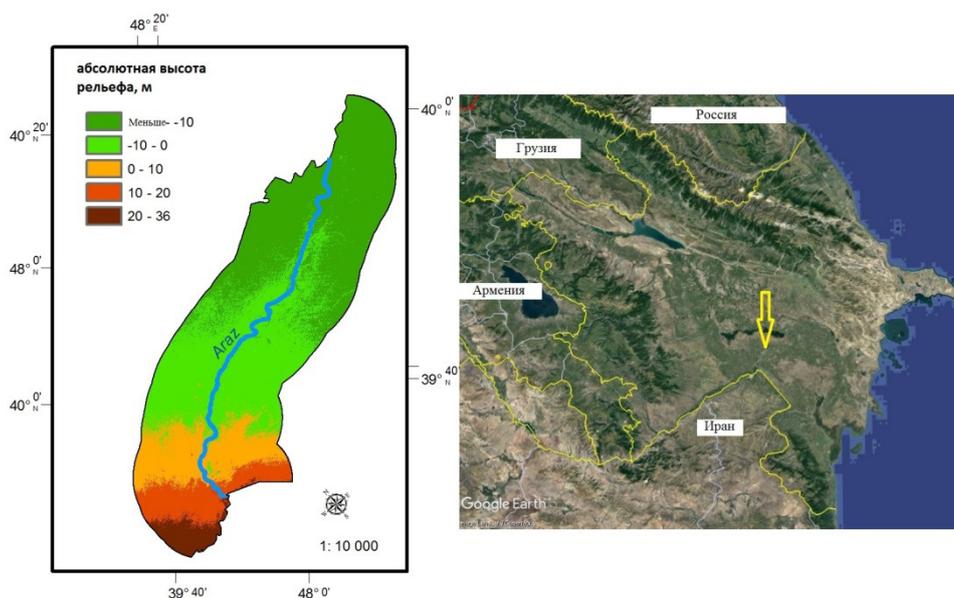


Рисунок 1 – Область исследования

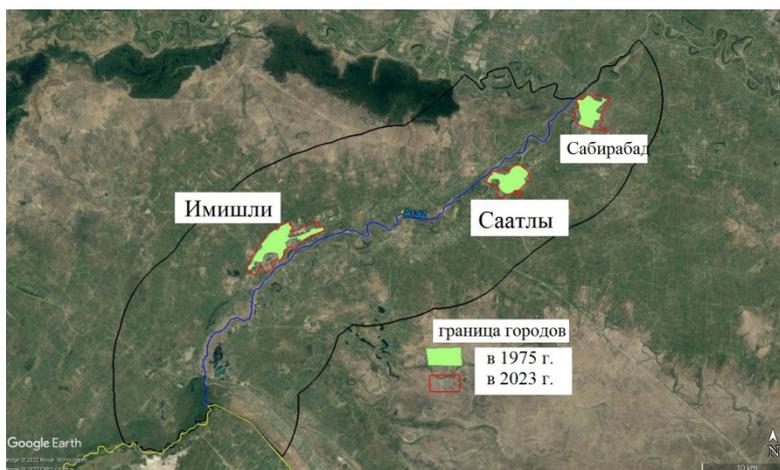


Рисунок 2 – Расположение городов на территории исследования

Анализируя цифровую модель рельефа исследуемой территории, мы установили, что 76 % территории находится на 10 м ниже уровня моря, а 24 % – над уровнем моря (табл. 1).

Таблица 1 – Абсолютные высоты

Абсолютные высоты (в м)	Площадь	
	km ²	%
Меньше – (-10)	520	40
(-10)- 0	466	36
0-10	170	13
10-20	110	8
Выше 20	40	3
Итого	1306	100

Исторически обитаемые речные бассейны подвергались антропогенному воздействию с момента появления человека. С течением времени, по мере развития техники и технологий, эти эффекты стали более интенсивными. После определенных этапов замена сельских поселений городскими приводила к более сильным эффектам.

Для анализа развития этих городов была изучена динамика границ в 1975 и 2023 годах. Установлено, что территория городов увеличилась вдвое за 48 лет.

