



Funded by
the European Union

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ВИД ИЗ КОСМОСА

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
НА ПРИМЕРЕ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ,
С ЗАМЕТКАМИ ОБ ОБЩЕЙ РОЛИ КАЗАХСТАНА
В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА**



СОДЕРЖАНИЕ

01

Введение

02

Изменение
климата и
загрязнение
воздуха

03

Данные и
методы

04

Результаты

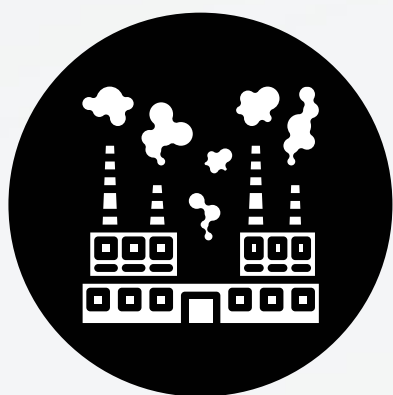
05

Рекомендации

06

Резюме

ВВЕДЕНИЕ



Карагандинская область:

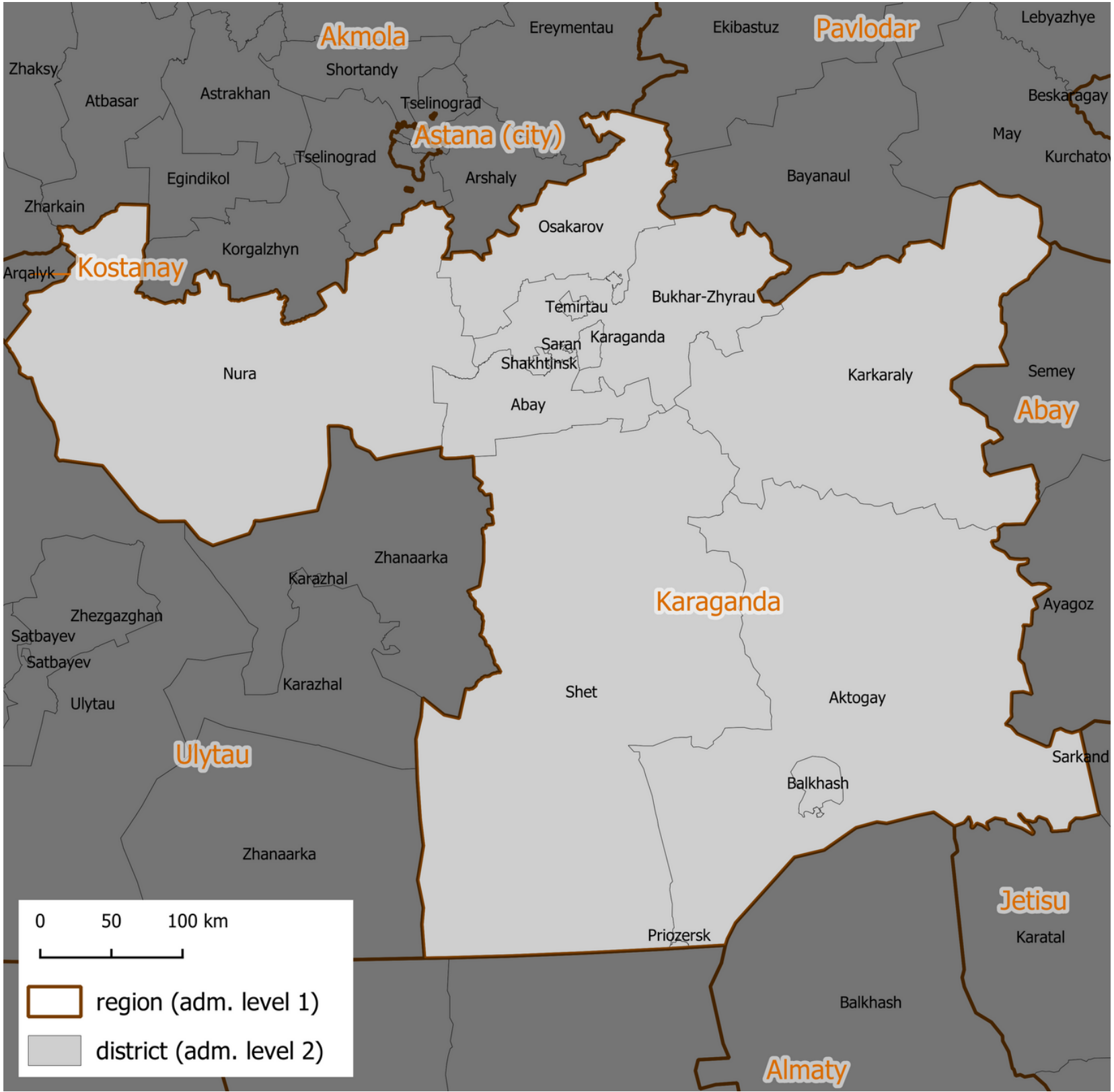
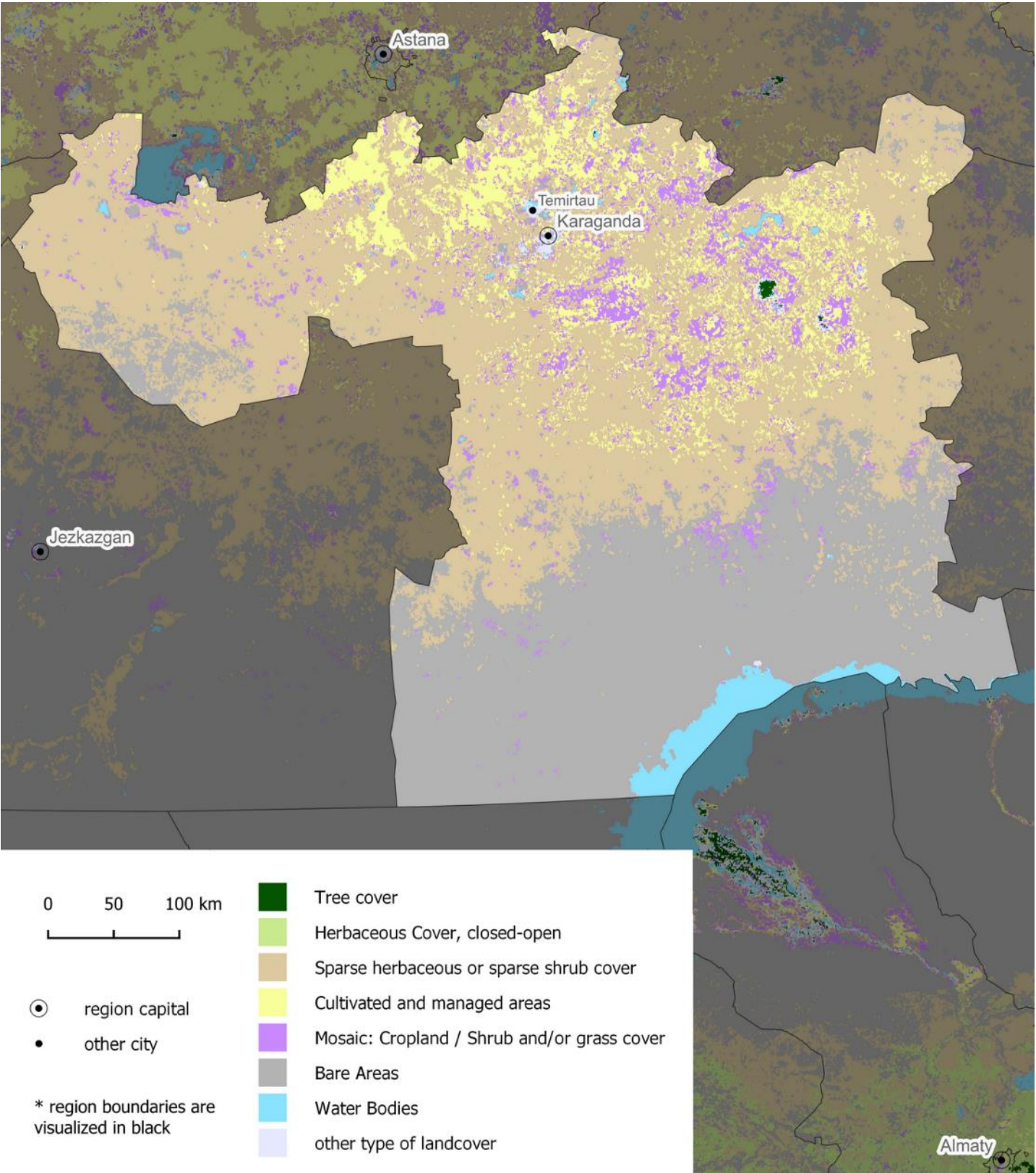
- 4-я по величине в КЗ
- около 239 000 км²
- 1,3 млн. человек
- **богатые минеральные ресурсы** (уголь, Fe, Cu, Sn, Mo, Mn, Pb, W, Au, Ag, U, ...)
- **Карагандинский угольный бассейн** - один из крупнейших в мире → Караганду называют **Угольной Столицей**
- **Металлургия, горное дело, машиностроение**

