

УДК 613.63:612.015(574.54)

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ИЗУЧАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИАРАЛЬЯ**

**Ибраева Л.К., Отарбаева М.Б., Хантурина Г.Р., Гребенева О.В., Жанбасинова Н.М.**

РГКП «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» МЗ СР РК,  
Караганда, Казахстан

*Цель работы заключалась в оценке воздействия различных химических веществ в атмосферном воздухе на здоровье населения Приаралья. Деградация растительного покрова на столь обширной территории вызывает глобальные и региональные изменения климата вследствие усиления парникового эффекта и увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере, эоловых пылевых выносов. Это приводит к истощению биологического разнообразия флоры и фауны Приаралья, нарушает среду обитания человека. Кроме этого, количество выбросов в атмосферу непрерывно увеличивается. За последние десятилетия оно удвоилось. Если не будут приняты необходимые меры, в следующем десятилетии оно может увеличиться еще в 2 раза (окружающая среда и человеческое здоровье). Все натурные исследования проведены на территориях Актюбинской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей, утвержденными в дизайне НТП. В фазе кейс контроля определили загрязняющие факторы в компонентах окружающей среды: в воздухе в холодный и теплый периоды года. Результаты исследований показали, что загрязнение атмосферного воздуха в гг. Шалкар, Арысь, пп. Иргиз, Улытау, Атасу, по данным многолетних наблюдений, было низким. Как в зимнее время, так и в летнее время года в большинстве населенных пунктов Приаралья уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами был низким (кроме п. Шиели).*

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, химические вещества, Приаралье

## **THE ASSESMENT OF INFLUENCE OF CHEMICALS IN FREE AIR IN THE STUDIED ARAL REGION**

**Ibraeva L.K., Otarbaeva M.B., Hanturina G.R., Grebeneva O.V., Zhanbasinova N.M.**

State Enterprise «National Centre of Labour Hygiene and Occupational Diseases» of the Ministry of Health and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Karaganda, Kazakhstan

*The objective of this work was to evaluate the effects of various chemical substances in the atmospheric air on health of Aral Sea region population. Degradation of the vegetative cover on such a vast territory calls for global and regional climate changes due to enhanced greenhouse effect and increasing the concentration of carbon dioxide in the atmosphere, Aeolian dust offsets. This leads to depletion of biological diversity of flora and fauna of the Aral sea region, violates the human environment. In addition, the number of emissions increases continuously. Over the past decade it has doubled. If not taken necessary measures in the next decade it may increase 2 times (environment and human health). All field studies conducted in the territories of Aktobe, South Kazakhstan and Karaganda regions, approved in the scientific and technological advancement design. In the phase case-control identified the polluting factors in the components of the*

*environment: in the air in cold and warm periods of the year. The results of the research showed that air pollution in the city of Shalkar, Irgiz village, Arys, Ulytau r., Atasu r. according to long-term observations was low. In the winter, and in summer, in most settlements of the Aral sea region the level of air pollution with heavy metals was low (except Shiely r.).*

**Key words:** *atmospheric air, chemicals, Aral region*

Прогрессирующее ухудшение природной среды в Приаралье в настоящее время столь значительно, что данный регион рассматривается как район экологического бедствия. Сюда относятся территории Кзыл-Ордынской и юга Актюбинской областей Казахстана, Каракалпакия, территории по среднему течению рр. Амударьи и Сырдарьи, вдоль Каракумского канала и др. В зоне экологического бедствия выделяется зона катастрофы, где произошли необратимые качественные изменения природной среды (обсохшее дно и акватория Арала, дельты Сырдарьи и Амударьи, некоторые территории интенсивного орошения вдоль Сырдарьи и Амударьи).

Дополнительную нагрузку на окружающую среду в этом регионе оказывает промышленная разработка нефтегазовых месторождений, таких как Кумколь, Бектас, Коныс и др. А данные литературы свидетельствуют о негативном влиянии факторов, сопровождающих добычу нефти и газа, как на экологию прилегающих регионов, так и на здоровье человека [70].

В Приаралье полностью утрачено качество водных и земельных ресурсов, нарушены состав и устойчивость экосистем, возросла токсичность окружающей среды. Около 300 дней в году по региону гуляют песчаные солевые бури. С высохшего дна ежегодно поднимаются в атмосферу миллионы тонн песка и пыли. Со всего осушенного дна моря каждый год выдувается около 39 млн т солей. Наступающая новая пустыня Аралкум уже поглотила 2 млн га пахотных земель, привела к деградации пастбищ, тугайных лесов, другой растительности. На космических снимках видно, что «грязевые» шельфы, заполненные пылью и солью Арала, проникают на 800–1000 км вглубь густонаселенных оазисов. Есть данные, что они оседают и на ледники там, где берут начало главные реки Центральной Азии [71, 72].