Если по топографическому плану 1975 года площадь города Saatly составляла 8,9 км², то в 2023 году на основе расшифровки аэрокосмических снимков было установлено, что площадь

города расширилась до 18,4 км². Это означает, что среднегодовой прирост площади составляет 2,27%. Если мы посмотрим на направление расширения города, то увидим, что он расширяется преимущественно на юго-западе и северо-западе. Это связано с существованием сельских поселений в других направлениях, что приводит к ограничению возможностей для расширения и прохождения водного канала через этот район. Если посмотреть на спутниковый снимок, то можно увидеть, что на юге и юго-востоке города имеются пашни.

Для анализа пространственной динамики городского ландшафта был векторизован план города на 1975 год, обработаны спутниковые и космические снимки за 2010 и 2023 годы. Жилая площадь Имишли в 1975 году составляла 12,3 км², в 2010 году – 17 км², а сейчас занимает площадь 22 км². Среднегодовой темп роста площади составил 1,1% в 1975-2010 годах и 2,5% в 2010-2023 годах. Приходим к выводу, что в XXI веке территория города росла быстрее.

В 1975 году площадь города Сабирабад составляла 7 км², а за 49 лет она увеличилась до 11,3 км². Это означает рост на 1,2% за год (Таблица 2).

Увеличивается не только территория городов, но и население. Для сравнения, если обратить внимание на прирост населения городов, то население города Имишли в 1959 г. составляло 9,5 тыс. человек, в 1970 г. – 17,8 тыс. человек, в 1979 г. – 21,3 тыс. человек, в 1989 г. – 25,7 тыс. человек, в 2014 г., 35,5 тыс. человек в 2017 г. и 37 тыс. человек в 2023 г. [25].

Таблица 2 – Динамика городов

Города	Площадь, km ²		Динамика		Среднегодовой рост, %
	В 1975 г	В 2023 г	Км ²	%	
Имишли	12,3	22	9,7	79	1,61
Саатлы	8,9	18,4	9,5	106,8	2,27
Сабирабад	7	11,3	4,3	61	1,2

В 1944 году Имишли получил статус поселка городского типа, а в 1960 году – статус города районного подчинения. В 2006 году в Имишли при инвестициях Azersun Holding был открыт Имишлинский сахарный завод – крупнейший завод по переработке сахара на Южном Кавказе. Всего в завод было инвестировано 97 миллионов долларов. Завод будет перерабатывать 300-350 тысяч тонн сахара в год, 1000 тонн в сутки. После дополнительных инвестиций в размере 10 миллионов долларов перерабатывающую мощность завода планируется увеличить еще на 50%. Штат завода составляет 1400 человек.

Население напрямую повлияло на водный бассейн, а также на территорию суши. Индекс MNDW (Modified Normalized Difference Water Index) был проанализирован для изучения влияния городов на водораздел бассейна реки Араз. Для этого были получены и обработаны мульти-

спектральные изображения района исследований со спутников Landsat 5 1989 года, Landsat 8 и 9 2023 года. Проведенный анализ доказывает, что показатели индекса ниже – 0,16 резко возросли. Остальные показатели, наоборот, снизились. Увеличение отрицательных коэффициентов свидетельствует о том, что уровень воды снизился, даже река Араз на некоторых участках пересохла, в результате чего эти территории превратились в строительные площадки городских и сельских поселений. Это, конечно, доказывает, что в ближайшем будущем, помимо этих населенных пунктов, с нехваткой продовольствия столкнутся и районы, снабжаемые продовольствием из этих районов. Потому что в результате расшифровки космических снимков было установлено, что окрестности этих рек относятся к сельскохозяйственным полям, используемым в сельскохозяйственных целях (Таблица 3).

