

Исабеков С.Р.
базовый докторант
Научно-исследовательский гидрометеорологический институт
Республика Узбекистан
Шаденов Р.И.
преподаватель
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека
Республика Узбекистан
Нишонов Бехзод
студент
Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа
(Национальный исследовательский университет) имени И.М.Губкина
Республика Узбекистан

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И КИСЛОТНОСТЬ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В статье изучены изменения количества атмосферных осадков, уровня кислотности и величин минерализации на 8 наблюдательных пунктах Ташкентской области в 2000-2022 гг. Годовое количество атмосферных осадков находится в пределах 104–1187 мм, при этом наибольшее значение зафиксировано в Чаткале (1187 мм, в 2003 г.), а наименьшее — в Бекабаде (170 мм, в 2021 г.). Кислотность (рН) атмосферных осадков колебалась в пределах 4,6–10,0, а уровень минерализации — в пределах 32,9–186,7 мг/л. Самая высокая минерализация зафиксирована в Алмалыке (186,7 мг/л) с высоким промышленным влиянием, а самая низкая — в Чаткале (32,9 мг/л), в горной местности. Результаты исследования важны при оценке источников загрязнения атмосферы и их воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: атмосферные осадки, количество осадков, химический состав, минерализация, рН, кислотные дожди, Ташкентская область.

*Isabekov S.R.
PhD student
Hydrometeorological Research Institute, Republic of Uzbekistan*

*Shadenov R.I.
teacher
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek
Republic of Uzbekistan*

*Nishonov Bekhzod
student
Branch of the Russian State University of Oil and Gas (National Research
University) named after I.M. Gubkin
Republic of Uzbekistan*

MINERALIZATION AND ACIDITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN TASHKENT REGION

***Abstract:** The article studies changes in the amount of precipitation, acidity levels, and mineralization values at 8 observation points in the Tashkent region in 2000-2022. The annual amount of precipitation ranges from 104 to 1187 mm, with the highest value recorded in Chatkal (1187 mm, in 2003), and the lowest in Bekabad (170 mm, in 2021). The acidity (pH) of precipitation fluctuated between 4.6 and 10.0, and the mineralization level ranged from 32.9 to 186.7 mg/l. The highest mineralization was recorded in Almalyk (186.7 mg/l) with a high industrial influence, and the lowest in Chatkal (32.9 mg/l), in mountain area. The results of the study are important in assessing the sources of air pollution and their impact on the environment.*

***Key words:** atmospheric precipitation, amount of precipitation, chemical composition, mineralization, pH, acid rain, Tashkent region.*

Введение. Химический состав осадков позволяет судить о степени интегрального загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. На основе полученных данных можно оценить дальность переноса загрязняющих веществ воздушными массами, а величина массы выпадений химических

ингредиентов позволяет выявить вклад атмосферных выпадений в загрязнение почв и поверхностных вод. На основе долговременных измерений химического состава осадков можно обнаружить тенденцию изменения общего уровня загрязнения атмосферы, оценить вклад отдельных источников в формирование состава осадков в изучаемом регионе, проводить оценку воздействия осадков на окружающую среду: растения, почву, строения и т. д. [1].

Атмосферные осадки вызывают существенные изменения минерализации и состава поверхностных и подземных вод. Кроме того, изучение химического состава атмосферных осадков необходимо в санитарно-гигиенических целях и для оценки загрязненности воздуха городов и промышленных районов [2].

Величина минерализации в теплые периоды года в 1,5 раза выше, чем в холодные. В периоды пыльных бурь, вызванных сильными ветрами, уровень минерализации атмосферных осадков может достигать 150 мг/л и даже выше. Формирование химического состава атмосферных осадков происходит в два этапа: при образовании тумана и облаков; атмосферные осадки – в процессе выпадения дождя и снега. На первом этапе, когда влажность воздуха достигает 100 %, образуются облака и туман. Часть влаги в них начинает конденсироваться в аэрозоли. При этом процессе содержащиеся в аэрозолях соли растворяются под действием влаги и на начальном этапе формируют химический состав атмосферных осадков. Второй этап проявляется в движении вниз капель и частиц снега, образовавшихся из тумана и облаков. При этом они, то есть капли и частички снега, при падении на землю начинают присоединять к себе аэрозоли. В результате их минерализация увеличивается [3].

В настоящее время химический состав атмосферных вод наименее изучен среди всех природных вод, они отличаются быстрым изменением своего химического состава в пространстве и во времени. Степень

минерализации атмосферных осадков ниже, чем поверхностных и подземных вод. В настоящее время они наблюдаются в разных значениях в разных географических широтах [2].