Основными видами промышленного производства, оказывающими неблагоприятное влияние на экологическую обстановку и на здоровье человека, являются нефтеперерабатывающая, нефтегазодобывающая, химическая, машиностроительная, горнодобывающая, хлопко-перерабатывающая, мукомольная, строительная промышленности и энергетика. Так, по данным Национального доклада по охране окружающей среды Туркменистана (2000 г.), в 1998 г. в атмосферу выброшено 844,859 тыс. т загрязняющих веществ (Окружающая среда и человеческое здоровье) [72].

Санитарная и экологическая обстановка в Приаралье в настоящее время продолжает ухудшаться. Уровень Аральского моря продолжает падать, происходит процесс дальнейшего опустынивания дельты р. Сырдарьи. К 2000 г. из 1,5 млн га почв здесь высохло, засолилось и опустынилось более половины. Общая аридизация климата Приаралья ведет к усилению его континентальности, увеличению перепада между летними и зимними температурами воздуха, что ухудшает и без того тяжелые условия проживания населения на равнинных территориях [68]. Вышеизложенное послужило основанием проведения исследований на

территории Приаралья. В связи с чем целью исследования явилась оценка воздействия различных химических веществ в атмосферном воздухе на здоровье населения Приаралья.

**Материалы и методы.** Методология исследований по санитарно-химическому фрагменту НТП была построена на основе поставленных задач. Все натурные исследования проведены на территориях Актюбинской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей, утвержденными в дизайне НТП.

Согласно концептуальной фазе программы был выбран и использован комплекс современных стандартизованных (сертифицированных) эколого-гигиенических, химических, картографических и статистических (вариационная статистика, критерий Стьюдента) методов исследования. В фазе кейс контроля определили загрязняющие факторы в компонентах окружающей среды: в воздухе в холодный и теплый периоды года.

В атмосферном воздухе проводили круглосуточный (6-12-18-24 часовой) мониторинг на протяжении 3 суток в г. Аральск (23 точки), пп. Айтеке-Би (19 точек), Жосалы (11 точек), Жалагаш (13 точек), Шиели (20 точек), г. Шалкар (14 точек), п. Ыргыз (13 точек), г. Арысь (28 точек), пп. Улытау (8 точек), Атасу (11 точек). Отбор проб атмосферного воздуха проводили в определенных точках местности с помощью анализатора ГАНГ-4. Определение содержания в атмосферном воздухе загрязняющих веществ (фенол, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы) проводили стандартными методами с привлечением аккредитованных и сертифицированных лабораторий гг. Кызылорды, Актюбинска.

В качестве основной переменной исследования атмосферного воздуха явилась максимально-разовая концентрация взвешенных веществ, фенола, диоксида азота, диоксида серы. Из полученных результатов просчитывали среднесуточные концентрации загрязняющих веществ с учетом стандартного отклонения и 95% доверительного интервала с применением программы «Statistica – 10». Оценка результатов проводили по отношению анализируемого вещества в воздухе к ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>. Кратность превышения ПДК<sub>сс</sub> загрязняющих веществ была использована при расчете индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) как интегрального показателя с учетом пересчета на 3 класс опасности (к 1 классу – 1,7; 2 классу – 1,3; 3 классу – 1,0; 4 классу – 0,15). Величина ИЗА рассчитывалась по значениям среднегодовых концентраций, поэтому этот показатель характеризовал уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Установлены 4 категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень ИЗА считали низким при значениях менее 5, повышенным при 5–8, высоким при 8–13, очень высоким при ИЗА более 13.

Общее количество исследований проб атмосферного воздуха составило 960. Моделирование поведения вредных веществ в окружающей среде, т.е. количественное распределение концентраций или уровней факторов в населенных поселках проводили путем расчета ожидаемых уровней в множестве точек (до 800) по данным фактических измерений на 10–30 любого поселка или города. Точками наблюдения становились места пересечения регулярных сеток (квадрат со стороной в 500–800 м), нанесенных на карту города или поселка. Отображение загрязнения на схематической карте города выполнено в виде цветowych пятен (полигонов), соответствующих заданным уровням либо отдельного показателя, либо интегрального (ИЗА и др.), либо нескольких показателей. Выделение зон с различным экологическим риском проживания населения проводилось в разработанном нами программном продукте (ПП). Статистический расчет протяженности зоны загрязнения

от комбинации точек с различными уровнями загрязнителя был выполнен методом экстраполяции данных (метод отклика поверхности с учетом рельефа).