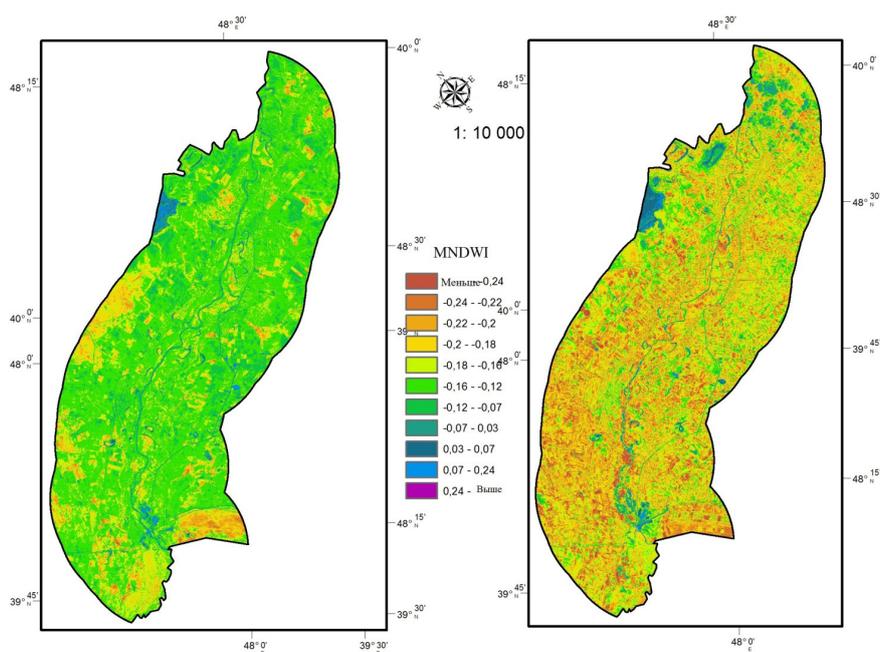


Рисунок 3 – Индекс MNDW

Таблица 3 – Индекс MNDW

Индекс MNDW	площадь			
	km ²	%	km ²	%
	В 1989 г		В 2023 г	
Меньше- (-0,24)	1	0,5	53	4
(-0,24)- (-0,22)	8	0,5	124	10
(-0,22)- (-0,2)	40	3	251	19
(-0,2)- (-0,18)	107	8	344	26
(-0,18)-(-0,16)	205	15,5	270	21
(-0,16)- (-0,12)	725	56	175	13
(-0,12)-(-0,07)	176	13	38	3
(-0,07)- 0,03	27	2	31	2,5
0,03-0,07	7	0,5	13	1
0,07-0,24	9	0,5	7	0,5
Выше 0,24	1	0,5	-	
Итого	1306	100		100

На основе анализа спутниковых снимков района исследований также был изучен индекс NDV (Normalized Difference Vegetation Index) района (Рисунок 4).

Для этого были обработаны спутниковые снимки местности за 1989, 2014 и 2023 годы. Площадь участков с отрицательным индексом

увеличилась на 50% по сравнению с 1989 годом, а участков с 0-0,2 уменьшилась. В районах с высоким индексом вновь наблюдается рост. Это еще раз подтверждает, что пустынные территории в буферной зоне в 10 км от реки Араз были заменены застройками, а также сельскохозяйственными полями (Таблица 4).