Объектом исследования являются 8 наблюдательных пунктов, расположенных в Ташкентской области (рис. 1).

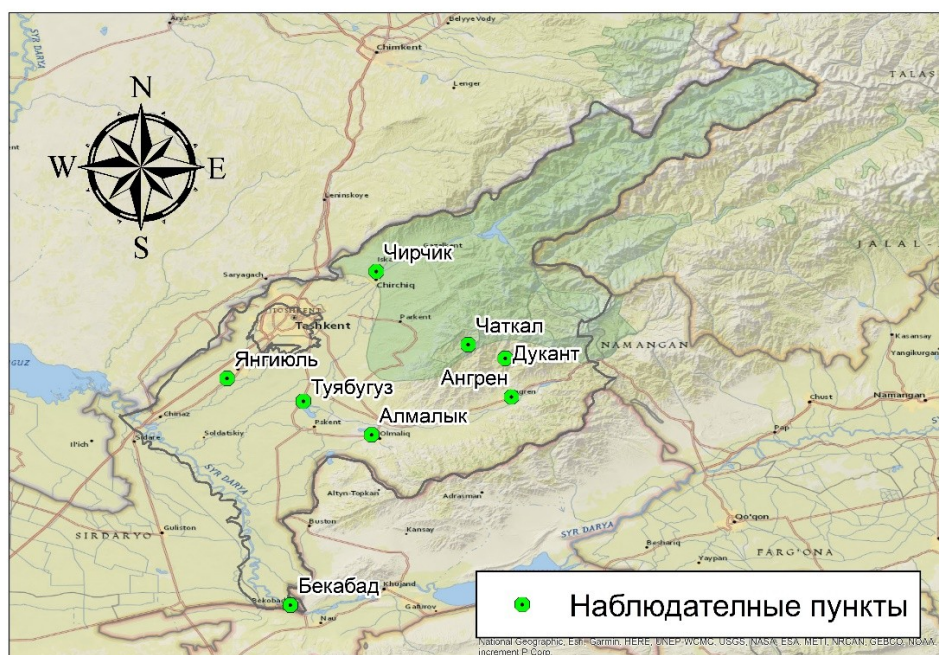


Рис. 1. Географическое расположение объекта исследования

К основным антропогенным загрязнителям воздуха в Ташкентской области можно отнести диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, твердые частицы различного состава и происхождения, а основные источники загрязнения предприятия теплоэнергетики, стройиндустрии, горнодобывающая и химическая промышленность, транспортный комплекс и др. Расположение крупных городских агломераций с большой плотностью населения и экологически вредными производствами в узких межгорных впадинах, специфические природно-климатические условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ в воздухе, все это остро отражается на здоровье населения [4].

Материалы и методы исследования. В работе использованы данные анализа атмосферных осадков на 8 наблюдательных пунктов в Ташкентской области. Кислотность осадков измеряют потенциометрическим измерением pH. Содержание ионов в пробах осадков определяют – сульфатов (SO_4^{2-}) турбидиметрическим методом, хлоридов (Cl^-) аргентометрическим методом, нитратов (NO_3^-) реактивом Грисса (восстановлением в кадмиевой колонке), кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) комплексонометрическим методом, аммония (NH_4^+) реактивом Несслера, натрия (Na^+) и калия (K^+) атомно-абсорбционным методом [5].

Результаты и обсуждение. С практической точки зрения изучение химического состава атмосферных осадков и их воздействия на объекты окружающей среды важно для создания устойчивой среды обитания. Определение различных ингредиентов дождя, снега и льда важно для сельскохозяйственных целей. В ходе исследования было изучено количество и химический состав атмосферных осадков, наблюдавшихся на 8 наблюдательных пунктов, по данным за последние 23 года (2000–2022 гг.) [6]. Анализ химического состава атмосферных осадков на станциях Ангрэн, Бекабад, Дукант, Алмалык, Туябугуз, Чирчик, Чаткал, Янгиюль в Ташкентской области проводится преимущественно на основе ежемесячных проб.

Количество осадков. По результатам исследования максимальное годовое количество атмосферных осадков на территории Ташкентской области за 2000–2022 годы наблюдалось на станции Чаткал в 2003 году (1187 мм), а минимальное - на станции Бекабад в 2021 году (170 мм). Наибольшее среднегодовое количество осадков наблюдалось на станциях Дукант (845 мм), Чаткал (702 мм) и Ангрэн (634 мм) (рис.1). Атмосферные осадки на территории Ташкентской области выпадают преимущественно в осенне-зимне-весенний период и почти не выпадают в летние месяцы. Среднемесячное максимальное количество на станциях мониторинга

наблюдалось в марте (82 мм), а в разные годы атмосферных осадков вообще не наблюдалось в июне, июле, августе.