→ Казахстан занимает 21-е место в списке стран, лидирующих по уровню загрязнения окружающей среды CO₂ (2019 г.)

→ Казахстан занимает 23-е место по уровню загрязнения окружающей среды (уровень PM_{2.5}) (2021 г.)



ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И АДМИНИСТРАТИВНОЕ ДЕЛЕНИЕ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ



ВЗАИМОСВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В КАЗАХСТАНЕ

- 01 ● Потенциал снижения воздействия на окружающую среду, несмотря на значительные объемы выбросов (CO_2)
- 02 ● Изменение количества осадков и учащение засух → **повышенный риск для сельского, лесного хозяйства и управления водными ресурсами**
- 03 ● Экологический кодекс 2021 года - повышение доступности климатической и экологической информации (**Казгидромет** - ответственность за климатические данные)
- 04 ● Обязательства Казахстана
 - Киотский протокол,
 - Парижское соглашение
 - Углеродная нейтральность к 2060 году

Загрязнение воздуха +
изменение климата в
Казахстане?

Черный снег в Темиртау



ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА



ПРИЧИНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА:

- загрязняющие вещества
- физическая география
- непредвиденные события (COVID-19)



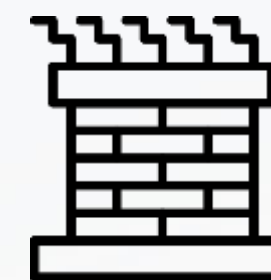
Диоксид азота (NO_2)



Метан
(CH_4)



Диоксид серы
(SO_2)



Твердые частицы (PM_{10})



ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ



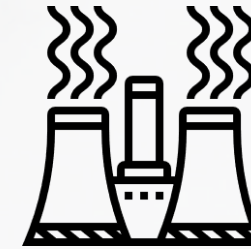
Диоксид азота (NO_2)

- В основном от транспорта и химической промышленности
- Вызывает респираторные инфекции и кислотные дожди



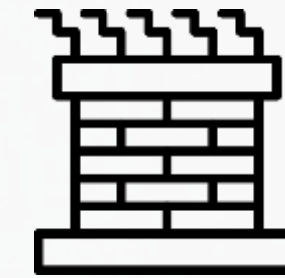
Метан (CH_4)

- В основном в результате сельскохозяйственной деятельности и добычи ископаемого топлива
- Мощный парниковый газ, потенциал глобального потепления которого более чем в 80 раз выше, чем у CO_2



Диоксид серы (SO_2)