Для деления селитебной территории поселков на различные зоны были использованы несколько интегральных показателей: индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА<sub>5</sub>). Для оценки ИЗА<sub>5</sub> выбрана шкала с 4 уровнями чистоты: до 5 у.е. – низкий уровень, при 5–7 у.е. – повышенный, при 7–14 у.е. – высокий, при выше 14 у.е. – очень высокий уровень.

**Результаты и обсуждение.** Ретроспективная оценка загрязнения атмосферного воздуха Приаралья: согласно данным с 2006 по 2013 гг., в г. Шалкар Актюбинской области уровень диоксида серы превышал норму и в среднем был равен 3,3 кратности ПДК. Наблюдалось превышение в 2006, 2011 и 2012 гг. среднесуточной концентрации диоксида азота, равное 1,2 кратности ПДК. Индекс загрязнения атмосферы был равен 4,6 у.е., что характеризует низкий уровень загрязнения. Превышение уровня фенола в воздухе не наблюдалось и было в пределах санитарных норм (табл. 1).

Таблица 1

**Ретроспективные данные загрязнения атмосферного воздуха г. Шалкар**

Показатели	Сред- нее	-95% ДИ	+95% ДИ	Мин.	Макс.	Ошибк а	ПДК	Кратно е ПДК
<b>Атмосферный воздух</b>								
диоксид азота, мг/м <sup>3</sup>	0,049	0,018	0,08	0,017	0,085	0,013	0,04	1,2
диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,165	0,02	0,3	0,073	0,5	0,058	0,05	3,3
взвешенные вещества, мг/м <sup>3</sup>	0,4	0,17	0,63	0,2	0,5	0,08	0,5	0,07
фенол, мг/м <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0

Данные собственных исследований показали, что в атмосферном воздухе г. Аральск в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола было в пределах нормы. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по г. Аральск зимой в среднем равен 1,4, что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Айтеке-Би в холодный период года были в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Айтеке-Би в среднем равен 1,3 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В холодный период года во всех точках забора атмосферного воздуха в п. Жосалы среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота не превышало санитарных норм, среднее содержание фенола в атмосферном воздухе находилось на уровне ПДК и составляло 1,02 кратности к ПДКсс. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Жосалы в среднем был равен 2,02 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Во всех точках забора атмосферного воздуха п. Жалагаш в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола не превышало ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Жалагаш в среднем равен 1,8 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Шиелы в холодный период года были в пределах санитарных норм, однако отмечали превышение взвешенных веществ, среднее содержание которых составило 0,34 мг/м<sup>3</sup> при ПДК взвешенных веществ 0,15 мг/м<sup>3</sup> и превышение диоксида азота в 5,5 мг/м<sup>3</sup> кратности ПДК. В холодный период года индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Шиелы в среднем был равен 8,6 у.е., что соответствует повышенному уровню.

По результатам замеров в атмосферном воздухе г. Шалкар в холодный период 2015 г. среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы, фенола были в пределах нормы. Отмечали превышение в воздухе оксида углерода в 1,007 кратности ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Шалкар в холодный период года в среднем равен 3,0 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Во всех точках забора атмосферного воздуха в п. Иргиз среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, фенола и оксида углерода не превышало санитарных норм. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Шалкар в среднем равен 2,5 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В холодный период года во всех точках забора атмосферного воздуха в г. Арысь среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида серы, фенола и оксида углерода не превышало санитарных норм, среднее содержание диоксида азота в атмосферном воздухе находилось в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА5 по г. Арысь в среднем равен 3,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Среднесуточные показатели концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Улытау в холодный период года были в пределах ПДК. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Улытау в среднем равен 1,04 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. По результатам замеров в атмосферном воздухе п. Атасу в холодный период года среднесуточное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола было в пределах нормы. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 по п. Атасу в холодный период года в среднем равен 0,95 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Данные собственных исследований населенных пунктов Приаралья в теплый период года в г. Шалкар характеризовали по среднесуточным показателям, которые позволили выявить, что концентрации диоксида серы и фенола были выше уровня санитарных норм, соответственно 2,2 ПДК<sub>сс</sub> для диоксида серы и 1,1 ПДК<sub>сс</sub> для фенола. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 в г. Шалкар составил в среднем 3,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы в атмосферном воздухе п. Иргиз в теплый период года были в пределах санитарных норм. Содержание фенола превышало уровни санитарных норм до 1,1 ПДК<sub>сс</sub>. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 был равен 1,7 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации основных веществ в атмосферном воздухе г. Арысь в теплый период были в пределах санитарных норм, а фенола превышали ПДК<sub>сс</sub> в 1,7 раза. Индекс загрязнения атмосферы ИЗА4 в г. Арысь в среднем был равен 2,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

