

УДК 504.064(574.54)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗОНЫ ПРИАРАЛЬЯ****Хантурина Г.Р., Такибаева А.Т., Дербуш С.Н., Сейткасымова Г.Ж.***Казахстанский государственный технический университет, Караганда,  
e-mail: khanturina@gmail.com*

Комплексная экологическая оценка была рассчитана по среднегодовым уровням загрязнения объектов окружающей среды населенных пунктов зоны Приаралья Актюбинской области Казахстана. В основу комплексной оценки положен принцип интегральной оценки факторов, оказывающих негативное воздействие на население через объекты окружающей среды (атмосферный воздух, почва, вода питьевая, вода поверхностная, донные отложения, осадки, пыль). Полученные результаты собственных исследований состояния объектов окружающей среды населенных пунктов приведены к единой шкале. Использована методика возрастающей последовательности балльных оценок, адаптированная для полученных химических показателей загрязнения. В городе Шалкар составила 50 баллов, в поселке Иргиз 39 баллов, которые вошли в критическую зону. Критическая обстановка сложилась ввиду осаждения солевой пыли в пойме реки Сырдарья и со дна высохшего Аральского моря, вымывания солей на поверхность с последующим высыханием и ветровой эрозией, а также наличием большого количества солончаков. К югу от населенных пунктов расположено Аральское море, за счет чего наблюдается повышенное содержание сульфатов и хлоридов, входящих в состав соли дна моря. К северу от г. Шалкар ведется добыча полезных ископаемых на территории Мугоджарских гор, которые богаты запасами хромитов, никеля, кобальта, меди, черными и редкими металлами.

**Ключевые слова:** Казахстан, Приаралье, загрязнение, окружающая среда, комплексная экологическая оценка**COMPARATIVE INTEGRATED ECOLOGICAL ASSESSMENT OF HUMAN  
SETTLEMENTS AKTOBE REGION OF THE ARAL SEA ZONE****Khanturina G.R., Takibaeva A.T., Derbush S.N., Seytkasymova G.Zh.***Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: gkhanturina@gmail.com*

The integrated environmental assessment was calculated based on the average annual pollution levels of environmental objects in the settlements of the Prearalie zone of the Aktobe region of Kazakhstan. The basis of the integrated assessment is the principle of integral assessment of factors that have a negative impact on the population through environmental objects (air, soil, drinking water, surface water, bottom sediments, sediments, dust). The obtained results of our own studies of the state of environmental objects in populated areas are reduced to a single scale. The technique of increasing sequence of ballistic estimates, adapted for the chemical pollution indicators obtained, was used. In the city of Shalkar was 50 points, in the village of Irgiz 39 points, which entered the critical zone. The critical situation was formed due to precipitation of salt dust in the floodplain of the Syr Darya River and from the bottom of the dried Aral Sea, leaching of salts to the surface, followed by drying and wind erosion, as well as the presence of a large number of solonchaks. To the south of the settlements there is the Aral Sea, due to which there is an increased content of sulfates and chlorides that make up the salt of the sea floor. To the north of Shalkar, minerals are mined in the Mugodzhaz mountains, which are rich in chromite, nickel, cobalt, copper, black and rare metals.

**Keywords:** Kazakhstan, Aral Sea, pollution, environment, integrated environmental assessment

Источниками загрязнения воздуха в Центрально-Азиатском регионе Приаралья являются пустыни, высохшее дно Аральского моря, с поверхности которого ветром переносятся массы засоленной пыли. С солью переносятся остатки пестицидов и удобрений, тяжелые металлы [1]. Содержание загрязняющих химических веществ, находящихся в почвах Аральского региона, превышает показатели в почвах других территорий проживания и мировых значений предельно допустимых концентраций этих элементов. Содержание соли в питьевой воде превышает ПДК в 2,5–3 раза и может быть причиной возникновения заболеваний желудочно-кишечной, мочеполовой и др. систем [2, 3].