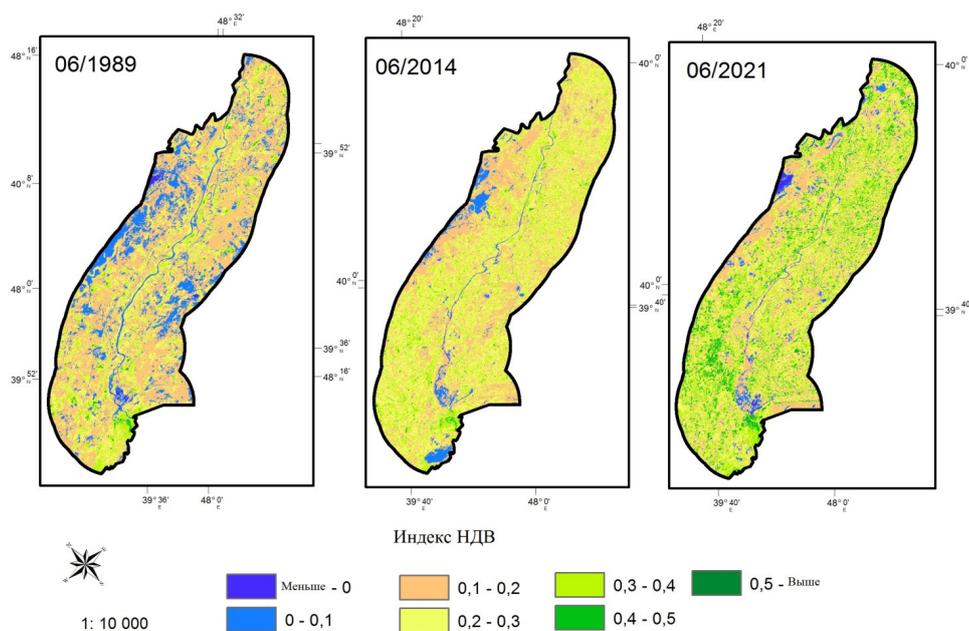


Рисунок 4 – Индекс НДВ

Таблица 4 – Индекс НДВ

Индекс НДВ	Площадь					
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
	В 1989 г		В 2014 г		В 2023 г	
Меньше-- 0	8	0,5	2	0,2	11	1
0-0,1	198	15	57	4	51	4
0,1-0,2	670	51,5	455	35	353	27
0,2-0,3	326	25	608	47	474	36
0,3-0,4	94	7	174	13	300	23
0,4-0,5	9	0,5	10	0,8	110	8,5
Выше 0,5	1	0,5	-	-	7	0,5
Итого	1306	100	1306	100	1306	100

Сравнение индекса НДВ показывает, что участки с индексом 0,1-0,3 более интенсивно сменялись индексом 0,3-0,4 в районе реки Араз. Это показывает, что посевные площади становятся более плотными. Интенсивно засаженные территории также вызвали эрозию почвы.

Для мониторинга изменений микроклимата на территории исследований были обработаны спутниковые снимки территории за июнь 1989 г. и июнь 2023 г. и составлены карты приземной температуры (Рисунок 5). После анализа этих карт различия были исследованы путем размещения их друг на друге. Установлено,

что повышение температуры наблюдается на значительной части территории исследований. Если в 1989 году минимальная температура составляла 21,1°C, то в 2021 году этот показатель увеличился до 23,4°C. Повышение на 2,3°C на первый взгляд может показаться незначительным, но оно представляет собой среднегодовое увеличение на 0,07°C за 32 года. При наблюдении за динамикой изменения температуры в буферной зоне в 10 км от реки Араз установлено, что температура повысилась на площади 1088 км², а небольшое понижение температуры определено на площади 218 км².

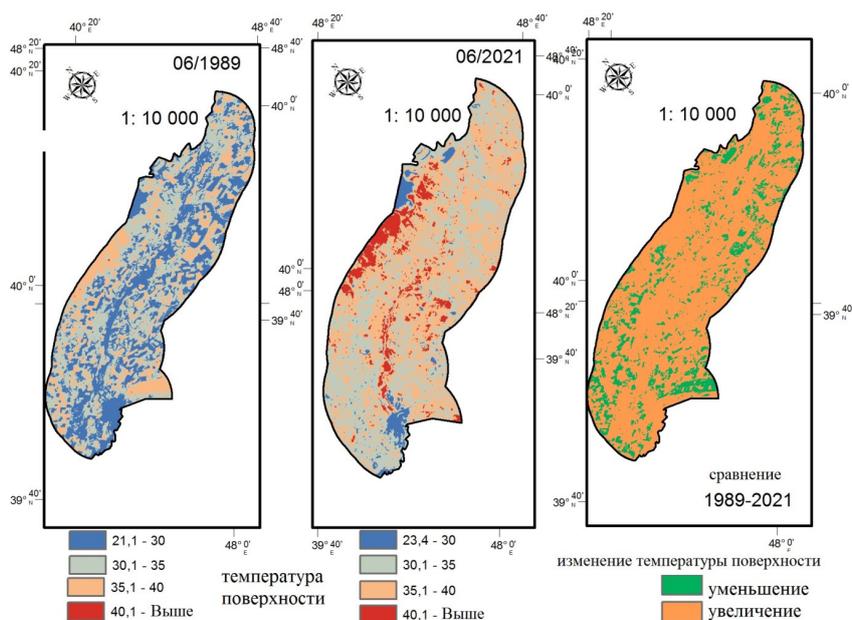


Рисунок 5 – Температура поверхности

Как известно, река Араз протекает по территории 4 стран: Турции, Ирана, Йемена и Азербайджана. Наряду с городами, расположенными на берегах Аракса, на уровень воды в реке, а также на экологическую ситуацию влияют города, расположенные на берегах его правого и левого рукавов. Одним из экологически напряженных левых притоков реки Араз является река Раздан, проходящая через основные промышленные города Армении, в результате чего промышленные и бытовые отходы вместе со сточными водами ухудшают экологическую ситуацию. Река Араз проходит через город Сабирабад на правом берегу и впадает в реку Кура.