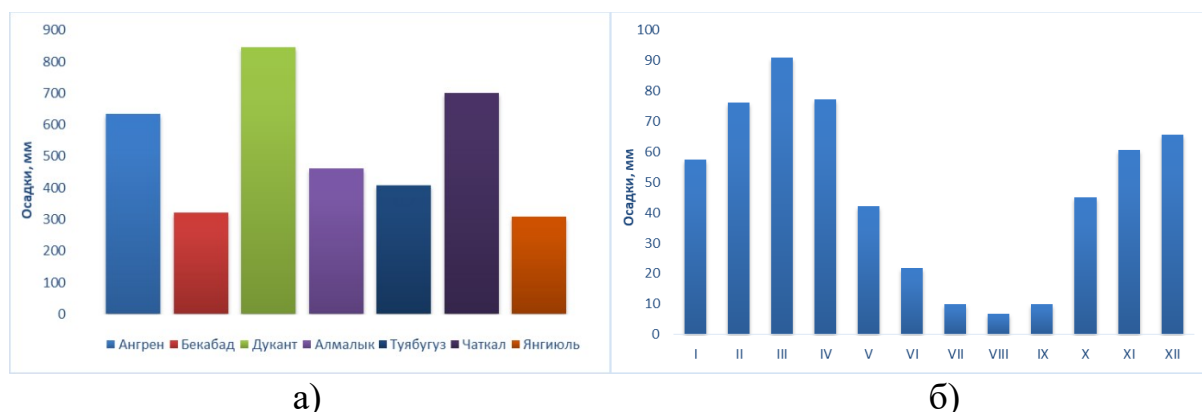


Рисунок 2. Многолетние суммы атмосферных осадков в Ташкентской области (1991–2020 гг.); а) на наблюдательных пунктах; б) по месяцам

Известно, что даже в атмосферных осадках с низким уровнем загрязнения показатель рН не превышает 7 из-за присутствия углекислого газа и других природных соединений (сероводорода, диоксида серы, оксидов азота, органических кислот). В научных источниках нижней границей естественной кислотности осадков считается рН=5. Среднемноголетний показатель рН атмосферных осадков на территории Ташкентской области изменялся в диапазоне 6,2÷10,0 (таблица 1).

Среднемноголетние значения рН осадков, близкие к рН=5 наблюдаются на станциях Ангрен (рН=5,7), Дукант (рН=5,5), Алмалык (рН=5,5) и Янгиюль (рН=5,1), следует отметить, что самое высокое значение кислотности наблюдается в Чирчике (рН=4,6).

Таблица 1.

Многолетние изменения значений рН и минерализации осадков

Станции	рН			Минерализация, мг/л
	Сред.	Мин.	Макс.	
Ангрен	6,2	5,7	7,2	164,92±44,63
Бекабад	7,2	6,7	7,9	143,84±26,27
Дукант	6,2	5,5	6,8	48,08±19,67

Алмалык	6,3	5,5	6,7	186,72±62,97
Туябугуз	6,5	6,3	6,8	132,59±39,92
Чирчык	6,3	4,6	8,0	64,99±28,26
Чаткал	6,9	6,0	10,0	32,93±7,78
Янгиюль	6,5	5,1	6,9	119,63±31,53

Примечание: наблюдения за рН на станции Алмалык начались в 2005 году.

Максимальное месячное значение рН наблюдалось в Алмалыке в январе 2007 года (рН=4,1), минимальное значение - в Бекабаде в апреле 2010 года (рН=9,0) и в Чирчике в декабре 2010 года (рН=8,8).

Наибольшая разница между средними многолетними значениями рН в атмосферных осадках наблюдалась в Чаткале (рН=6,9÷10,0), за ней следовали Чирчик (рН=4,6÷8,0) и Янгиюль (рН=5,1÷6,9) (рис. 3).