- В основном от электростанций и пылевых бурь
- 30 % в мире - от вулканов
- Влияет на дыхательную систему и вызывает кислотные дожди



Твердые частицы (PM_{10})

- В основном от источников сгорания
- Классифицируются по размеру
- Токсичные и генотоксичные
- Катализатор химических реакций, токсичность которого усиливается другими загрязняющими веществами

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Сконцентрированы в нескольких регионах - **Караганде, Восточном Казахстане, Павлодаре, Атырау**
- Вид загрязнителей воздуха зависит от добываемых полезных ископаемых и способов добычи:
 - NO_2 - **угольные шахты** (Карагандинский угольный бассейн, Павлодар)
 - CH_4 - **нефть и газ** (Актобе, Атырау, Мангыстау, Караганда, Кызылорда, Южный Казахстан)
 - SO_2 - **медные рудники и медеплавильные заводы** (Балхаш)
- CH_4 - при подземной добыче угля выбросы в атмосферу больше, чем при добыче открытым способом
- Электроэнергетика и металлургия - на них приходится **37% и 30%** валовых промышленных выбросов страны

ПРЕДЕЛЬНЫЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В КАЗАХСТАНЕ

- **01** Четкие указания по мониторингу качества атмосферного воздуха
Государственный контроль за уровнем концентрации загрязняющих веществ осуществляется с помощью стационарных и передвижных постов (Казгидромет)
По закону все собранные данные должны храниться в открытом доступе в "Национальной базе данных о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Республики Казахстан"
- Другие независимые системы мониторинга - не интегрированные в государственный мониторинг → **независимые данные со спутников**

- **02** Экологические пределы загрязнения воздуха (ПДК)
→ **Допустимые предельные значения загрязняющих веществ в Казахстане выше рекомендаций ВОЗ**

Pollutant	One-Time MAC, $\mu\text{g m}^{-3}$		Average Daily MAC, $\mu\text{g m}^{-3}$		Average Annual MAC, $\mu\text{g m}^{-3}$	
	Kazakhstan	WHO	Kazakhstan	WHO	Kazakhstan	WHO
TSP	500	-	150	-	-	-
PM ₁₀	300	-	60	50	-	20
PM _{2.5}	160	-	35	25	-	10
SO ₂	500	-	50	20	-	-
NO ₂	200	-	40	-	-	40

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ МАСС

- 01 ● **Погода** - резко континентальное положение Казахстана + большая амплитуда температур в течение года
- 02 ● **Значительное увеличение солнечной радиации с севера на юг** - наибольшее количество солнечной энергии поступает с июня по август.
- 03 ● **Очень изменчивый ветровой режим в течение всего года**
Местные ветра в горах и прибрежных районах

Горы на ЮВ и ЮЗ влияют на воздушные потоки в глобальном масштабе →
естественный барьер для прохождения холодных воздушных масс на юг

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ



Sentinel-5P



**Служба атмосферного
мониторинга Copernicus (CAMS)**



Обработка



SENTINEL-5P

● **Спутник для мониторинга атмосферы** - запущен в 2017 году (программа ЕС "Copernicus")

● **Спoметр TROPOMI**

S5P измеряет такие газы, как NO_2 , O_3 , CH_2O , SO_2 , CH_4 , CO и аэрозоли.