Исследованиями, проведенными учеными, показано, что состояние здоровья населе-

ния, проживающего в зоне Приаралья, в последние десятилетия продолжает ухудшаться. Увеличился уровень врожденных патологий, болезней органов дыхания и пищеварения, заболеваемость крови и кроветворных органов, эндокринной системы [4, 5].

В связи с вышесказанным исследование состояния окружающей среды, расчет комплексной оценки состава воздуха, почвы, воды, пыли, осадков, донных отложений населенных пунктов Приаралья является актуальным.

**Объекты исследования:** территории населенных пунктов Актюбинской области – г. Шалкар, п. Иргиз.

**Цель исследования:** описать среднегодовые значения объектов окружающей среды двух населенных пунктов Приаралья, рассчитать комплексную оценку.

**Методы исследования:** эколого-гигиенические, санитарно-химические, статистические. Замеры воздуха, взятие проб в почве, воде, водоемах, донных отложениях, пыли, осадках осуществляли в зимний и летний периоды и выводили среднегодовое значение. Пробы отбирали в г. Шалкар в 14 точках, в п. Иргиз в 13 точках. Установление точек отбора производилось с использованием GPS-навигатора непосредственно на месте обследования.

Сотрудниками проводился отбор проб атмосферного воздуха газовым анализатором ГАНК-4, согласно РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» в установленных точках населенной местности. Замеры содержания в атмосфере фенола, диоксида азота, диоксида серы, взвешенных веществ проводили стандартными методами с привлечением аккредитованных и сертифицированных лабораторий. В качестве основной переменной воздуха явилась максимально-разовая концентрация вышеупомянутых веществ. По полученным результатам просчитывали среднесуточные концентрации веществ. При этом учитывали стандартное отклонение и 95% доверительный интервал и применяли программу «Statistica – 10». Результаты рассчитывали по отношению к ПДК исследованных веществ в воздухе по ПДК<sub>мр</sub> и ПДК<sub>сс</sub>. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) рассчитывался по значениям среднегодовых концентраций, и этот показатель характеризовал длительное загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов. Общеприняты 4 категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. ИЗА считается низким при значениях менее 5 условных единиц, повышенным от 5 до 8 у.е., высоким от 8 до 13 у.е., очень высоким свыше 13 у.е. Определение реальной аэрогенной нагрузки химических веществ, формируемой атмосферными загрязнениями, осуществляли путем определения перечня приоритетных химических веществ, формирующих фактическое загрязнение и установление количественной зависимости химической нагрузки.

Для оценки качества воды водоемов и осадков были проведены все основные коммунальные водозаборы, а также пробы из водопроводной сети, используемые на микротерритории, отобранные согласно требованиям ГОСТ 17.1.5.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных вод, льда и осадков», «Инструкции по отбору проб анализа сточных и поверхностных вод» № 8/6074 от 16.02.1994 г. СанПин по питьевой воде № 3.-2.002.04. Пробы питье-

вой воды отбирали по ГОСТ 24481-80 «Вода питьевая. Отбор проб» и ГОСТ 2874-73 «Вода питьевая». Оценка результатов проводилась по отношению к ПДК вещества в воде, методом сопоставления с требованиями ГОСТ для питьевой воды, образцов из источников питьевого водоснабжения. Так же проводили расчет индекса загрязнения воды тяжелыми металлами (ИЗВ). Для оценки выбрана шкала с 5 уровнями чистоты: 0–1 у.е. – чистая; 1–2 у.е. – умеренно загрязненная; 2–4 у.е. – загрязненная; 4–6 у.е. – грязная; 6–10 у.е. – очень грязная.