В атмосферном воздухе п. Улытау в теплый период года не было отмечено превышения санитарных норм для анализируемых веществ и индекс загрязнения атмосферы в п. Улытау не превышал 1 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения.

Среднесуточные концентрации взвешенных веществ, диоксида азота, диоксида серы и фенола в атмосферном воздухе п. Атасу в теплый период года были в пределах санитарных норм, а индекс загрязнения атмосферы был равен 1 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. Таким образом, на качество атмосферного воздуха в г. Шалкар, п. Иргиз и г. Арысь влияло повышенное содержание фенола, наиболее высокие концентрации которого отмечали в летнее время в г. Арысь (рис. 1).

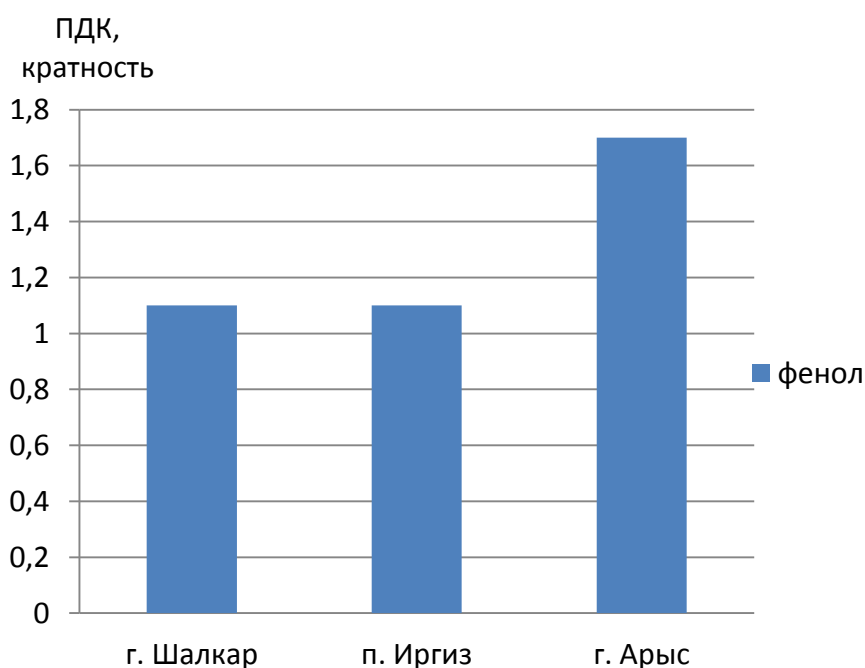


Рисунок 1. Содержание фенола в атмосферном воздухе в населенных пунктах Приаралья в летний период года

В атмосферу населенных пунктов Приаралья пыль попадает при выветривании горных пород, сдувании верхнего слоя почвы, сжигании топлива, автотранспорта и др. Содержание пыли в воздухе уменьшается после выпадения осадков и с увеличением высоты. Известно, что чем меньше величина пылинок, тем меньше задержка пыли в органах дыхания. В альвеолы наиболее заносятся пылевые частицы размером около или менее 1 мкм, которые преобладают среди взвешенных в атмосферном воздухе частиц.

При анализе дисперсного состава отобранных на фильтры частиц пыли в г. Аральск было выявлено, что основную часть составили частицы менее 1,5 мкм – 48,8%. Более крупные частицы от 1,5 до 2,5 мкм составили 17%, от 2,5 до 5 мкм – 15,7%, от 5 до 7,5 мкм – 9%, от 7,5 до 10 мкм – 6,2%, а более 10 мкм – 3,3%. Все частицы имели округлую форму с гладкой поверхностью, из чего можно сделать вывод о причине их образования за счет процессов конденсации или испарения жидкости (рис. 2). Именно такие частицы хуже всего задерживаются в дыхательных путях и проникают глубоко в альвеолы, что может приводить к развитию пульмонии.

