

*$\delta^{18}\text{O}$  isotopic values in the Global Meteoric Water Line was analyzed, and temporal and spatial variations of isotopic values of different runoff components were studied.*

**Keywords:** river basin, isotope hydrology, stable water isotopes,  $\delta^2\text{H}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ , global meteoric water line, local meteoric water line, Pskem River.

## REFERENCES:

*Kudishkin T.V., Tarasov Yu.A., Yakovlev A.V. Izmenenie oledeneniya rechnix basseynov s preobladaniem malix lednikov vo vtoroy polovine XX–nachale XXI veka [Changes in glaciation of river basins dominated by small glaciers in the second half of the XX-early XXI century] // Voprosi geografii i geoekologii. Almati. – 2014. – S. 45-54. (in Russian)*

*Shetinnikov A.S. Ledniki basseyna reki Pskem [Glaciers of Pskem River basin]. – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 121 s. (in Russian)*

УДК 551.510:551:577

## ТОШКЕНТ ШАХРИДАГИ АТМОСФЕРА ЁҒИНЛАРИ МИҚДОРИ ВА КИМЁВИЙ ТАРКИБИНИНГ КЎП ЙИЛЛИК ЎЗГАРИШЛАРИ

С.Р. ИСАБЕКОВ<sup>1\*</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>1</sup>, Л.А. САИДМАХМУДОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, s.isabekov5858@gmail.com

**Аннотация.** Мақолада республикамиз пойтахти бўлган Тошкент шаҳрида 2000–2022 йилларда атмосфера ёғинлари миқдори ва уларнинг кимёвий таркибининг кўп йиллик ўзгаришлари ёритилган. Тошкент шаҳрида атмосфера ёғинларининг йиллик миқдорлари йилдан-йилга фарқ қилса-да, улар миқдорларининг умумий тенденцияси ўзгаришсиз қолаётганлиги аниқланган. Атмосфера ёғинларининг йиллик рН кўрсаткичи 5,70÷6,94 оралиқда, ойлик рН кўрсаткичи 4,50÷7,9 оралиқда кузатилган. Ёғинлар таркибидаги анионлардан сульфатлар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), хлоридлар ( $\text{Cl}$ ), катионлардан эса кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ва магний ( $\text{Mg}^{2+}$ )нинг йиллик ўртача миқдорлари ортиб бораётганлиги аниқланган. Тадқиқот натижалари Тошкент шаҳри атмосфера ҳавосининг ифлосланганлик даражасини аниқлашга ёрдам беради.

**Калит сўзлар:** атмосфера ёғинлари, ёғинлар миқдори, кимёвий таркиби, катионлар, анионлар, рН, кислотали ёмғирлар.

**Кириш.** Атмосфера ёғинларининг кимёвий таркибини ўрганиш назарий ва амалий аҳамиятга эга. Атмосфера ҳавосидаги моддалар, жумладан, ифлослантирувчи моддалар атмосферада содир бўладиган турли жараёнлар туфайли ер юзасига тушади. Атмосфера ёғинлари ер усти ва ер ости сувлари таркибинининг шаклланишида муҳим рол ўйнайди [Толкачева и др., 2006].

Атмосфера ёғинлари шаҳар муҳитидаги экологик вазиятни белгиловчи энг муҳим омиллардан биридир. Атмосферанинг тозаланиши асосан ёғингарчилик пайтида содир бўлади. Бироқ, булут ости қатламидан ер юзасига ўтаётганда, ёғинлар газлар ва аэрозолларни ёмғир томчилари ёки қор парчалари кристаллари билан сингдиради. Ифлослантирувчи моддаларнинг сингиши ёғинлар минерализациясининг ошишига, уларнинг кимёвий таркибининг ўзгаришига ва "кислотали ёмғирлар" пайдо бўлишига олиб келади. Атмосфера ёғинлари таркибини ўрганиш шаҳар ҳудудидаги ҳавонинг

\* Масъул муаллиф: s.isabekov5858@gmail.com, тел. +998 93 531-58-58

ифлосланиш даражаси, шунингдек, ифлослантирувчи моддалар манбалари тўғрисида маълумот олишга имкон беради [Еремина, 2019].