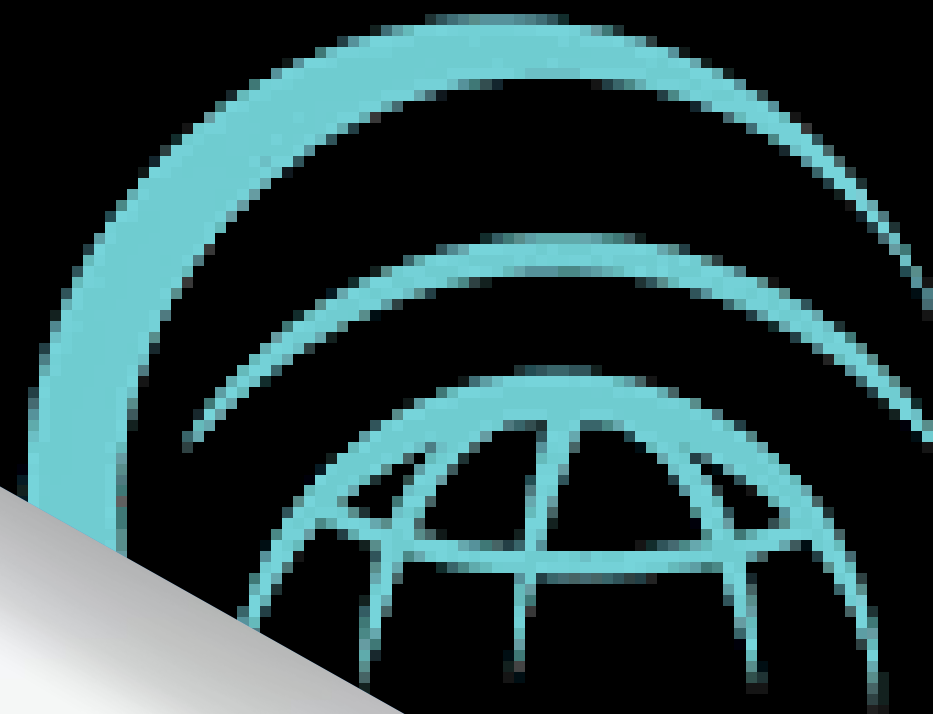
Ежедневные измерения с пространственным разрешением около 5,5 км x 3,5 км
(~7 км до ~5,5 км до августа 2019 г.)



СЛУЖБА АТМОСФЕРНОГО МОНИТОРИНГА COPERNICUS (CAMS)

- 01 CAMS предоставляет глобальную, качественную информацию, связанную с загрязнением воздуха, солнечной энергией, парниковыми газами и воздействием на климат.
- 02 Прогнозы глобального состава атмосферы CAMS, используемые для измерения PM_{10} и SO_2

Прогноз + анализ (комбинация спутниковых данных, наземных наблюдений и численных моделей), доступный с почасовыми временными интервалами



ОБРАБОТКА

- Данные (5/2018 - 12/2022) загружены и предварительно обработаны с помощью скриптов Python и сервиса Sentinel Hub.

Сетка с разрешением 1x1 км

- Единицы измерения загрязняющих веществ:
 - NO_2 и CO в 10^{-4} моль/м²
 - PM_{10} и SO_2 в мкг/м³
 - CH_4 в частях на миллиард (ppb)

- Суточные значения, используемые для расчета различных статистик → **средние и медианы** за все время/год/сезон/месяц

РЕЗУЛЬТАТЫ

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДОВ И РАЙОНОВ

СРАВНЕНИЕ ПО ГОДАМ ПО КАЗАХСТАНУ



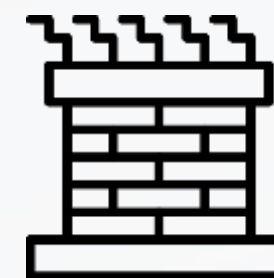
Диоксид азота (NO_2)



Метан
(CH_4)