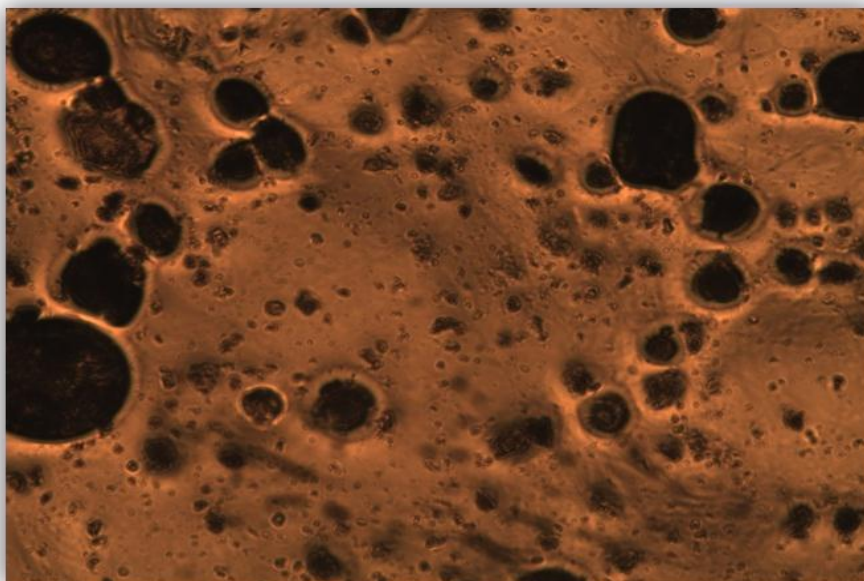


Рисунок 2. Частицы пыли в воздухе г. Аральск под микроскопом (ув.х10)

В п. Айтеке-би еще большая часть (69,2%) навески составила мелкодисперсная пыль размером до 1,5 мкм, 15,3% – от 1,5 до 2,5 мкм. Более крупные частицы встречаются относительно реже. Здесь кроме преимущественно частиц округлой формы и с гладкой поверхностью встречались частицы овальной и неправильной формы с гладкой поверхностью. 58% частиц пыли в п. Жосалы составила мелкодисперсная фракция до 1,5 мкм и 19,6% – до 2,5 мкм. Здесь также преобладали частицы округлой или овальной формы с гладкой поверхностью. Процентное соотношение частиц до 1,5 мкм составило 49,7%, от 1,5 до 2,5 мкм – 19,1%. В п. Жалагаш преобладали уже частицы неправильной формы, хотя в небольшом количестве присутствуют частицы овальной формы с гладкой поверхностью. Форма влияет на поведение пылинок в воздухе, при этом частицы неправильной формы способны более длительное время сохраняться в воздухе. Большинство является мелкодисперсной пылью размером от <1,5 до 5 мкм. Число мелкодисперсной пыли размером до 1,5 мкм в воздухе п. Шиели составило 72,4 %, от 1,5 до 2,5 мкм – 12,2 %. При этом крупные частицы пыли были чаще овальной формы, а более мелкие – неправильной формы, которые следует относить к аэрозолям дезинтеграции.

По результату проведенного исследования можно сказать, что основная часть пыли в г. Шалкар – это частицы неправильной формы, образующиеся под воздействием механического воздействия. Частица неправильной формы оседает медленно, так как она падает всегда в положении наибольшей своей поверхности, встречающей наибольшее сопротивление воздуха. Также встречаются фракции округлой формы с гладкой поверхностью, возникающие при испарении и последующей конденсации в воздухе паров. Дисперсность пыли в г. Шалкар только на 50,7% была определена размером до 1,5 мкм и на 32,6% частицами от 1,5 до 2,5 мкм. Более крупные частицы размером больше 10 мкм составили лишь 0,2%.

В п. Иргиз в атмосферном воздухе преобладали частицы пыли неправильной формы, возникающие при механическом измельчении, дроблении твердых пород, редко встречались частицы округлой формы с гладкой поверхностью (рис. 3).