Пробы почвы и донных отложений отбирали по ГОСТ 17.4.4.02-84 «Отбор проб почвы для химического анализа». Пробы почвы отбирали шпателем один раз в течение светового дня на площадках из одного горизонта методом конверта и составляли перемешанную объединенную пробу. Почву отбирали с глубины 10–20 см, вес грунтовой пробы составлял один килограмм. Коэффициент вариации содержания химических веществ в объединенной пробе не превышал 30% и находился в пределах ошибки анализа. Полученные результаты оценивали по отношению к ПДК веществ в почве, степени токсичности по СанПиН 2.1.7 «Эколого-гигиенические параметры, характеризующие степень токсичности веществ». Далее проводился расчет индекса загрязнения почвы тяжелыми металлами ( $Z_c$ ). Для оценки выбрана шкала с 5 уровнями загрязнения:  $Z_c = 1$  у.е. – незагрязненная;  $Z_c = 1–13$  у.е. – низкий уровень загрязнения;  $Z_c = 13–25$  у.е. – средний уровень загрязнения;  $Z_c = 25–37$  у.е. – повышенный уровень загрязнения;  $Z_c = 37$  у.е. и более – высокий уровень загрязнения.

Контроль качества воды, почвы, пыли определяли по следующим химическим веществам: нитраты, хлориды, сульфаты, фосфаты, марганец, медь, цинк, свинец, кадмий, ртуть, ванадий, мышьяк, железо, селен, никель, кобальт. В питьевой воде также определяли органолептические, санитарно-химические показатели, БПК<sub>5</sub>, растворенный  $O_2$ .

По заданным точкам собирали пыль на фильтры прибором – Аспиратор ОП-221 ТУ. Затем дисперсный состав (размер, форма) пыли изучали под микроскопом ZEISS «Axio imagerM2». В каждом населенном пункте брали по 10 проб пыли.

Проводились химические анализы определения неорганических веществ в воде, почве, водоемах, донных отложениях, осадках, пыли на абсорбционной спектрофотометре МГА-915, спектрофотометре PD-303S (Япония), фотометре-эксперте-003 «Эконикс».

Разработана методология расчетов комплексной эколого-гигиенической оценки степени напряженности экологической ситуации территорий Приаралья, обусловленной загрязнением токсикантами. Комплексная экологическая оценка была выполнена на основе методической рекомендации: «Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения» (г. Москва, 1997 г. п 2510/5716-97-32 (д). Критерии оценки экологической обстановки территорий утверждены приказом Министра энергетики РК от 16 марта 2015 г. № 202. Приказ зарегистрирован в Министерстве юстиции РК 30 апреля 2015 года № 10928.

В основу комплексной оценки положен принцип интегральной оценки факторов, воздействующих на население через атмосферный воздух, почву, воду питьевую, воду поверхностную, донные отложения, осадки, пыль. Полученные собственными исследованиями химические показатели состояния окружающей среды приведены к единой шкале. Использована методика возрастающей последовательности балльных оценок, адаптированная для полученных химических показателей загрязнения.

Ранжирование проводилось по 5 категориям: удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная, катастрофическая.

1. Начальной точкой отсчета шкалы оценок, стало количество максимальных баллов среднегодовых химических показателей (обобщенные показатели загрязнения отдельных объектов среды обитания) равная 20.

Следовательно, возможное минимальное значение при комплексной оценке равно 20 баллам.

2. Верхняя граница *удовлетворительной* экологической ситуации или 1 категории устанавливается суммой показателей (20) и количеством зон (5 категорий), следовательно,  $(20 + 5 = 25)$  баллов).

3. Для зоны с *напряженной* экологической ситуацией или 2 категория нижняя граница равняется соответственно 26 баллам, а верхняя граница равняется сумме нижней границы и 5 категорий удвоенной на коэффициент 2:

$$26 + 5 \times 2 = 36 \text{ баллов,}$$

где 26 – нижняя граница 2 категории;

5 – количество категорий;

2 – коэффициент равный сумме первых двух категорий.

Диапазон для *критической* зоны или 3 категория имеет границы от 37 баллов и заканчивается 52 баллами:

$$36 + 5 \times 3 = 52 \text{ балла,}$$

где 36 – нижняя граница 3 категории;

5 – количество категорий;

3 – коэффициент, равный сумме первых трех категорий.

5. Соответственно, нижняя граница зоны *кризиса* или 4 категория равняется 53 баллам  $(52 + 1 = 53)$ , верхняя составила 73 балла  $(53 + 5 \times 4 = 73)$ .