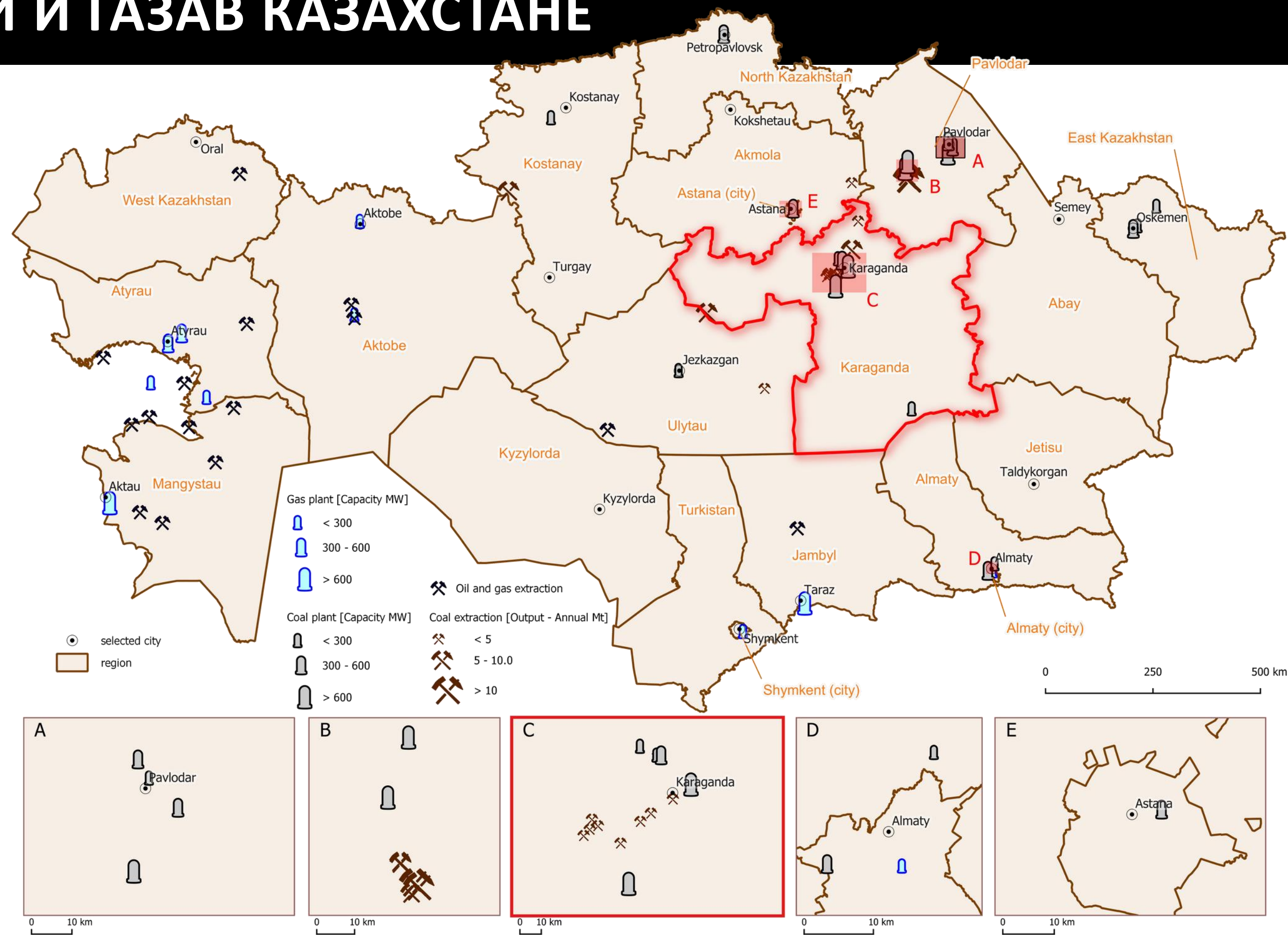


Диоксид серы
(SO_2)



Твердые частицы (PM_{10})

