

УДК 504.054

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАЛЬЧИКА

Даов И.С.

младший научный сотрудник

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,

г. Нальчик, Россия

Будаев А.Х.

младший научный сотрудник

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,

г. Нальчик, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты интегральной оценки экологического состояния Нальчика с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона. В качестве обобщенного показателя желательности используется интегральный показатель загрязнения. Он основан на основе данных о загрязнении отдельных компонентов (почвы, воздуха, воды и т.д.). Цель исследования – оценить экологическое состояние двух районов Нальчика с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона и данных измерений химического состава почвы, выбросов в атмосферный воздух.

Ключевые слова: городская среда, экологический статус, загрязняющие вещества, антропогенное загрязнение, интегральная оценка загрязнения, функция желательности Харрингтона.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF NALCHIK

Daov I.S.

Junior Researcher

Federal State Budgetary Institution « Highland Geophysical Institute»,

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Nalchik, Russia

Budaev A.H.

Junior Researcher

Federal State Budgetary Institution « Highland Geophysical Institute»,

Nalchik, Russia

Annotation

The article presents the results of an integral assessment of the ecological state of Nalchik using the generalized Harrington desirability function. An integral pollution indicator is used as a generalized indicator of desirability. It is based on data on the pollution of individual components (soil, air, water, etc.). The purpose of the study is to assess the ecological condition of two districts of Nalchik using the generalized Harrington desirability function and measurements of soil chemistry and atmospheric emissions.

Keywords: urban environment, ecological status, pollutants, anthropogenic pollution, integrated pollution assessment, Harrington desirability function.

Материалы и методы

Комплекс экологических проблем характерен практически для каждого города, что связано с концентрацией промышленных предприятий и численностью населения [7]. Для оценки экологического состояния городской территории необходимо определить интегральный показатель загрязнения окружающей среды. Он определяется на основе данных о загрязнении отдельных компонентов (почвы, воздуха, воды и т.д.).

Для расчета интегральных показателей необходимо определить степень загрязнения окружающей среды отдельными компонентами, к которым относятся: плотность населения, транспортные сети, промышленность, уровень освоения территории [4].

Согласно классификации городов России по методике Г.М. Лаппо, Нальчик является «большим» городом с населением более 240 тысяч человек. Население Нальчика как агломерацию превышает 290 тысяч человек. Площадь города составляет около 67 км², так называемая «зеленая» зона – 991 гектар. Основными источниками загрязнения окружающей среды города являются промышленность и выхлопные газы автотранспорта [10].

Исследование проводилось в северо-западном регионе Нальчика, где расположены крупные предприятия, загрязняющие окружающую среду, среди них: АО «Гидрометаллург», АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры». Изучался также юго-восточный регион. Это курортная часть с парковой зоной города (рис. 1).



Рис. 1 – Районы отбора проб на территории г. Нальчик

Загрязнение атмосферного воздуха определялось на основе данных инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ и расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере с использованием специального программного обеспечения.

Исследование загрязнения почвы проводилось путем отбора проб почвы в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017. Определение элементного состава в отобранных образцах почвы проводилось на спектро스코пе рентгенофлуоресцентным методом. Принцип работы спектроскопа основан на облучении образца первичным излучением рентгеновской трубки, измерении интенсивности вторичного флуоресцентного излучения образца на длинах волн, соответствующих определяемым элементам, и последующем вычислении массовой доли этих элементов по ранее построенной калибровочной характеристике.

Результаты

Для оценки химического загрязнения воздуха были использованы справочные данные и результаты замеров показателей.