Шуни таъкидлаш керакки, Ер шарининг турли географик нуқталарида ёгингарчиликнинг кимёвий таркиби ва кислоталигининг ўзгариши тенденциялари ҳар хил. Ўзбекистонда бундай тадқиқотлар Г.А. Толкачёва, Т.Ю. Смирнова, Ю.И. Ковалевскаялар томонидан олиб борилган бўлиб, сўнгги йилларда бундай тадқиқотлар тўхтаб қолган. Хорижда бундай тадқиқотлар кўплаб тадқиқотчилар томонидан амалга оширилган.

Ушбу мақолада Тошкент шаҳридаги атмосфера ёгинларининг кўп йиллик (2000-2022 йй.) миқдори ва кимёвий таркибининг ўзгаришлари ўрганилган.

Тошкент шаҳрининг табиати кўп жиҳатдан унинг географик ўрни, атроф ер юзасининг тузилиши билан боғлиқ. Шаҳар Фарбий Тяньшаннинг Қоржонтов, Угом, Писком, Кўксув ва Чатқол тизмалари орасидан оқиб чиқадиган Чирчиқ дарёси водийсининг ўрта қисмида, дарёнинг ўнг томонидаги паст-баланд тоғ олди текислигида жойлашган. Шаҳарнинг энг баланд жойи (515 м) унинг шимолий-шарқий чеккасида, Мирзо Улуғбек туманидаги «Тошкент трактор заводи» яқинида, энг паст жойи эса (380 м) Сергели туманида, Чирчиқ дарёси соҳилида жойлашган. Шаҳар ҳудудининг денгиз сатҳидан ўртача мутлақ баландлиги 447,5 м га тенг (Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2009). Шаҳар иқлими континентал, киши совук, ёзи эса иссиқ ва қуруқ бўлади. Тошкент серқуёш шаҳар бўлиб, Қуёш нур сочиб турадиган вақт йилига ўртача 2870 соатни ташкил қилади, йил давомида ўртача ойлик 110 соатдан (декабрда) 390 соатгача (июлда) ўзгаради. Қуёшсиз кунлар бир йилда ўртача 36 кун. Ўртача йиллик ҳаво ҳарорати эса 13,8°C га тенг [Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2009].

Тошкент шаҳрида ёғадиган **атмосфера ёгинларининг** ўртача йиллик миқдори 423,4 мм га тенг. Бирок, у йилдан-йилга фарқ қилади. Масалан, 1969 йилда 802,5 мм ва 1916 йилда 206,2 мм ёгин ёққани кузатилган. Атмосфера ёгинлари миқдори йил давомида ҳам нотекис тақсимланган. Йиллик ёгиннинг кўпроқ қисми (305 мм) йилнинг совуқ қисмига (октябрь-март), камроқ қисми (119,4 мм) эса йилнинг илиқ қисмига (апрель-сентябрь) тўғри келади. Йиллик ёгиннинг 41% дан ортиқроғи баҳорда, қолган қисми эса кишда (36%), кузда (18%) ва ёзда (5%) ёғади. Тошкентда атмосфера ёгинларининг катта қисми (66%) ёмғир тарзида, 11% қор тарзида ва 23% қор-ёмғир аралаш ҳолда тушади (Ўзбекистон миллий энциклопедияси, 2009).

Амалий жиҳатдан, барқарор яшаш муҳитини шакллантириш мақсадида атмосфера ёгинларининг кимёвий таркиби, уларнинг атроф-муҳит объектларига таъсирини ўрганиш муҳим ҳисобланади. Ёмғир, қор, муз таркибидаги турли ингредиентларни аниқлаш кишлоқ хўжалиги эҳтиёжлари учун муҳим аҳамиятга эга. Гидрохимиклар, тупроқшунослар, геологлар табиий сувларнинг ҳосил бўлиш жараёнларини, тупроқ таркиби эволюциясини тадқиқ қилиш мақсадида ёгинларнинг кимёвий таркибини ўрганишади. Тиббиёт соҳаси ходимлари санитария-гигиена нуқтаи назаридан турли ҳудудлар, шу жумладан, рекреация ҳудудларида ҳаводаги ёгинлар ва ифлослантирувчи моддалар таркибидаги ўзгаришлар хусусиятларини ўрганадилар. Юқоридаги келтирилган мисолларни ҳисобга олган ҳолда атмосфера ёгинларининг миқдори ва кимёвий таркибининг кўп йиллик ўзгаришларини ўрганиш **долзарб** вазифа ҳисобланади. Ушбу тадқиқотнинг **мақсади** Тошкент шаҳридаги атмосфера ёгинлари миқдори ва кимёвий таркибининг кўп йиллик ўзгаришларини ўрганиш бўлиб, тадқиқотнинг **объекти** Тошкент шаҳри, тадқиқот **предмети** эса атмосфера ёгинларининг кимёвий таркиби ҳисобланади.