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ, НЕФТИ И ГАЗА В КАЗАХСТАНЕ

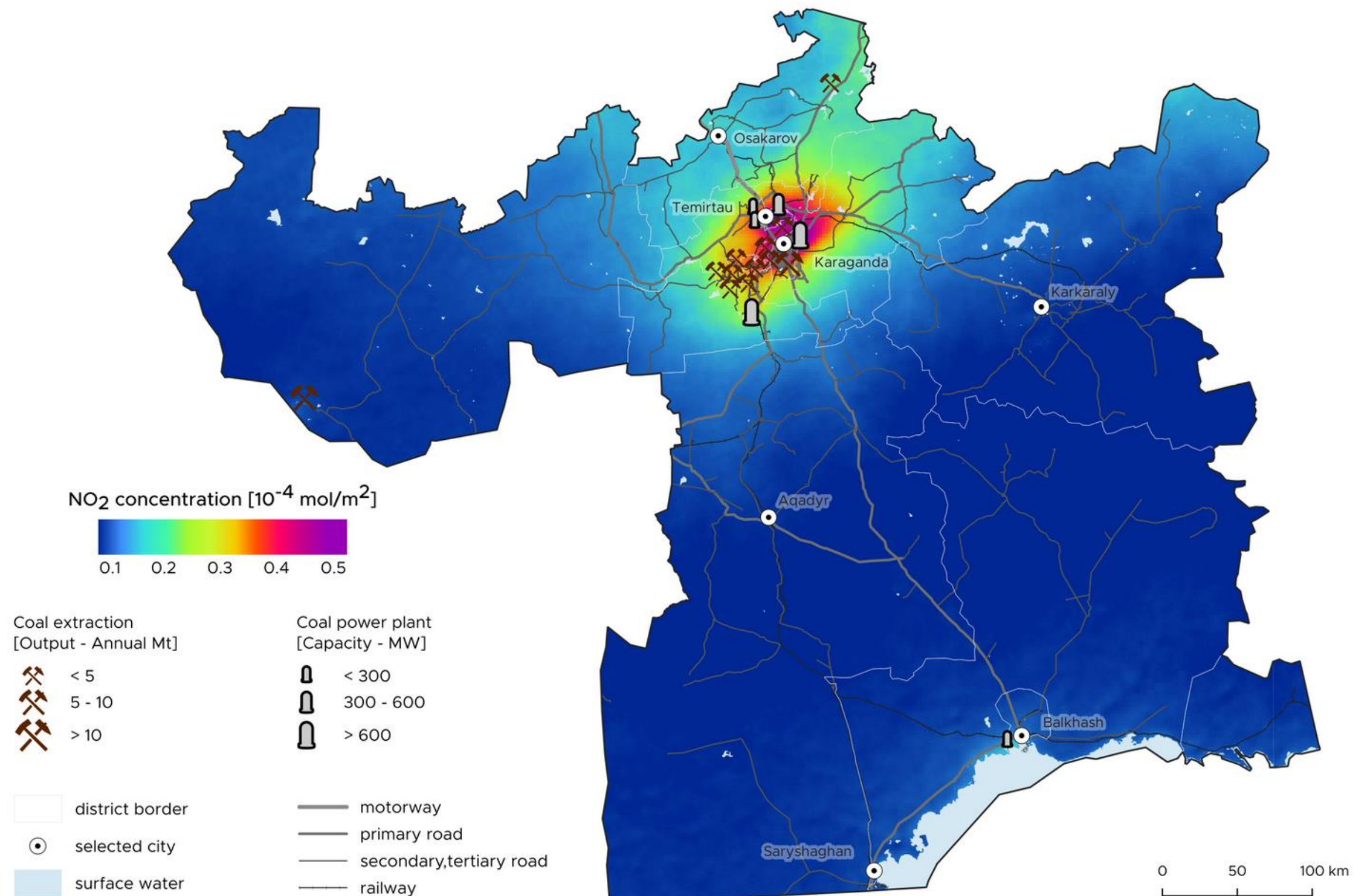


NO₂

ДИОКСИД АЗОТА БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)

- Наибольшая концентрация в жилых районах и крупных промышленных объектах
- Караганда - множество горнодобывающих предприятий, центр угледобычи
- Темиртау - металлургическая промышленность (АО "АрселорМиттал Темиртау")