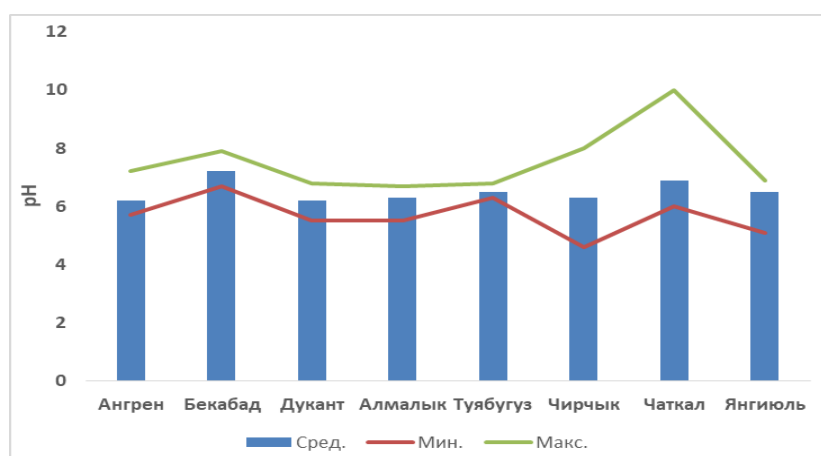


Рисунок 3. Изменение значений рН осадков на территории

Изменения минерализации атмосферных осадков также различны в разных регионах, что связано со многими факторами. Например, географическое положение: в горных районах осадки проходят через естественный фильтр, поэтому уровень минерализации относительно низкий, а в низкогорных и равнинных районах с плотной промышленной и населенной местностью уровень минерализации осадков выше, чем в других территориях. Кроме того, важную роль в формировании

минерализации атмосферных осадков играют влияние промышленной и человеческой деятельности на величину минерализации, влияние транспорта и урбанизации, влияние природных факторов, а также вид и количество осадков (рис. 4). Анализ минерализации (мг/л) осадков в разных местах в Ташкентской области показывает, что самый высокий уровень минерализации наблюдается в Алмалике (186 мг/л). Этот город считается местом с высоким влиянием промышленной деятельности. Горно-металлургическая промышленность Алмалыка оказывает большое влияние на атмосферные осадки и качество воздуха. Далее по значению минерализации следуют Ангрэн (164,92 мг/л) и Бекабад (143,84 мг/л), являющиеся также промышленно развитыми районами.



Рисунок 4. Минерализация атмосферных осадков в Ташкентской области

Сравнительно близки значения, наблюдаются в Туябугузе (132,59 мг/л) и Янгиюле (119,63 мг/л). Значения минерализации атмосферных осадков в Чирчике (64,99 мг/л) сравнительно ниже, что может быть связано выбросами аммиака в атмосферный воздух. Дукант (48,08 мг/л) и Чаткал (32,93 мг/л) находятся в горных районах, поэтому уровень минерализации в них находится на самом низком уровне.

Заключение.

Результаты исследований минерализации атмосферных осадков в Ташкентской области дают обширную информацию об экологических условиях этого региона. Исследование показало, что минерализация и кислотность осадков варьируется в зависимости от места и сезона. В целом значение минерализации летом выше, чем зимой, особенно во время пыльных бурь.

Кислотность атмосферных осадков в Ташкентской области в среднем составляла около рН 6,2-10,0 и была неодинаковой на разных станциях. Наблюдения на таких станциях, как Алмалык, Ангрэн и Янгиюль, показали более высокую кислотность атмосферных осадков из-за сильного промышленного воздействия, и уровень минерализации атмосферных осадков также был самым высоким. Влияние промышленности и транспорта на загрязнение атмосферного воздуха в этих районах считается значительным. В горных районах, таких как Чаткал и Дукант, уровень минерализации сравнительно невысокий.

Результаты исследований имеют практическое значение для сельского хозяйства, промышленности и здравоохранения и должны быть учтены при формировании будущей экологической политики и стратегии использования природных ресурсов. Более углубленное изучение региональных и сезонных изменений химического состава атмосферных осадков позволяют выявить источники загрязнения атмосферного воздуха и снизить их негативное воздействие.

Использованные источники:

1. Т. Смирнова, Г. Толкачева, Ю. Ковалевская. О химическом составе атмосферных осадков, отобранных на территории Ташкентской области // Экологический вестник. - 2003. - № 45. - С. 20-25.

2. О.А. Алекин. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 433 с.
3. Б.Е.Аденбаев, З.Ф.Хакимова, М.М.Мирхоликова. Гидрохимия / Учебное пособие. – Ташкент: Info capital books, 2022. – 135 с.
4. Охрана природной среды и использование природных ресурсов Республики Узбекистана: Доклад. – Ташкент: Укитувчи, 1993.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 542 с.
6. Химический состав осадков. Ежегодные данные за 2000-2022 гг. – Ташкент: Узгидромет.