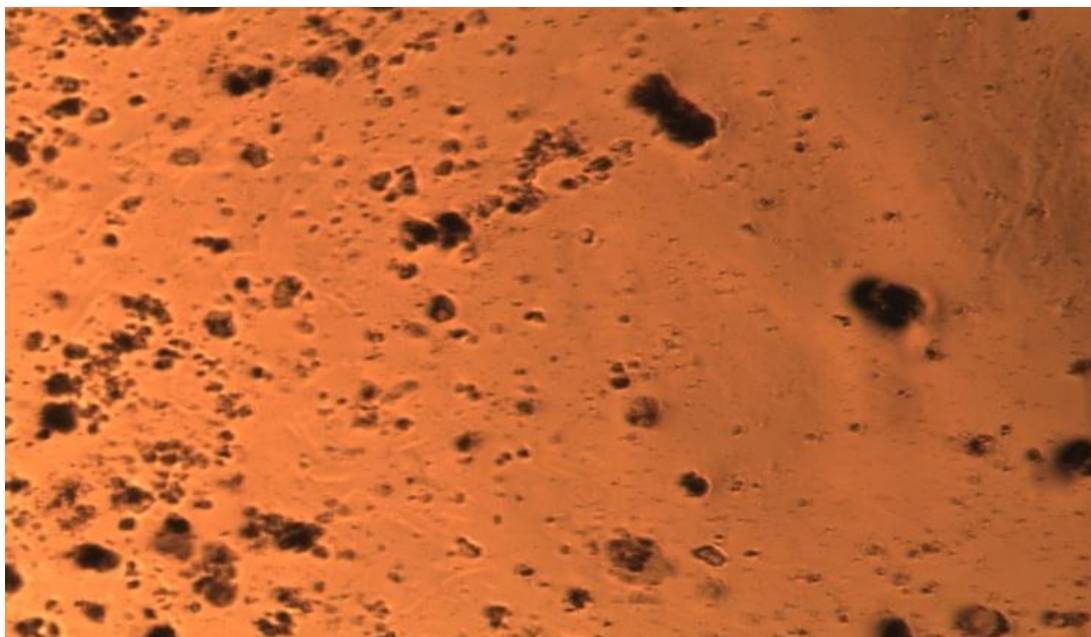


Рисунок 3. Частицы пыли в воздухе п. Иргиз под микроскопом (ув.х10)

Основная часть пыли и здесь состояла из частиц размером менее 1,5 мкм – 57,6%, от 1,5 до 2,5 мкм – 24,7%, фракции более 10 мкм были крайне редки – 0,1%.

Основное количество фракций пыли в г. Арысь имело неправильную форму и в процентном соотношении частицы менее 1,5 мкм составляли чуть более половины – 58,5%, от 1,5 до 2,5 мкм – 28,9%, а более 10 мкм – только 0,1%.

Более половины отобранной пыли в п. Улытау было представлено частицами неправильной формы, часть была округлой и овальной формы с гладкой поверхностью. При этом в процентном соотношении частицы менее 1,5 мкм составили только половину пыли – 50,7%, от 1,5 до 2,5 мкм – 30%, увеличена здесь доля частиц размером более 10 мкм – 0,6%. Основное количество частиц пыли в п. Атасу было неправильной формы, пылинки размером менее 1,5 мкм составляли 52,1%, от 1,5 до 2,5 мкм – 30,8%, число частиц более 10 мкм составило лишь 0,2%.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха в гг. Шалкар, Арысь, пп. Иргиз, Улытау, Атасу, по данным многолетних наблюдений, было низким. Как в зимнее, так и в летнее время года в большинстве населенных пунктов Приаралья уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами был низким (кроме п. Шиели).

#### **Список литературы:**

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и заболеваний, представляющих опасность для окружающих: утв. 30 марта 2000 года № 468.
2. Научные исследования в области охраны окружающей среды. Выявление причинно-следственных связей населения, проживающего в зоне экологического бедствия Приаралья: отчет по программе 003 / РГП «Информационно-аналитический центр охраны окружающей среды» МООС РК. Республика Казахстан. – Астана, 2008–2010.
3. Ахмедсафин У.М., Солнцев А.В. Кзылкумский артезианский бассейн // Формирование и гидродинамика артезианских вод Казахстана. – Алма-Ата, 1973. – 250 с.
4. Аральское море XXI век. <http://aral21.narod.ru/real.htm> 24.07.2015.
5. Шпаков А.Е., Дюсембаева Н.К., Салимбаева Б.М., Дробченко Е.А. Оценка уровня здоровья населения Приаралья // Гигиена труда и медицинская экология. – 2014. – № 3(44). – С. 43.