Еще в 2010 году безымянная старица (0,25 км²) в юго-восточной части города высохла и стала жилым массивом. Следует отметить, что

это безымянное озеро является старицей реки Араз.

Заключение

В результате исследования установлено, что площадь городов исследуемой территории увеличилась вдвое.

Увеличение населения и территории городов привело к разрушению окружающих сельскохозяйственных угодий. Это может создать проблему нехватки продовольствия в будущем.

За последние 40 лет температура поверхности повысилась. Развитие городов привело к пересыханию русел рек. Это может вызвать изменения микроклимата.

Литература

1. Amanova Sh.S.. Modeling of urban landscapes (on the image of the cities of the Milskaya and Mugan plains). // News of the Tula State University, -2023, -vol. 2, -p. 73-83
2. Amanova Sh. S. Geo-ecological situation and forecasting of coastal cities of Azerbaijan // Groznenskiy estestvennonauchnoy bulletin, – 2022, -vol.7, – p. 5-13
3. Basu, T.; Das, A. Systematic review of how eco-environmental transformation due to urbanization can be investigated in the sustainable development of Indian cities // Environ. Chall. -2021,-vol. 4, – p.100099
4. Brown H.C.P. An Assessment of Institutional Capacity for Integrated Landscape Management in Eastern Cameroon // Environmental Management, -2018, -no 62 (1), -p. 118– 127
5. Chung, S.S.; Brooks, B.W. Identifying household pharmaceutical waste characteristics and population behaviors in one of the most densely populated global cities // Resour. Conserv. Recycl. -2019,- vol.140, – p.267–277
6. Dong, F.; Li, Y.F.; Qin, C.; Zhang, X.Y.; Chen, Y.; Zhao, X.; Wang, C. Information infrastructure and greenhouse gas emission performance in urban China: A difference-in-differences analysis // Environmental Management. -2022, -vol. 316, -p. 115252
7. Hajiyeva G.N., Hajiyeva A.Z., Dadashova Kh.D. Impact of urban landscape pollution on human health // Journal of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Satbayev University. -2022, -14(3), -p.39-45
8. Jin, H.X. Flying geese pattern and the rise of Asia Pacific Region // World Econ. Studies. – 1989,- vol 4, -p.67–72.
9. Kokkinos, K.; Karayannis, V.; Moustakas, K. Circular bio-economy via energy transition supported by Fuzzy Cognitive Map modeling towards sustainable low-carbon environment // Science Total Environment. – 2020, – vol 721, -p. 137754
10. Li, X.; Fang, Y.; Luo, F. A Study on the Willingness of Industrial Ecological Transformation from China's Zero Waste Cities Perspective // Int. J. Environ. Res. Public Health, -2022,-vol. 19, -p. 9399
11. Liao, L.S.; Zhao, C.K.; Li, X.; Qin, J. Towards low carbon development: The role of forest city constructions in China // Ecol. Indic. -2021,- vol. 131, -p. 108199.
12. Luo, K.; Liu, Y.B.; Chen, P.F.; Zeng, M. Assessing the impact of digital economy on green development efficiency in the Yangtze River Economic Belt // Energy Econ. -2022, -vol. 112, -p. 106127
13. Nilssen, M.; Hanssen, G.S. Institutional innovation for more involving urban transformations: Comparing Danish and Dutch experiences. // Cities, -2022, – vol. 131, -p. 103845
14. Suarez, V.V.C.; Brederveld, R.J.; Fennema, M.; Moreno-Rodenas, A.; Langeveld, J.; Korving, H.; Schellart, A.N.; Shucksmith, J.D. Evaluation of a coupled hydrodynamic-closed ecological cycle approach for modelling dissolved oxygen in surface waters // Environ. Model. Softw. -2019,- vol.119, – p.242–257
15. Song, L.M. Will urbanization promote the upgrading of industrial structure?—Empirical analysis based on panel data of 30 provinces from 1998 to 2014 //Inq. Into Econ. Issues, -2017, -vol. 38, -p.70–78
16. Vernon, R. International investment and international trade in the product cycle material //Q. J. Econ. -1966,-vol. 80, – p. 190–207
17. Vohra, K.; Marais, E.A.; Bloss, W.J.; Schwartz, J.; Mickley, L.J.; Van Damme, M.; Clarisse, L.; Coheur, P.-F. Rapid rise in premature mortality due to anthropogenic air pollution in fast-growing tropical cities from 2005 to 2018 //Sci. Adv., -2022,-vol. 8, -p. 89
18. Wang, L.; Lv, T.G.; Zhang, X.M.; Hu, H.; Cai, X. Global research trends and gaps in ecological compensation studies from 1990 to 2020: A scientometric review // J. Nat. Conserv, -2022,-vol. 65, -p. 126097

