

Попытка решения проблемы загрязнения окружающей среды в Узбекистане путём математического моделирования

М.Холмуродов¹, Ф. Холмуродов², У. Рахматуллаев³, Р. Мамаджонов⁴

Наманганский государственный университет кафедра “Математики”^{1,2,3,4}”

Аннотация: В статье рассматривается использование математического моделирования для анализа и прогнозирования уровня загрязнения окружающей среды в Узбекистане. На основе данных о загрязнении с 2010 по 2023 год построена линейная регрессионная модель, которая позволяет исследовать зависимость между годом и уровнем загрязнения. Полученные результаты показывают, что уровень загрязнения в Узбекистане постепенно увеличивается, но с довольно низким темпом (коэффициент наклона 2.67), что свидетельствует о слабой зависимости от времени. Коэффициент корреляции (0.10) указывает на низкую степень линейной связи между годом и уровнем загрязнения, что подтверждает необходимость учета множества других факторов, влияющих на состояние экологии.

Статья подчеркивает важность применения более сложных методов прогнозирования и анализа, таких как полиномиальная регрессия или машинное обучение, для более точного описания динамики загрязнения. Также рассматриваются внешние факторы, такие как развитие экологически чистых технологий, изменение климата и эффективность государственных программ, которые могут значительно повлиять на будущее состояние экологии в Узбекистане. В заключение делается акцент на необходимости комплексного подхода к решению проблемы загрязнения окружающей среды через научные исследования, технологические инновации и международное сотрудничество.

Ключевые слова для данной статьи: Загрязнение окружающей среды, математическое моделирование линейная регрессия экологическая политика Узбекистан коэффициент наклона коэффициент корреляции экологические тенденции прогнозирование загрязнения устойчивое развитие экологические технологии годовой анализ экологические инициативы природные ресурсы

экономические факторы влияние изменений климата модели прогнозирования экологическое законодательство снижение выбросов глобальное сотрудничество.

Введение

Загрязнение окружающей среды в Узбекистане остаётся одной из самых серьёзных экологических проблем, требующих комплексного подхода. Математическое моделирование позволяет эффективно анализировать изменения загрязнения в различных регионах и разработать стратегии для снижения его воздействия. В этом исследовании используется математическое моделирование для оценки статистики загрязнения окружающей среды на основе данных с 2010 по 2023 годы.

Математическое моделирование загрязнения окружающей среды включает в себя использование математических методов и алгоритмов для анализа данных и прогнозирования загрязнения. Важно учитывать такие параметры, как уровень загрязнения воздуха и воды, плотность населения, объёмы промышленного производства, а также природные факторы, такие как климатические условия.

Для анализа загрязнения в Узбекистане был использован набор данных, охватывающий регионы страны и уровень загрязнения в каждом из них за период с 2010 по 2023 год. На основе этих данных можно выполнить следующие виды анализа:

Построение временных рядов: Построение временных рядов позволяет отслеживать изменения загрязнения в различных регионах. Например, для Ташкентской области, где уровень загрязнения увеличился с 257,6 в 2010 году до 430,1 в 2023 году, можно провести анализ тенденций и предсказать возможное развитие ситуации в будущем.

Сравнительный анализ: Сравнивая данные различных областей, можно выделить регионы с высокой и низкой степенью загрязнения. Например, в Ташкенте и Кашкадарье уровень загрязнения значительно выше, чем в

Каракалпакстане или Сурхандарье, что связано с различиями в уровнях промышленного производства и урбанизации.

Статистический анализ: Для обработки и анализа данных применяются описательные статистики, такие как среднее значение, медиана, стандартное отклонение, минимум и максимум.