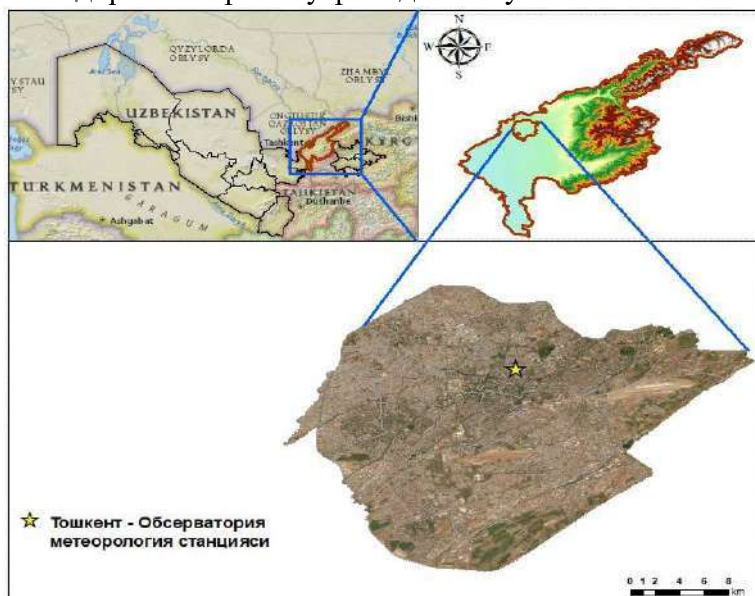
**Бирламчи маълумотлар ва тадқиқот усуллари.** Тадқиқот ишида Тошкент шаҳридаги атмосфера ёгинлари миқдори ва кимёвий таркиби сўнгги 23 йиллик (2000-2022 йй.) маълумотлар асосида ўрганилди [Ежегодники, 2000-2022]. Тошкент шаҳри ҳудудида атмосфера ёгинлари кимёвий таркибининг таҳлили асосан Ўзгидрометнинг

Тошкент-Обсерватория М-I метеорология станциясида йиғилган ойлик намуналар асосида олиб борилади.

Атмосфера ёғинларининг кимёвий таркиби қуйидаги кўрсаткичлар бўйича аниқланади: анионлар – сульфатлар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), гидрокарбонатлар ( $\text{HCO}_3^-$ ), хлоридлар ( $\text{Cl}^-$ ), нитратлар ( $\text{NO}_3^-$ ), катионлар – кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ), натрий ( $\text{Na}^+$ ), калий ( $\text{K}^+$ ) ва аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ).

Ёғинларнинг кислоталилик даражаси рН ни потенциометрик усулда ўлчаш орқали амалга оширилади. Ёғинлар намуналаридаги ионлар миқдорлари – сульфатлар ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) турбидиметрик усулда, гидрокарбонатлар ( $\text{HCO}_3^-$ ) титрлаш усулида, хлоридлар ( $\text{Cl}^-$ ) аргентометрик усулда, нитратлар ( $\text{NO}_3^-$ ) Грис реактиви ёрдамида (кадмийли колонкада қайтарилиб), кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ва магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ) комплексонометрик усулда, аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ) Несслер реактиви ёрдамида, натрий ( $\text{Na}^+$ ) ва калий ( $\text{K}^+$ ) атом абсорбцион усулда аниқланади [Семенов, 1977].

**Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси.** Тадқиқот ишида Тошкент шаҳридаги Тошкент-Обсерватория метеорология станциясида кузатишган атмосфера ёғинларининг кўп йиллик (2000-2022 йй.) маълумотларидан фойдаланилди. Ушбу кузатув пункти Тошкент шаҳрининг Юнусобод туманида жойлашган бўлиб, Ўзбекистондаги энг қадимий метеорология станцияси ҳисобланади. Бу ерда кузатувлар 1876 йилдан олиб борилади. Ҳозирги вақтда метеорология станциясида олиб борилаётган кузатувлар атмосфера ёғинлари миқдори ва сифати тўғрисида маълумот олишга имкон беради.