Таблица 1 – Выбросы в атмосферу в Нальчике

| Вещество | ПДК мг/м ³ | Класс опасности | Изученные территории | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-----|------|------|
| | | | №1 | №2 | №3 | №4 |
| | | | ПДК | ПДК | ПДК | ПДК |
| 1) Аммиак | 0,2 | 4 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 0,3 |
| 2) Белый корунд | 6,0 | 4 | 0,9 | 0,9 | | |
| 3) Бутилацетат | 0,1 | 4 | 0,7 | 0,4 | 0,05 | 0,05 |
| 4) Диоксид азота | 0,085 | 2 | 0,3 | 0,2 | 0,05 | 0,05 |
| 5) Диоксид серы | 0,5 | 3 | 0,1 | 0,1 | | |
| 6) Древесная пыль | 6,0 | 4 | 8,2 | 8,2 | | |
| 7) Неорганическая пыль | 0,3 | 3 | 0,1 | 0,2 | | |
| 8) Оксид железа | 0,04 | 3 | 0,3 | 0,3 | 0,05 | 0,05 |
| 9) Оксид углерода | 5,0 | 4 | 0,1 | 0,1 | | 0,1 |
| 10) Сажа | 0,15 | 3 | 0,2 | 0,3 | | |

| | | | | | | |
|--|-------|---|------|------|------|------|
| 11) Углерод | 1,0 | 4 | 0,8 | 0,65 | 0,6 | 0,6 |
| 12) Формальдегид | 0,035 | 2 | 0,05 | | | 0,05 |
| 13) Групповое суммирование аммиака и сероводорода | | | 1,37 | 1,1 | 0,3 | 0,3 |
| 14) Групповое суммирование диоксида азота, аммиака, оксида азота | | | 1,5 | 1,1 | 0,35 | 0,35 |
| 15) Групповое суммирование оксида углерода и неорганической пыли с 20-70% содержанием диоксида кремния | % | | 2,58 | 2,5 | | |

Получено, что из всех загрязняющих веществ концентрация 4 загрязняющих веществ на территориях, прилегающих к двум заводам (АО «Гидрометаллург» и АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры»), превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК). В курортной зоне концентрация загрязняющих веществ не превышает доли ПДК.

Основными загрязнителями городских почв являются тяжелые металлы. Загрязнение почвы тяжелыми металлами является источником вдыхания тяжелых металлов в организм человека путем вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы [6].

При изучении загрязнения почвы тяжелыми металлами проводился анализ распределения ассоциаций химических элементов. Ассоциация химических элементов – это группа элементов, обнаруживаемых в окружающей среде в количествах, отличающихся от критического содержания [1; 3]. Количественной мерой ассоциации является суммарный показатель загрязнения, который определяется по формуле:

$$Z_c = (K_{cl} + \dots + K_{cn}) - (n - 1), \quad (1)$$

где K_c – коэффициент концентрации химического вещества, n – количество химических элементов в ассоциации. Результаты расчетов для отобранных образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Комплексные показатели загрязнения

| Химический элемент | Изученные образцы | | | |
|------------------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|--|
| | №1 | №2 | №3 | №4 |
| | АО «Гидрометаллург» | АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры» | Пересечение улиц Головки и Шарданова | Пересечение улиц Шарданова и Эльбрусская |
| 1. Мышьяк | 7,27 | 4,1 | 1,77 | 2,13 |
| 2. Цинк | 2,16 | 1,58 | 3,3 | 1,74 |
| 3. Свинец | 5,0 | 4,26 | 3,22 | 3,86 |
| 4. Никель | 2,3 | 2,2 | 1,05 | 1,95 |
| 5. Медь | 2,33 | 1,43 | 1,0 | 1,16 |
| 6. Кобальт | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,7 |
| 7. Марганец | 1,15 | 1,07 | 0,67 | 0,66 |
| 8. Ванадий | 0,89 | 0,67 | 0,34 | 0,5 |
| Комплексный показатель загрязнения | 15,2 | 9,21 | 4,95 | 5,7 |

Для оптимизации результатов обработки различного рода данных используется функция желательности Харрингтона [2; 5; 9], которая задается уравнением (2):

$$d = \exp [-\exp (-y)]. \quad (2)$$

При использовании функции принято деление шкалы желательности на пять категорий, которые представлены в таблице 3:

Таблица 3 – Категории качества по значению общей функции желательности

| Качество | Общая функция желательности |
|--------------------|-----------------------------|
| Очень хорошее | 1,0 - 0,80 |
| Хорошее | 0,80 - 0,63 |
| Удовлетворительное | 0,63 - 0,37 |
| Плохое | 0,37 - 0,20 |
| Очень плохое | 0,20 - 0,00 |

Определение обобщенной функции желательности (d) получается путем свертки частных значений функции желательности d_i . Это может быть выполнено с помощью среднего геометрического, которое уменьшает возникшие отклонения [8].

Согласно описанному методу, были определены обобщенные функции желательности для двух районов Нальчика: курортной зоны Долинск и района расположения заводов АО «Гидрометаллург» и АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры». В районе Долинск обобщенная функция желательности составляет 0,8. Таким образом, экологическое состояние территории можно оценить как «очень хорошее». В районе заводов АО «Гидрометаллург» и АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры» обобщенная функция желательности составляет 0,61, экологическое состояние территории можно оценить как «удовлетворительное».

Заключение

В результате исследований проведена оценка экологического состояния Нальчика с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона.

В результате проведенных исследований было получено, что экологическое состояние курортной зоны Нальчика «очень хорошее», а территории, прилегающие к заводам АО «Гидрометаллург» и АО «Нальчикский завод высоковольтной аппаратуры», являются удовлетворительными.

Библиографический список:

1. Антонова Ю.А., Сафонова М.А. Тяжёлые металлы в городских почвах // Фундаментальные исследования. 2007. № 11. С. 43-44; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=3676> (дата обращения: 20.12.2025).
2. Ахназарова С.Л., Гордеев Л.С. Использование функции желательности Харрингтона при решении оптимизационных задач химической технологии Учеб.-метод. пособие / М-во образования Рос. Федерации, Рос. хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева. – М.: РХТУ, 2003. – 76 с. ил.; 21.
3. Байдина, Н. И. Инактивация тяжелых металлов гумусом и цеолитами в техногеннозагрязненной почве / Н. И. Байдина. – Почвоведение. – 1994. – № 9. – С. 121-125.
4. Воробейчик Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов; Рос. АН. Урал. отд-ние. Ин-т экологии растений и животных, Концерн «Промэкология». – Екатеринбург: Наука. Урал. изд. фирма, 1994. – 279, [1] с. ил.; 22. – ISBN 5-02-007356-3.
5. Гелашвили Д.Б., Лисовенко А.В., Безруков М.Е. Применение интегральных показателей на основе функции желательности для комплексной оценки качества сточных вод // Поволжский экологический журнал. 2010. № 4. С. 343-350.
6. Дахова О.О. Химическое и физическое загрязнение городских экосистем автотранспортом / О.О. Дахова, Б.М. Хучунаев, Г.В. Куповых // Дневник науки | www.dnevniknauki.ru СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2016. – №4. – С. 69-74. – URL: <https://rucont.ru/efd/567319> (дата обращения: 18.12.2025).

7. Касимов Н.С., Битюкова В.Р., Малхазова С.М., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М., Шартова Н.В., Власов Д.В., Тимонин С.А., Крайнов В.Н. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. 560 с.

8. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Сорокина О.И., Власов Д.В. Оценка загрязнения городских ландшафтов с использованием интегральных показателей // В сборнике «Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М.А. Глазовской)». Доклады Всероссийской научной конференции, место издания Географический факультет МГУ Москва, с. 174-176.

9. Harrington, E.C.Jr. The desirability function // Industrial Quality Control, 21. 1965. 494-498.

10. Хучунаев Б.М., Даов И.С. Антропогенное загрязнение городских почв, как фактор экологической опасности (на примере г. Нальчика) // Научные известия. 2017. № 9. С. 93-98.