

MINISTRY OF EDUCATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY
FACULTY OF GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS
Department of Soil Science and Geographic Information System

TANG RONG

**STUDY OF THE MECHANISM OF OCCURRENCE AND PARAMETERS
OF PM_{2.5} TEMPORAL VARIABILITY IN CHINA USING REMOTE
SENSING AND GIS (ON THE EXAMPLE OF THE CHENGDU-
CHONGQING AGGLOMERATION)**

Master's Degree Thesis
Specialty 7-06-0532-03 Land Management, Cadasters, Geodesy and Geomatics

Scientific Advisor:
Associate Professor,
Romanov S.L.

Approved to defense
«__» _____ 2025
Head of the Department

Chervan A.N.
PhD in Agriculture, Associate Professor

Minsk, 2025

SUMMARY

Keywords: PM2.5, CHENGDU-CHONGQING URBAN AGGLOMERATION, SPATIOTEMPORAL VARIATION, INFLUENCING FACTORS, GEOGRAPHIC DETECTOR ANALYSIS, CURVE FITTING, SPATIAL AUTOCORRELATION, KRIGING INTERPOLATION, CLIMATE FACTORS, TERRAIN FACTOR, HUMANITIES FACTORS.

Under the background of industrialization and the development strategy of “urban agglomeration”, China faces significant ecological and environmental challenges, with PM2.5 air pollution being prominent and restricting regional sustainable development. To sorry, some aspects of the problem has not been studied sufficiently now. This study takes Chengdu-Chongqing urban agglomeration as a case study.

The work consists of an introduction, 5 chapters and a list of references. It contains 61 pages, 8 tables and 13 figures. The list of references includes 59 titles.

Based on the hourly monitoring data of air quality monitoring stations in the Chengdu-Chongqing urban agglomeration from 2015 to 2024, this paper first analyzes the variation pattern and pollution status of PM2.5 on a yearly, quarterly, monthly and weekly basis. The results show that the annual average concentration, seasonal average concentration, and monthly average concentration of PM2.5 decreased year by year from 2015 to 2024. The areas with a larger decline are mainly concentrated in Chongqing, Dazhou, Chengdu, Meishan, Suining and Zigong. The seasonal average concentration of PM2.5 is high in winter, low in summer, and in the middle of spring and autumn. The monthly average changes periodically on an annual scale and presents a cyclical distribution. Analysis of weekly changes of PM2.5 concentration shows significant fluctuation during the week from 2015 to 2018 with an obvious "weekend effect". During 2019-2024 the PM2.5 concentration was no significant difference in PM2.5 concentrations between weekdays and weekends.

Investigation with standard deviation ellipse shows the results that the overall PM2.5 pollution in the Chengdu-Chongqing urban agglomeration exhibits a spatial distribution orientation of "northeast-southwest". From 2015 to 2024 the center of the ellipse generally shows a trend of moving first to the southwest and then to the northeast. Spatial autocorrelation analysis shows that there is a significant spatial positive correlation in the overall PM2.5 concentration, with the spatial agglomeration types are mainly "high-high" or "low-low". Kriging spatial interpolation analysis shows that the spatial distribution of PM2.5 generally presents a pattern of high values in the northwestern plains and southern urban agglomerations, and low values in the eastern and western mountainous areas.

Analysis of influencing factors shows that the generally dominant factors, affecting the spatial heterogeneity of PM_{2.5} concentration in the Chengdu-Chongqing urban agglomeration are elevation, temperature, wind speed and GDP. From the perspective of each city, the cities dominated by terrain factors are mainly: Chengdu, Deyang, Leshan, Luzhou, Meishan, Mianyang and Yibin; the cities dominated by human factors are mainly Neijiang, Suining, Ziyang and Zigong; the cities dominated by vegetation factors are mainly Nanchong; the cities dominated by climate factors are mainly Chongqing, Dazhou, Nanchong and Ya'an.

The characteristics of correlograms between the PM_{2.5} concentration and its influencing factors mainly show linear and quadratic function relationships. Precipitation and humidity show an inverse quadratic function relationship, while temperature is a direct quadratic function relationship, and wind speed and PM_{2.5} concentration is a linear model with a significant decreasing trend. The elevation is a direct quadratic function relationship, while the vegetation factor is a monotonically decreasing linear relationship. Among the human factors, the population & GDP & NLI presents an inverse quadratic function characteristic, and the proportion of the secondary industry presents a monotonically increasing linear characteristic.