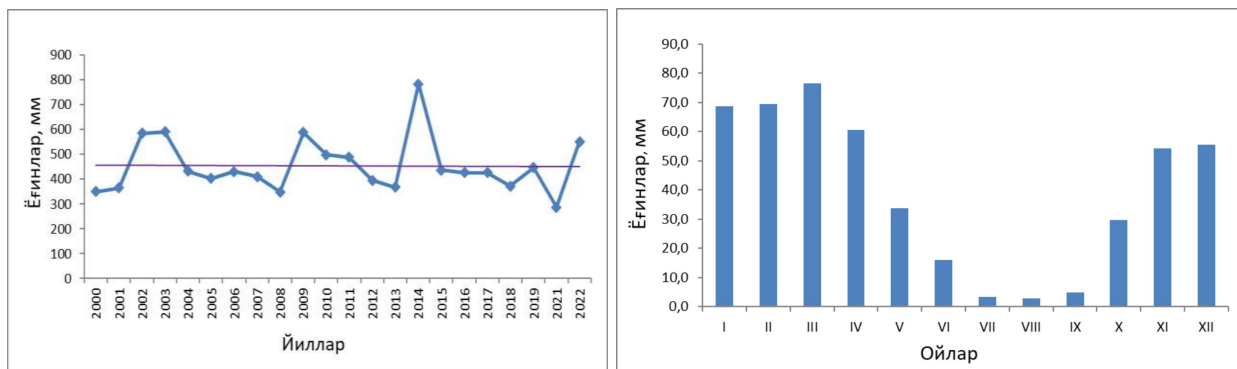


1-расм. Тошкент-Обсерватория метеорология станцияси жойлашуви

Рис. 1. Расположение метеостанции Ташкент-Обсерватория

Fig. 1. Location of the Tashkent-Observatory meteostation

**Ёғинлар миқдори.** Кузатув натижаларига кўра, Тошкент шаҳри ҳудудида 2000-2022 йиллар давомида атмосфера ёғинларининг йиллик максимал миқдори 2014 йилда (784,0 мм), минимал миқдори 2021 йилда (287,7 мм) кузатилиб, кўп йиллик ёғинлар умумий миқдори деярли кескин ўзгаришсиз қолмоқда (2-расм). Ёғинлар асосан куз-киш-баҳор мавсумида ёғиб, ёзда деярли ёғмайди. Ойлик максимал миқдор 2014 йил январь ойида (447,7 мм) кузатишган, турли йилларда июнь, июль, август ойларида ёғинлар умуман кузатилмаган.



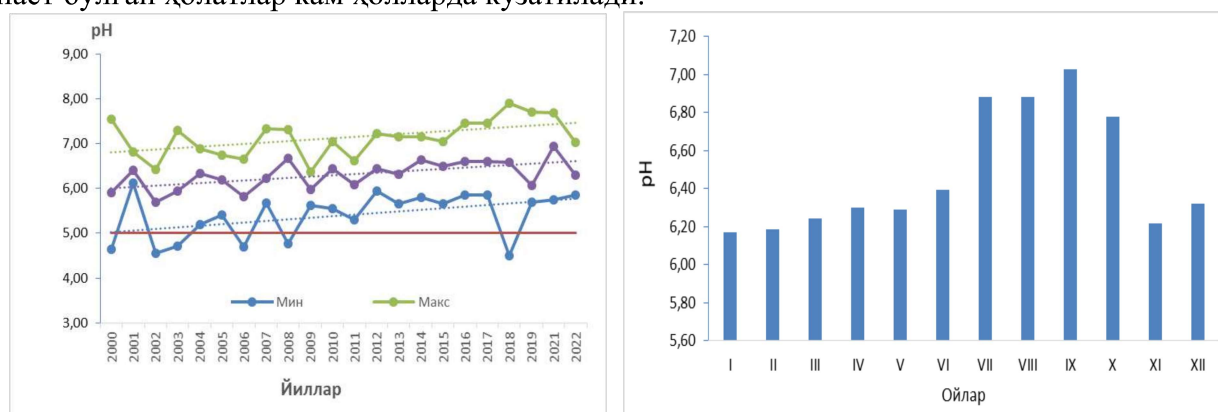
2-расм. Тошкент шаҳрида атмосфера ўғинлари миқдорининг кўп йиллик ўзгаришлари (2000-2022 йй.)

Рис. 2. Многолетние изменения количество атмосферных осадков в городе Ташкент (2000-2022 гг.)