Таблица данных¹

Регион	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Республика Узбекистан	729,2	788,6	817,6	855,2	1162,1	975,1	1008,2	853,5	883,7	952,8	924,4	908,7	873,6	763,2
Республика Каракалпакстан	29,2	23,5	19,5	25,8	26,7	32,8	30,6	37,7	34	37,2	28,9	31,4	21,1	9,8
Андижанская область	8,7	13,6	12,2	14,4	6,6	18,5	36,7	15,8	15,9	14,3	11,5	4,9	17,3	10,5
Бухарская область	75,5	71,7	61,7	50,7	51,9	55,6	58,5	63,8	74,8	69,1	37,1	44,8	35,6	30,7
Джизакская область	23,8	17,3	14,1	17,2	37,2	70,2	63,4	5,2	11,8	4,3	3,4	2,9	27	29,5
Кашкадарьинская область	141,2	142,5	163	167	171,8	176,3	167,9	165,7	152,2	140,4	128,1	132,2	115,7	117,7
Навоийская область	40,3	45,2	42,4	43,9	42,6	47	57,4	44,1	49,9	43,6	48,4	68,6	41,6	35
Наманганская область	5,4	5,6	7	3,7	3,9	7,8	15,8	15,9	15,2	15,8	15	24	7,4	5
Самаркандская область	51,5	51,8	52,8	49,1	51,3	54,7	51,6	37,2	52,1	44,2	52,7	39,4	38,7	39,4

¹Статистическая таблица взята из открытого, официального источника
<https://www.stat.uz/uz/rasmiy-statistika/ecology-2>

Регион	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Сурхандарьинская область	3,5	3,3	4,4	3,7	5,8	3,1	3,2	3,2	5,1	6,9	6,5	7,1	7,3	7,4
Сырдарьинская область	21	58,7	46,9	35,4	69,3	66,1	68,9	59,6	60,5	47,8	71,8	45,7	49,1	3,1
Ташкентская область	257,6	280,3	290,4	372,3	619,2	370,6	318,7	302,9	336,6	397,9	430	425,4	438	430,1
Ферганская область	43	42,8	73,5	40,2	38,4	38,9	103,2	60,1	53,2	49,6	50,5	46,5	49,5	26,4
Хорезмская область	4,8	4,9	4,9	6,2	6,3	5	5,2	9,2	7,1	7,2	6,8	7,2	4,5	3,4
Город Ташкент	23,5	27	24,8	25,6	31,1	28,5	27,1	33,1	15,3	74,5	33,7	28,6	20,8	15,2

Для каждого региона можно рассчитать основные статистические характеристики:

Среднее значение (Mean):

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Где x_i — значения загрязнения в различные годы, n — количество лет (2010-2023).

Медиана (Median): Это значение, которое разделяет данные на две равные части. Если количество наблюдений чётное, медианой является среднее значение двух центральных чисел.

Стандартное отклонение (Standard Deviation):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

Стандартное отклонение показывает степень вариации или разброса данных относительно среднего значения [1,2,3,4,5].

Минимум и максимум (Min, Max): Минимальное значение — наименьший показатель загрязнения за весь период, а максимальное — наибольшее значение.

Пример описательной статистики для Республики Узбекистан:

Среднее значение:

$$\mu = \frac{729 + 788,2 + 817,6 + \dots + 763,2}{14} \approx 921.3$$

Медиана: Порядковое среднее значение в отсортированном наборе данных.

Стандартное отклонение: Рассчитываем по формуле для стандартного отклонения. Расчёт линейной модели

Для данных о загрязнении в Республике Узбекистан с 2010 по 2023 год можно применить линейную регрессию для нахождения коэффициентов m и b . Результаты линейной регрессии показывают:

Коэффициент наклона (m): 2.67 Пересечение с осью (b): -4482.89
Коэффициент корреляции (r): 0.10

Эти параметры говорят о том, что уровень загрязнения растёт с каждым годом, но связь между годом и уровнем загрязнения очень слабая (коэффициент корреляции близок к нулю).

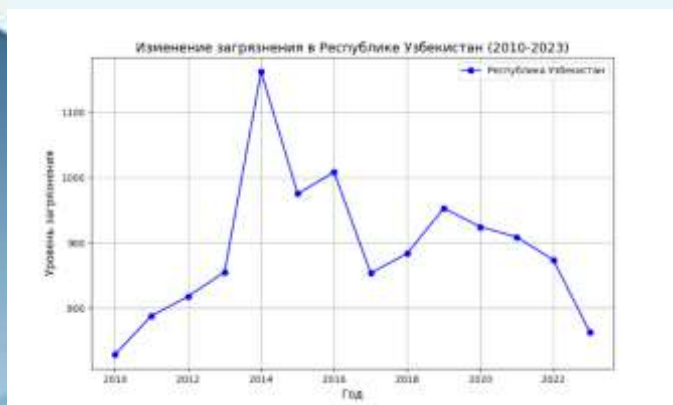
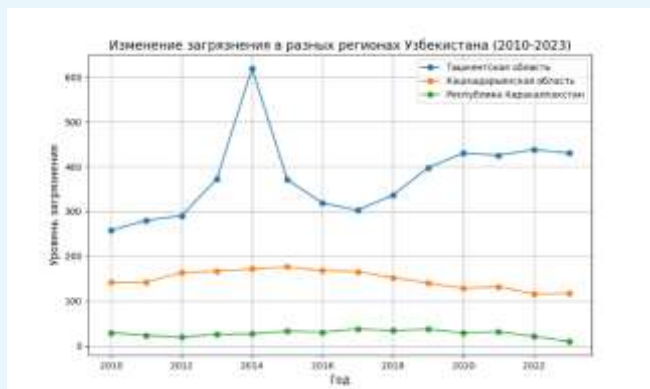
Коэффициент наклона ($m = 2.67$): Этот параметр говорит о том, что уровень загрязнения увеличивается на 2.67 единиц каждый год. То есть, загрязнение воздуха или воды растёт, но довольно медленно [6,7,8,9,10].