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: PM_{2.5}, ГОРОДСКАЯ АГЛОМЕРАЦИЯ ЧЭНДУ-ЧУНЦИН, ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ, АНАЛИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ДЕТЕКТОРА, ПОДГОНКА КРИВОЙ, ПРОСТРАНСТВЕННАЯ АВТОКОРРЕЛЯЦИЯ, ИНТЕРПОЛЯЦИЯ МЕТОДОМ КРИГИНГА, ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ.

На фоне индустриализации и стратегии развития «городских агломераций» Китай сталкивается с серьезными экологическими вызовами, среди которых выделяется проблема загрязнения воздуха PM_{2.5}, что ограничивает устойчивое развитие регионов. К сожалению, на сегодняшний день эта проблема во многом изучена недостаточно. В качестве примера данное исследование рассматривает городскую агломерацию Чэнду-Чунцин.

Работа включает введение, 5 глав и список литературы. Объем составляет 61 страниц, 8 таблиц и 13 рисунков. Список литературы содержит 59 наименований.

На основе ежечасных данных станций мониторинга, осуществляющих контроль качества воздуха в городской агломерации Чэнду-Чунцин с 2015 по 2024 год, в данной работе анализируются закономерности изменения и уровень загрязнения PM_{2.5} в годовом, квартальном, месячном и недельном масштабе. Результаты показывают, что среднегодовая концентрация, средняя сезонная концентрация и средняя месячная концентрация PM_{2.5} с 2015 по 2024 год снижались. Наибольшее снижение наблюдалось в основном в Чунцине, Дачжоу, Чэнду, Мэйшань, Суйнине и Цзыгуне. Средняя сезонная концентрация PM_{2.5} была высокой зимой, низкой летом и средней весной и осенью. Средняя месячная концентрация циклически изменялась в годовом масштабе. Анализ недельных изменений концентрации PM_{2.5} показал, что с 2015 по 2018 год в течение недели имелись значительные колебания с выраженным «эффектом выходных», но с 2019 по 2024 год существенной разницы в концентрациях PM_{2.5} между буднями и выходными не наблюдалось.

ГИС-анализ с использованием эллипса стандартного отклонения показал, что поле загрязнения PM_{2.5} в городской агломерации Чэнду-Чунцин имеет пространственную ориентацию «северо-восток — юго-запад». С 2015 по 2024 год центр эллипса в целом демонстрировал тенденцию сначала к смещению на юго-запад, а затем на северо-восток. Анализ пространственной автокорреляции показал, что существует значительная положительная корреляция в общей концентрации PM_{2.5}, причем типами пространственной агломерации являются в

основном «высокая-высокая» или «низкая-низкая». Анализ пространственной интерполяции Кригинга показал, что пространственное распределение PM_{2.5} в целом имеет следующую картину: высокие значения наблюдаются на северо-западных равнинах и в южных городских агломерациях, а низкие в восточных и западных горных районах.

Анализ влияющих факторов показывает, что основными доминирующими факторами, влияющими на пространственную неоднородность концентрации PM_{2.5} в городской агломерации Чэнду-Чунцин, являются высота над уровнем моря, температура, скорость ветра и ВВП. городами, где доминируют топографические факторы, являются в основном: Чэнду, Дзян, Лэшань, Лучжоу, Мэйшань, Мяньян и Ибинь; городами, где доминируют антропогенные факторы, являются Нэйцзян, Суйнин, Цзыян и Цзыгун; городами, где доминирует растительный фактор, являются Наньчун; городами, где доминируют климатические факторы, являются Чунцин, Дачжоу, Наньчун и Янь.

Характеристики корреляционных графиков между концентрацией PM_{2.5} и влияющими факторами в основном демонстрируют линейные и квадратичные функциональные зависимости. Осадки и влажность имеют обратную квадратичную зависимость, тогда как температура прямую. Скорость ветра и концентрация PM_{2.5} связаны линейной моделью с выраженной тенденцией к снижению. Высота над уровнем моря имеет прямую квадратичную зависимость, тогда как растительный фактор демонстрирует монотонно убывающую линейную зависимость. Среди антропогенных факторов население, ВВП (валовой внутренний продукт) и NLI (индекс ночного освещения) имеют обратную квадратичную зависимость, а доля вторичного сектора промышленности монотонно возрастающую линейную характеристику.