Fig. 2. Long-term changes in precipitation amount in the Tashkent city (2000-2022)

*Ўғинлар муҳити.* Маълумки, ҳатто ифлосланиш даражаси кам бўлган атмосфера ўғинларида ҳам, уларнинг таркибидаги карбонат ангидрид ва бошқа табиий бирикмалар (водород сульфиди, олтингугурт диоксиди, азот оксидлари, органик кислоталар) ҳисобига рН кўрсаткичи 7 дан баланд бўлмайди. Илмий манбаларда ўғинларнинг табиий кислоталигининг энг қуйи чегараси рН=5 деб қабул қилинган.

Тошкент шаҳрида ўғинларнинг кўп йиллик ўртача рН кўрсаткичи рН=5,70÷6,94 оралиқда ўзгарган (3-расм). Ойлик минимал миқдори 2018 йил март ойида (рН=4,50), максимал миқдори 2018 йил октябр ойида (рН=7,90) кузатишган. Кузатув йилларида рН=5 дан паст бўлган ҳолатлар фақатгина 6 мартаба - 2000 йил январь (рН=4,92) ва ноябрь (рН=4,65), 2002 йил ноябрь (рН=4,55), 2003 май (рН=4,76) ва декабрь (рН=4,72), 2006 йил апрель (рН=4,70), 2008 йил ноябрь (рН=4,76) ва 2018 йил март (рН=4,50) ойларида кузатишган. Тошкент шаҳрида ёғадиган атмосфера ўғинлари муҳити рН=5 дан паст бўлган ҳолатлар кам ҳолларда кузатилади.



3-расм. Тошкент шаҳрида атмосфера ўғинлари кислоталигининг ўзгаришлари (2000-2022 йй.)

Рис. 3. Изменения кислотности осадков в городе Ташкент (2000-2022 гг.)

Fig. 3. Changes of acidity of precipitation in Tashkent city (2000-2022)

*Ёғинларнинг ион таркиби.* Атмосфера ёғинлари ифлосланишининг интеграл кўрсаткичи бу барча ионларнинг умумий концентрациясидир. 1-жадвалда атмосфера ёғинлари таркибидаги ионлар концентрацияларининг мавсумий ўртача қийматлари келтирилган. Атмосфера ёғинлари миқдорларининг мавсум бўйича фарқланишини ҳисобга олган ҳолда, уларнинг кимёвий таркибининг мавсум бўйича ўзгаришини ўрганиш мақсадида мавсумий илиқ давр учун апрель (IV) ойдан октябрь (X) ойигача бўлган давр, совуқ давр учун эса ноябрь (XI)дан март (III) ойигача бўлган давр танлаб олинди.

1-жадвал

**Атмосфера ёғинларидаги ионлар концентрацияларининг ўртача қийматлари (2000-2022 йй.)**

Таблица 1

**Средние значения концентраций ионов в атмосферных осадках (2000-2022 гг.)**

Table 1

**Average values of ion concentrations in atmospheric precipitation (2000-2022)**

Ионлар	Йил	Илиқ давр (IV-X)	Совуқ давр (XI-XII, I-III)	Йил	Илиқ давр (IV-X)	Совуқ давр (XI-XII, I-III)	Йил
pH	6,30	6,6	6,23				
	мг/л			микро-экв/л			% экв
$\text{HCO}_3^-$	29,33	45,5	16,82	481	746	276	30
$\text{SO}_4^{2-}$	10,8	16,66	9,27	225	346	193	14
СГ	3,56	3,93	3,44	100	111	97	6
$\text{NO}_3^-$	6,06	5,70	5,63	97	91	90	6
$\text{Ca}^{2+}$	10,11	18,65	7,69	410	413	314	25
$\text{Mg}^{2+}$	1,83	2,07	1,81	150	170	149	9
$\text{Na}^+$	1,81	2,3	1,83	78	100	80	5
$\text{K}^+$	1,13	2,41	0,83	28	62	21	2
$\text{NH}_4^+$	0,8	0,68	0,72	44	37	40	3
<b>Ионлар йиғиндиси</b>	65,7	98,8	48,6	1612,9	2076,2	1260,1	100

*Изоҳ:* Жадвалдаги нитратлар миқдори 2000-2009 йиллар маълумотлари асосида келтирилган.