Пересечение с осью ($b = -4482.89$): Это значение соответствует уровню загрязнения в году, когда год равен нулю. Это может быть интерпретировано как значение загрязнения в гипотетическом начале отсчёта (например, 2010 год). Однако, поскольку это значение отрицательное, оно не имеет реальной физической интерпретации в данном контексте, и скорее служит математическим инструментом для построения модели.

Коэффициент корреляции ($r = 0.10$): Этот показатель указывает на очень слабую связь между годом и уровнем загрязнения. Это означает, что модель,

несмотря на свою линейную форму, плохо объясняет изменения уровня загрязнения во времени:

$$y = 2.67x - 4482.89$$



Прогнозирование:

Используя полученные коэффициенты, можно предсказать будущие значения загрязнения. Например, для 2024 года:

$$y = 2.67 \times 2024 - 4482.89 = 2.67 \times 2024 - 4482.89 = 542.02$$

Таким образом, линейная модель предсказывает, что уровень загрязнения в 2024 году будет примерно 542 единицы [11,12,13,14,15].

Заключение

Математическое моделирование с использованием линейной регрессии для анализа уровня загрязнения в Узбекистане на основе данных с 2010 по 2023 год предоставляет важную информацию о тенденциях, которые могут быть полезны для экологической политики и планирования. Линейная модель показывает положительный тренд, то есть загрязнение в целом имеет тенденцию к росту, хотя и с небольшой скоростью (коэффициент наклона 2.67). Это означает, что в целом уровень загрязнения увеличивается, но не столь быстро, как можно было бы ожидать, исходя из динамики ряда.

Коэффициент корреляции ($r = 0.10$), однако, указывает на очень слабую линейную зависимость между годом и уровнем загрязнения. Это свидетельствует о том, что за годами наблюдается значительная вариативность, и линейная модель не может точно предсказать все изменения. Ряд внешних факторов, таких как изменения в экономике, урбанизации, рост промышленного производства, использование экологически чистых технологий и другие, не были учтены в этой модели. Это подчеркивает важность использования более сложных подходов, таких как полиномиальная регрессия, машинное обучение или другие методы, которые могут учитывать многогранность влияющих факторов.

Тем не менее, линейная модель всё же служит полезным инструментом для первоначальной оценки и прогнозирования загрязнения. Это позволяет предсказывать уровни загрязнения в ближайшем будущем и дает ориентиры для разработки соответствующих стратегий улучшения экологической ситуации в стране.

Для более точных и комплексных прогнозов важно дополнительно учитывать: Экологические инициативы и технологии: Развитие чистых технологий, развитие альтернативной энергетики и улучшение инфраструктуры может существенно изменить динамику загрязнения в будущем.

Влияние климатических изменений: Прогнозы по загрязнению не учитывают воздействия изменения климата, которое может оказать значительное влияние на экосистемы и уровень загрязнения. Например, повышение температур или изменения осадков могут влиять на химические процессы, происходящие в атмосфере и водоёмах.

Эффективность государственных программ: Оценка эффективности экологических программ и законодательства также может повлиять на уровень загрязнения. Если будут предприняты меры, направленные на сокращение выбросов загрязняющих веществ, это может повлиять на результаты прогноза.

Международное сотрудничество: Учитывая глобальный характер экологической проблемы, сотрудничество с другими странами в области охраны окружающей среды, включая совместные проекты и инициативы, может помочь Узбекистану значительно снизить уровень загрязнения.