19. Wang, S.J.; Xie, Z.H.; Wu, R.; Feng, K. How does urbanization affect the carbon intensity of human well-being? A global assessment // *Appl. Energy*, -2022,-vol 312, -p.118798
20. Xu, H.Z.; Jiao, M. City size, industrial structure and urbanization quality—A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration in China // *Land Use Policy*, – 2021,-vol. 111, -p.105735.
21. Xu, Y.; Zhuang, X. Container shipping scheduling method based on the evidence reasoning approach in fluctuating CCFI and BDI cycle. // *Math. Probl. Eng.*, -2022, -p. 3997361
22. Zhang, H.L.; Lv, H.T.; Ma, M.R. Ecological life cycle analysis-based installation capacity determination of building energy-supply systems // *Energy Build.*, -2021, -vol. 244, -p. 111002
23. Zhuang, X.Y.; Xu, Y.S.; Zhang, L.; Li, X.; Lu, J. Experiment and numerical investigation of inhalable particles and indoor environment with ventilation system. // *Energy Build.*, -2022, -vol.271, -p.112309
24. Sharifi, A. From Garden City to Eco-urbanism: The quest for sustainable neighborhood development // *Sustain. Cities Soc.*, -2016,-vol.20, -p.1–16
25. The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan <https://www.stat.gov.az/?lang=en>