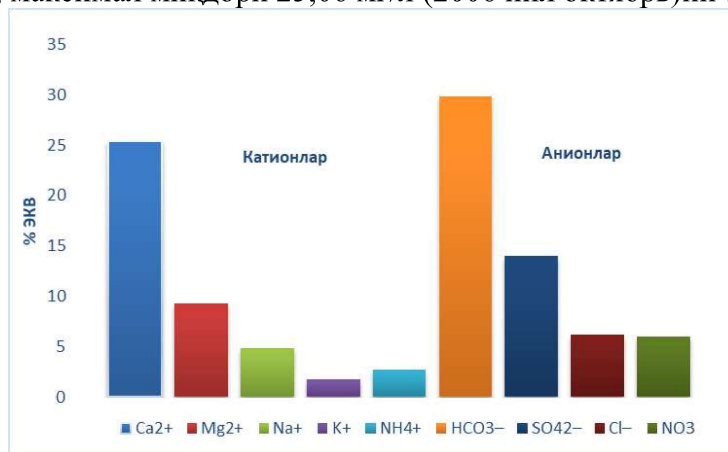
*Примечание:* Концентрация нитратов в таблице приведена по данным 2000-2009 гг.

*Note:* The nitrate concentration in the table is shown for 2000-2009.

Таҳлилларга кўра, ёғинлар таркибидаги ионлар концентрациялари илиқ мавсумда юқори бўлади, буни илиқ даврда ёғинлар миқдорларининг кам бўлиши билан изохлаш мумкин. Тошкент шаҳридаги атмосфера ёғинлари таркибидаги  $\text{Ca}^{2+}$  ва  $\text{HCO}_3^-$  нинг улуши умумий қийматга нисбатан 55 % ни ташкил этган (4-расм).

Тадқиқот натижаларига кўра, атмосфера ёғинлари таркибидаги кальцийнинг йиллик ўртача миқдори  $17,81 \div 4,32$  мг/л, унинг кузатилган минимал миқдори 1,6 мг/л (2005 йил ноябрь), максимал миқдори 59,32 мг/л (2013 йил июнь); магнийнинг йиллик ўртача миқдори  $0,78 \div 3,77$  мг/л, минимал миқдори 0,24 мг/л (2012 йил апрель), максимал миқдори 8,27 мг/л (2012 йил декабрь); натрийнинг йиллик ўртача миқдори  $0,68 \div 3,28$  мг/л, минимал миқдори 0,10 мг/л (2008 йил октябрь), максимал миқдори 2,22 мг/л (2004 йил июль); калийнинг йиллик ўртача миқдори  $0,65 \div 2,27$  мг/л, минимал миқдори 0,04 мг/л (2001 йил декабрь), максимал миқдори 8,61 мг/л (2013 йил июнь); аммонийнинг йиллик ўртача миқдори  $0,10 \div 2,17$  мг/л, минимал миқдори 0,01 мг/л (2021 йил май), максимал

миқдори 3,25 мг/л (2006 йил июнь); гидрокарбонатларнинг йиллик ўртача миқдори 6,83÷77,47 мг/л, минимал миқдори 1,22 мг/л (2002 йил февраль), максимал миқдори 128,77 мг/л (2018 йил октябрь); сульфатларнинг йиллик ўртача миқдори 4,08÷30,78 мг/л, минимал миқдори 0,7 мг/л (2016 йил май ва 2017 йил май), максимал миқдори 58,7 мг/л (2021 йил январь); хлоридларнинг йиллик ўртача миқдори 1,21÷9,39 мг/л, минимал миқдори 0,1 мг/л (2008 йил октябрь), максимал миқдори 24,11 мг/л (2021 йил январь); нитратларнинг йиллик ўртача миқдори 2,25÷9,7 мг/л, минимал миқдори 0,13 мг/л (2006 йил апрель), максимал миқдори 25,06 мг/л (2006 йил октябрь)ни ташкил этган.



4-расм. Атмосфера ёғинлари кимёвий таркибининг нисбий қийматлари (2000-2022 йй.)

Рис. 4. Относительные значения химического состава атмосферных осадков (2000-2022 гг.)

Fig. 4. Relative values of chemical composition of atmospheric precipitation (2000-2022)

2-жадвал

Атмосфера ёғинлари таркибидаги ионлар концентрацияларининг характерли қийматлари (2000-2022 йй.)

Таблица 2

Характерные значения концентраций ионов в атмосферных осадках (2000-2022 гг.)