Таким образом, линейная модель предоставляет начальное понимание о тенденциях загрязнения, однако для более точного анализа и предсказания необходимы более сложные модели, которые смогут учитывать все факторы и их взаимосвязи. Важно использовать такие модели в сочетании с реальными политическими инициативами и международным сотрудничеством, что позволит эффективно решать проблемы загрязнения окружающей среды в Узбекистане.

Литература

1. Абдушукуров А. А., Холмуродов Ф. М. Оценивание квантильной функции в информативной модели случайного цензурирования с двух сторон //Статистические методы оценивания и проверки гипотез. – 2012. – С. 40-45.
2. Абдушукуров А. А., Холмуродов Ф. М. Полупараметрическая оценка квантили в информативной модели случайного цензурирования



- //СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ. – 2011. – С. 144-151.
3. Abdushukurov A. A., Holmurodov F. M. Semi-Parametric Estimator of the Quantile in an Informative Model of Random Censoring //Journal of Mathematical Sciences. – 2022. – Т. 267. – №. 1.
4. Холмуродов Ф. М. Процентная остаточная продолжительность безотказной работы в информативной модели неполных наблюдений при случайном цензурировании с двух сторон //Труды XI международной ФАМЭБ'2012 конференции. Под ред. Олега Воробьева.—Крас-ноярск: НИИППБ, СФУ, 2012.—423 с. – Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2012. – С. 372.
5. Kholmuradov F. M. ASYMPTOTIC PROPERTIES OF SEMI-PARAMETRIC ESTIMATION FROM QUANTILE FUNCTIONS IN THE MODEL OF RANDOM CENSORING FROM BOTH SIDES //Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2020. – Т. 2. – №. 3. – С. 21-27.
6. Zaxidov D., Xolmurodov F. IJTIMOIIY TARMOQLAR JAMOALARINI ANIQLASHDA MAKSIMAL HAQIQATGA O'XSHASHLIK METODINI QO'LLASH //Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 6. – С. 29-33.
7. Холмурадov Ф. М., Рахматуллаев У. М. ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ КВАНТИЛЯ В АСТРОНОМИИ //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2024. – Т. 2. – №. 19. – С. 156-160.
8. Xolmuradov F. M., Tillabayev I. N., Sobitov R. A. Geografiya mutaxassisligi uchun Oliy matematika fanini oqitishda matematik modellarning tadbirlari //PEDAGOG. – 2024. – Т. 7. – №. 3. – С. 99-105.
9. Xolmurodov M. Q., Xolmurodov F. M. ILMIY TADQIQOTLARDA STATISTIK TAHLIL //" ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM. – 2021. – С. 195-200.
10. Beknazarov Z. B., Nurmatov Y. M. H., Kholmurodov F. M. New Method of Urethral Valve Surgery in Children //International Journal of Biomedicine. – 2013. – Т. 3. – №. 2. – С. 100-103.
11. Qochqorovich X. M., Mamatxonovich X. F. UNVEILING THE COSMOS: THE PIVOTAL ROLE OF MATHEMATICAL STATISTICS IN ASTRONOMY //Научный Фокус. – 2024. – Т. 1. – №. 12. – С. 253-257.



12. Xolmuradov F. M., Sobitov R. A. APPLICATIONS OF HIGHER MATHEMATICS IN THE FIELDS OF GEOGRAPHY //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2024. – Т. 12. – №. 3. – С. 685-

13. Холмурадов Ф. М. и др. ЎҚУВЧИЛАРДА АБСТРАКТ ТАФАККУРНИ ШАКЛЛАНТИРИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ //Научный Фокус. – 2024. – Т. 1. – №. 11. – С. 457-462.

14. Xolmuradov F. M. et al. DIFFERENTIAL TENGLAMALAR FANINI OQITISHDA KONPETENSIYAVIY VA ADAPTIV YONDASHUVLARDAN FOYDALANISH METOKASI //Научный Фокус. – 2024. – Т. 1. – №. 11. – С. 172-178.

15. Холмуродов Ф. М. Процентная остаточная продолжительность безотказной работы в информативной модели неполных наблюдений при случайном цензурировании с двух сторон //Труды XI международной ФАМЭБ'2012 конференции. Под ред. Олега Воробьева.—Крас-ноярск: НИИППБ, СФУ, 2012.—423 с. – Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2012. – С. 372.