References

1. Amanova Sh.S.. Modeling of urban landscapes (on the image of the cities of the Milskaya and Mugan plains). // *News of the Tula State University*, -2023, -vol. 2, -p. 73-83
2. Amanova Sh. S. Geo-ecological situation and forecasting of coastal cities of Azerbaijan // *Groznenskiy estestvennonauchnoy bulletin*, – 2022, -vol.7, – p. 5-13
3. Basu, T.; Das, A. Systematic review of how eco-environmental transformation due to urbanization can be investigated in the sustainable development of Indian cities // *Environ. Chall.* -2021,-vol. 4, – p.100099
4. Brown H.C.P. An Assessment of Institutional Capacity for Integrated Landscape Management in Eastern Cameroon // *Environmental Management*, -2018, -no 62 (1), -p. 118– 127
5. Chung, S.S.; Brooks, B.W. Identifying household pharmaceutical waste characteristics and population behaviors in one of the most densely populated global cities // *Resour. Conserv. Recycl.* -2019,- vol.140, – p.267–277
6. Dong, F.; Li, Y.F.; Qin, C.; Zhang, X.Y.; Chen, Y.; Zhao, X.; Wang, C. Information infrastructure and greenhouse gas emission performance in urban China: A difference-in-differences analysis // *Environmental Management*. -2022, -vol. 316, -p. 115252
7. Hajiyeva G.N., Hajiyeva A.Z., Dadashova Kh.D. Impact of urban landscape pollution on human health // *Journal of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Satbayev University*. -2022, -14(3), -p.39-45
8. Jin, H.X. Flying geese pattern and the rise of Asia Pacific Region // *World Econ. Studies*. – 1989,- vol 4, -p.67–72.
9. Kokkinos, K.; Karayannis, V.; Moustakas, K. Circular bio-economy via energy transition supported by Fuzzy Cognitive Map modeling towards sustainable low-carbon environment // *Science Total Environment*. – 2020, – vol 721, -p. 137754
10. Li, X.; Fang, Y.; Luo, F. A Study on the Willingness of Industrial Ecological Transformation from China’s Zero Waste Cities Perspective // *Int. J. Environ. Res. Public Health*, -2022,-vol. 19, -p. 9399
11. Liao, L.S.; Zhao, C.K.; Li, X.; Qin, J. Towards low carbon development: The role of forest city constructions in China // *Ecol. Indic.* -2021,- vol. 131, -p. 108199.
12. Luo, K.; Liu, Y.B.; Chen, P.F.; Zeng, M. Assessing the impact of digital economy on green development efficiency in the Yangtze River Economic Belt // *Energy Econ.* -2022, -vol. 112, -p. 106127
13. Nilssen, M.; Hanssen, G.S. Institutional innovation for more involving urban transformations: Comparing Danish and Dutch experiences. // *Cities*, -2022, – vol. 131, -p. 103845
14. Suarez, V.V.C.; Brederveld, R.J.; Fennema, M.; Moreno-Rodenas, A.; Langeveld, J.; Korving, H.; Schellart, A.N.; Shucksmith, J.D. Evaluation of a coupled hydrodynamic-closed ecological cycle approach for modelling dissolved oxygen in surface waters // *Environ. Model. Softw.* -2019,- vol.119, – p.242–257
15. Song, L.M. Will urbanization promote the upgrading of industrial structure?—Empirical analysis based on panel data of 30 provinces from 1998 to 2014 // *Inq. Into Econ. Issues*, -2017, -vol. 38, -p.70–78
16. Vernon, R. International investment and international trade in the product cycle material // *Q. J. Econ.* -1966,-vol. 80, – p. 190–207
17. Vohra, K.; Marais, E.A.; Bloss, W.J.; Schwartz, J.; Mickley, L.J.; Van Damme, M.; Clarisse, L.; Coheur, P.-F. Rapid rise in premature mortality due to anthropogenic air pollution in fast-growing tropical cities from 2005 to 2018 // *Sci. Adv.*, -2022,-vol. 8, -p. 89
18. Wang, L.; Lv, T.G.; Zhang, X.M.; Hu, H.; Cai, X. Global research trends and gaps in ecological compensation studies from 1990 to 2020: A scientometric review // *J. Nat. Conserv.*, -2022,-vol. 65, -p. 126097
19. Wang, S.J.; Xie, Z.H.; Wu, R.; Feng, K. How does urbanization affect the carbon intensity of human well-being? A global assessment // *Appl. Energy*, -2022,-vol 312, -p.118798
20. Xu, H.Z.; Jiao, M. City size, industrial structure and urbanization quality—A case study of the Yangtze River Delta urban agglomeration in China // *Land Use Policy*, – 2021,-vol. 111, -p.105735.
21. Xu, Y.; Zhuang, X. Container shipping scheduling method based on the evidence reasoning approach in fluctuating CCFI and BDI cycle. // *Math. Probl. Eng.*, -2022, -p. 3997361
22. Zhang, H.L.; Lv, H.T.; Ma, M.R. Ecological life cycle analysis-based installation capacity determination of building energy-supply systems // *Energy Build.*, -2021, -vol. 244, -p. 111002

23. Zhuang, X.Y.; Xu, Y.S.; Zhang, L.; Li, X.; Lu, J. Experiment and numerical investigation of inhalable particles and indoor environment with ventilation system. // Energy Build., -2022, -vol.271, -p.112309
24. Sharifi, A. From Garden City to Eco-urbanism: The quest for sustainable neighborhood development //Sustain. Cities Soc., -2016,-vol.20, -p.1–16
25. The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan <https://www.stat.gov.az/?lang=en>

Авторлар туралы мәлімет:

Аманова Шахназ – Өзбйбайжан Республикасы Өсімдік шаруашылығы министрлігінің ғылыми-зерттеу Институтының аға ғылыми қызметкері, PhD (Баку, Өзбйбайжан электрондық поштасы: shahnaz.amanova@gmail.com)

Information about authors:

Amanova Shahnaz – PhD, Senior researcher at Research Institute of Crop Husbandry Ministry of the Republic of Azerbaijan (Baku, Azerbaijan email: shahnaz.amanova@gmail.com)

Поступила 6 сентября 2023 года

Принята 25 марта 2024 года