6. Зона *катастрофы* или 5 категория начинается с нижней границы 74 балла  $(73 + 1 = 74)$ , заканчивается суммой возможных максимальных значений 100 баллов (20 показателей умноженная на 5 категорий).

### Результаты исследования и их обсуждение

Индекс загрязнения атмосферы в г. Шалкар ( $ИЗА_4$ ) в среднем был равен 3,6 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В воздухе выявили содержание диоксида серы 1,2 ПДК. В п. Иргиз  $ИЗА_4$  составил 2,1 у.е., что соответствует низкому уровню загрязнения. В воздухе наблюдали содержание фенола равное 0,7 ПДК.

В почвенном покрове г. Шалкар и п. Иргиз изучали содержание 12 тяжелых металлов, также сульфаты, хлориды, нитраты, фосфаты. Суммарный индекс загрязнения  $Z_c$  тяжелыми металлами почвы г. Шалкар составил 0,1 у.е., почва незагрязненная. Из изученных химических веществ загрязнителями почвы оказались сульфаты 24,15 ПДК, хлориды 1,97 ПДК. В п. Иргиз  $Z_c$  составил 0,15 у.е., почва незагрязненная. При этом среднегодовое содержание сульфатов составило 48,22 ПДК, хлоридов 4,76 ПДК.

Индекс загрязнения питьевой воды ИЗВ составил 0,33 у.е., т.е. вода 2 класса качества, чистая. В питьевой воде обнаружено превышение ртути в 1,66 раз, выявлены хронические дозы никеля 0,61 ПДК, цинка 0,58, меди 0,44 кратности ПДК. ИЗВ в п. Иргиз составил 0,26 у.е., что характеризует воду как чистую, 2 класса качества. В питьевой воде обнаружены малые дозы никеля 0,64 ПДК, железа 0,57 ПДК.

Пробы воды собирали в 3 точках озера Шалкар и реки Иргиз на территории населенных пунктов. В озере Шалкар ИЗВ составил 3,0 у.е., т.е. 4 класс качества, вода загрязненная. БПК<sub>5</sub> превысило норму в 1,17 раз, ХПК в 6,2 раз, хлориды в 2,29 раз, цинк – 2,61 раз. Выявили небольшие концентрации тяжелых металлов в воде озера, таких как свинец, кадмий, ртуть, медь, хром, никель, мышьяк. ИЗВ реки Иргиз составил 1,77 у.е., умеренно загрязненная. Во всех пробах воды не отмечалось превыше-

ния ПДК ртути, хрома, марганца, мышьяка, кобальта, никеля, кадмия, селена, ванадия, железа, а также нитратов и фосфатов. Среднегодовое содержание ХПК составило 52,25 кратности ПДК, БПК<sub>5</sub> – 1,88 ПДК, меди – 1,31 ПДК, мышьяка – 1,37 ПДК, хлоридов 0,94 кратности ПДК.

Пробы донных отложений собирали в 3 точках в озере Шалкар и реки Ирғиз в пределах населенных пунктов. Суммарный индекс загрязнения донных отложений составил по тяжелым металлам (Zc) 0,55 у.е., низкий уровень загрязнения. На дне озера выявили повышенное содержание хлоридов и сульфатов. Сульфаты составили 11,96 ПДК, хлориды 10,58 ПДК. Суммарный индекс загрязнения донных отложений реки Ирғиз составил 0,5 у.е., дно не загрязнено по ТМ. Однако выявили повышенное содержание сульфатов – 1,79 кратности к ПДК.

При анализе проб снега в г. Шалкар отмечается превышение содержания цинка 3,7 ПДК, фосфатов 1,3 ПДК. Также выявили малые дозы марганца 0,7 ПДК. При анализе проб снега в п. Ирғиз отмечается превышение цинка 3,0 ПДК.