Table 2

Characteristic values of ion concentrations in atmospheric precipitation (2000-2022)

№		Ионлар	Ўртача	Минимал	Максимал
1	анионлар	гидрокарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ), мг/л	29,33	1,22	128,77
2		сульфат ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), мг/л	10,8	0,7	58,7
3		хлорид ( $\text{Cl}^-$ ), мг/л	3,56	0,10	24,11
4		нитрат ( $\text{NO}_3^-$ ), мг/л	6,06	0,13	25,06
5	катионлар	кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ), мг/л	10,11	1,60	59,32
6		магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ), мг/л	1,83	0,24	8,27
7		натрий ( $\text{Na}^+$ ), мг/л	1,81	0,10	2,22
8		калий ( $\text{K}^+$ ), мг/л	1,13	0,04	8,61
9		аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ), мг/л	0,80	0,01	3,25

Кузатув йилларининг турли даврларида ёғинлар таркибидаги ионлар миқдори ва рН кўрсаткичлари икки даврга, яъни 2000-2010 йиллар ва 2011-2022 йиллар оралиғидаги даврларга бўлиб ўрганилди (3-жадвал).

3-жадвал

**Кузатув йилларининг турли даврларида ёғинлардаги  
ионлар миқдори ва рН кўрсаткичлари**

Таблица 3

**Показатели рН и концентрации ионов в осадках в разные периоды наблюдений**

Table 3

**pH and ions' concentrations in precipitation during different periods of observation**

Даврлар	рН	Ионлар концентрацияси, мг/л									
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ионлар йиғиндиси
2000-2010 йй.	6,15± 0,47	31,89± 15,06	9,81± 5,11	2,84± 2,05	6,06± 3,34	8,00± 5,24	1,76± 0,61	1,84± 1,48	1,2± 0,97	0,86± 0,52	64,26± 34,38
2011-2022 йй.	6,46± 0,47	26,78± 16,54	11,79± 5,99	4,27± 1,71	-	12,23± 6,77	1,91± 1,06	-	1,14± 0,82	0,74± 0,49	58,86± 33,38

**Изоҳ:** Натрий ва нитратларнинг кузатув маълумотлари тўлиқ бўлмаганлиги сабабли иккинчи давр учун қийматлар келтирилмади.

**Примечание:** За второй период данные по натрию и нитратов не приведены из-за неполноты данных.

**Note:** Sodium and nitrate data are not provided for the second period due to incompleteness of data.

Таҳлилларга кўра, биринчи даврга нисбатан иккинчи даврда ионларнинг умумий миқдори (59,55 дан 62,27 мг/л гача) ортган, бунинг сабаби ёғинлар таркибида сульфатлар (9,81 дан 11,79 мг/л гача), хлоридлар (2,84 дан 4,27 мг/л гача) ва кальций (8,00 дан 12,23 мг/л гача) миқдорларининг ортганлиги билан боғлиқ. Ёғинлардаги гидрокарбонатлар ва аммоний миқдори бироз камайган. Атмосфера ёғинларининг рН кўрсаткичи эса (6,15 дан 6,46 гача) ортган.

**Хулоса.** Ўрганилаётган ҳудуднинг атмосфера ҳавоси ифлосланганлигини ва экологик вазиятни баҳолаш учун атмосфера ёғинларининг физик-кимёвий кўрсаткичлари ва кимёвий таркиби муҳим индикаторлардан ҳисобланади. Кузатув йилларида Тошкент шаҳрида ёққан атмосфера ёғинларининг йиллик ўртача миқдорлари йилдан-йилга фарқ қилса-да, улар миқдорлари ўзгаришининг умумий тенденцияси сезиларли эмаслиги аниқланди. Аммо ёғинларнинг кимёвий кўрсаткичлари турлича қийматларга эга. Кузатув йилларида сульфатлар, хлоридлар, кальций, магний ва рНнинг йиллик ўртача миқдорлари ортганлиги, гидрокарбонатлар, аммоний, натрий ва калий миқдорлари нисбатан камайган ёки кескин ўзгармаганлиги кузатилган.

**Миннатдорчилик.** Мазкур тадқиқот ИЗ-2020113030 “Ўзбекистонда стабил изотоплардан фойдаланиб сув ресурслари ва уларнинг ифлосланишини мониторинг қилиш бўйича дастурий маҳсулот яратиш” мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилди.

**Муаллифлар ҳиссаси. С.Р. Исабеков:** маълумотларни тўплаш, ҳисоблашларни бажариш, натижалар таҳлили, мақола матнини ёзиш, мақолани расмийлаштириш. **Б.Э. Нишонов:** мақола ғояси, методология, раҳбарлик, мақолани расмийлаштириш. **Л.А. Саидмахмудова:** маълумотларни тўплаш, ҳисоблашларни бажариш. Мақола муаллифлари қўлёзманинг нашрга тавсия этилган матни билан танишдилар ва ўз розилиklarини билдирдилар.