Основная часть пыли в городе Шалкар и поселке Ирғиз – мелкодисперсные частицы неправильной формы, образующиеся под воздействием механического воздействия. Меньше встречаются частицы округлой формы с гладкой поверхностью. В процентном соотношении в г. Шалкар 50,7% это мелкодисперсная пыль размером до 1,5 мкм. 32,6% составили частицы от 1,5 до 2,5 мкм. Фракции размером от 2,5 до 5 мкм – 14%, от 5 до 10 мкм – 2,5%, и более крупные частицы размером больше 10 мкм – 0,2%. В п. Ирғиз менее 1,5 мкм – 57,6%; от 1,5 до 2,5 мкм – 24,7%; от 2,5 до 5 мкм – 11,5%; от 5 до 10 мкм – 6,1%; и более 10 мкм – 0,1%.

В пыли г. Шалкар выявлены превышения железа 1,25 ПДК, цинка 6,0 ПДК, меди 6,7 ПДК, свинца 3,1 ПДК, марганца 4,0 ПДК. В п. Ирғиз наблюдалось превышение в пыли содержания меди 3 ПДК, кремний 2,3 ПДК, цинка 1,4 ПДК, железа 1,5 ПДК.

В г. Шалкар наибольшее загрязнение окружающей среды по убывающей следующее: воздух – мелкодисперсная пыль, взвешенные вещества (химический состав), диоксид серы – 30%, почва – 16,6%, питьевая вода – 16,6%, донные отложения 13,4%, осадки – 13,4%, поверхностная вода – 10,0%. В п. Ирғиз наибольшее загрязнение окружающей среды по убывающей следующее: в воздухе мелкодисперсная пыль, взвешенные вещества (химический состав) –

31,8%, почва – 22,7%, осадки – 13,6%, питьевая вода – 9,1%, донные отложения – 9,1%, поверхностная вода – 13,6%.

Для комплексной оценки рассчитывались баллы по 10 показателям и пяти категориям: удовлетворительная (20–25), напряженная (26–36), критическая (37–52), кризисная (53–73) и катастрофическая (74–100). В город Шалкар комплексная оценка составила 50 баллов – обстановка критическая. В поселке Ирғиз комплексная оценка составила – 39 баллов – критическая обстановка. В г. Шалкар экологическая обстановка более напряженная, так как поселок Ирғиз находится вдали от железнодорожных путей и автомобильных магистралей.

### Выводы

При расчете среднегодовых показателей загрязнения объектов окружающей среды комплексная экологическая оценка населенных пунктов Приаралья составила: в городе Шалкар 50 баллов, в поселке Ирғиз 39 баллов, которые вошли в критическую зону. Критическая обстановка сложилась ввиду осадения солевой пыли в пойме реки Сырдарья и со дна высохшего Аральского моря, которая разносится на близлежащие территории. Город Шалкар и поселок Ирғиз расположены между Аральским морем и предгорьями Мугоджара. За счет близости моря в окружающей среде наблюдается повышенное содержание сульфатов и хлоридов, входящих в состав соли дна моря. К северу от г. Шалкар ведется добыча полезных ископаемых на территории Мугоджарских гор, которые богаты запасами хромитов, никеля, кобальта, меди, черными и редкими металлами.

### Список литературы

1. Алибеков Л.А., Алибекова С.Л. Социально-экономические последствия процесса опустынивания в Центральной Азии // Вестник Российской Академии наук. – 2007. – Т. 77, № 5. – С. 420–425.
2. Аральское море XXI век [Электронный ресурс]. – URL: <http://aral21.narod.ru/klimat.htm>. (дата обращения: 16.03.2018).
3. Хантурина Г.Р., Сейткасымова Г.Ж., Федорова И.А. Эколого-гигиеническая оценка окружающей среды территорий, прилегающих к зонам антропогенного воздействия в регионе Приаралья // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 8. – С. 222–226.
4. Терешкевич Д.П. Медико-социальные и эпидемиологические аспекты здоровья населения в зоне экологического бедствия Приаралья Республики Казахстан: автореф. дис. ... докт. PhD: 14.00.33. – Астана, 2011. – 152 с.
5. Постановление утверждения перечня социально значимых заболеваний: утв. 30 марта 2000 года, № 468 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vozdeystviya-himicheskikh-veschestv-v-atmosfernom-vozduhe-na-izuchaemoy-territorii-priaralya-1> (дата обращения: 16.03.2018).