## АДАБИЁТЛАР

Еремина И.Д. Химический состав атмосферных осадков в Москве и тенденции его многолетних изменений. // Вестник Московского Университета. Серия 5. География. – 2019, № 3. – С. 3-7.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 542 с.

Толкачева Г.А., Смирнова Т.Ю., Ковалевская Ю.И., Агафонова О.А. Химический состав осадков как индикатор загрязнения атмосферы в фоновых и антропогенных зонах // Труды НИГМИ. Выпуск 1 (246). - 2006, № 246. – С. 122-137.

Тошкент. Энциклопедия. – Тошкент: Ўзбекистон миллий энциклопедияси, Давлат илмий нашриёти, 2009. – 784 б.

Химический состав осадков. Ежегодные данные за 2000-2022 гг. – Ташкент: Узгидромет.

## МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ГОРОДЕ ТАШКЕНТ

С.Р. ИСАБЕКОВ<sup>1</sup>, Б.Э. НИШОНОВ<sup>1</sup>, Л.А. САИДМАХМУДОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, s.isabekov5858@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрено количество атмосферных осадков и их химический состав в городе Ташкенте – столице нашей республики. Выявлено, что годовые суммы атмосферных осадков в городе Ташкент различаются год от года, но тенденция их изменения остается неизменной. Годовой показатель рН атмосферных осадков наблюдается в пределах  $5,70 \div 6,94$ , а месячный показатель рН – в пределах  $4,50 \div 7,9$ . Среднегодовое количество анионов – сульфатов ( $SO_4^{2-}$ ), хлоридов (Cl) и катионов – кальция ( $Ca^{2+}$ ) и магния ( $Mg^{2+}$ ) в осадках увеличивается. Результаты исследования помогут определить уровень загрязнения атмосферного воздуха города Ташкент.

**Ключевые слова:** атмосферные осадки, количество осадков, химический состав, катионы, анионы, рН, кислотные дожди.

## LONG-TERM CHANGES IN THE QUANTITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE TASHKENT CITY

S.R. ISABEKOV<sup>1</sup>, B.E. NISHONOV<sup>1</sup>, L.A. SAIDMAKHMUDOVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, s.isabekov5858@gmail.com

**Abstract.** The article considers the amount of atmospheric precipitation and their chemical composition in the Tashkent city, the capital of our republic. It was revealed that the annual amounts of precipitation in the Tashkent city vary from year to year, but the trend of their change remains unchanged. The annual pH of precipitation is within  $5.70 \div 6.94$  and the monthly pH is within  $4.50 \div 7.9$ . The average annual concentration of anions – sulfates ( $SO_4^{2-}$ ), chlorides (Cl) and cations – calcium ( $Ca^{2+}$ ) and magnesium ( $Mg^{2+}$ ) in precipitation increases. The results of the study will help determine the level of air pollution in the city of Tashkent.

**Keywords:** atmospheric precipitation, precipitation amount, chemical composition, cations, anions, pH, acid rain.

**REFERENCES**

*Yeremina I.D.* Ximicheskiy sostav atmosfernih osadkov v Moskve i tendensii yego mnogoletnix izmeneniy [Chemical composition of atmospheric precipitation in Moscow city and trends in its long-term changes] // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5. Geografiya. 2019. № 3. – S. 3-7. (in Russian)

Rukovodstvo po ximicheskomu analizu poverxnostnix vod sushi [Guide on Chemical Analysis of Terrestrial Surface Waters] / Pod red. A.D. Semenova. – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – 542 s. (in Russian)

*Tolkacheva G.A., Smirnova T.Yu., Kovalevsraya Yu.I., Agafonova O.A.* Ximicheskiy sostav osadkov kak indikator zagryazneniya atmosfery v fonovix i antropogennix zonax [Chemical composition of precipitation as an indicator of atmospheric pollution in background and anthropogenic zones] // Trudi NIGMI. Vypusk 1 (246). 2006. – No. 246. – S. 122-137. (in Russian)

Toshkent. Ensiklopediya [Tashkent. Encyclopedia]. – Toshkent: O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi, Davlat ilmiy nashriyoti, 2009. – 784 b. (in Uzbek)

Ximicheskiy sostav osadkov. Yejegodnie dannie za 2000-2022 gg. [Chemical composition of precipitation. Yearly data for 2000-2022]. – Tashkent: Uzgidromet. (in Russian)