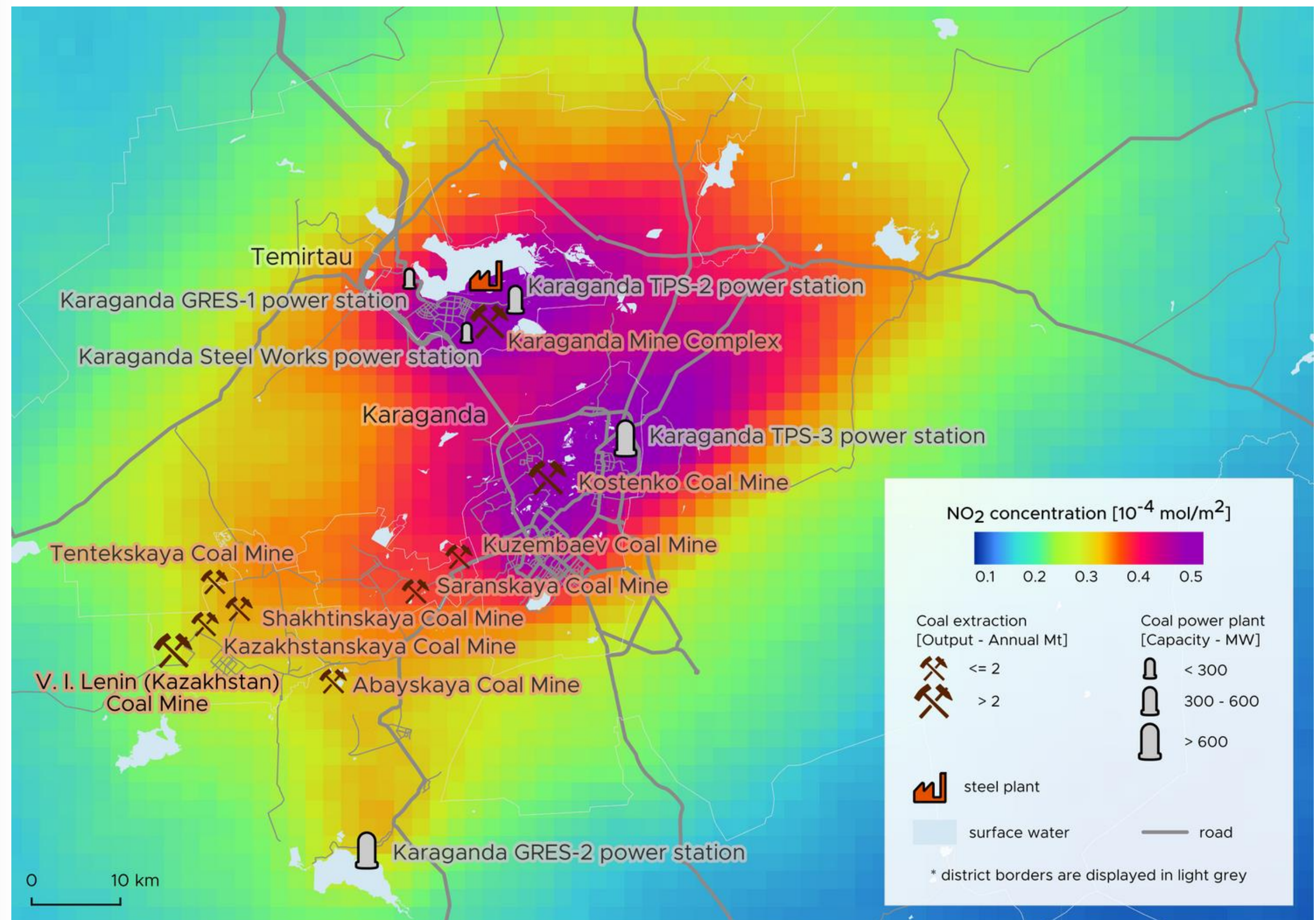


NO₂

- 8 подземных угольных шахт (свыше 10 Мт добычи в год (2020 г.))
- 5 угольных электростанций (более 2100 МВт)
- Сталелитейный завод "АрселорМиттал Темиртау" - крупнейший загрязнитель окружающей среды на территории района

ДИОКСИД АЗОТА БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



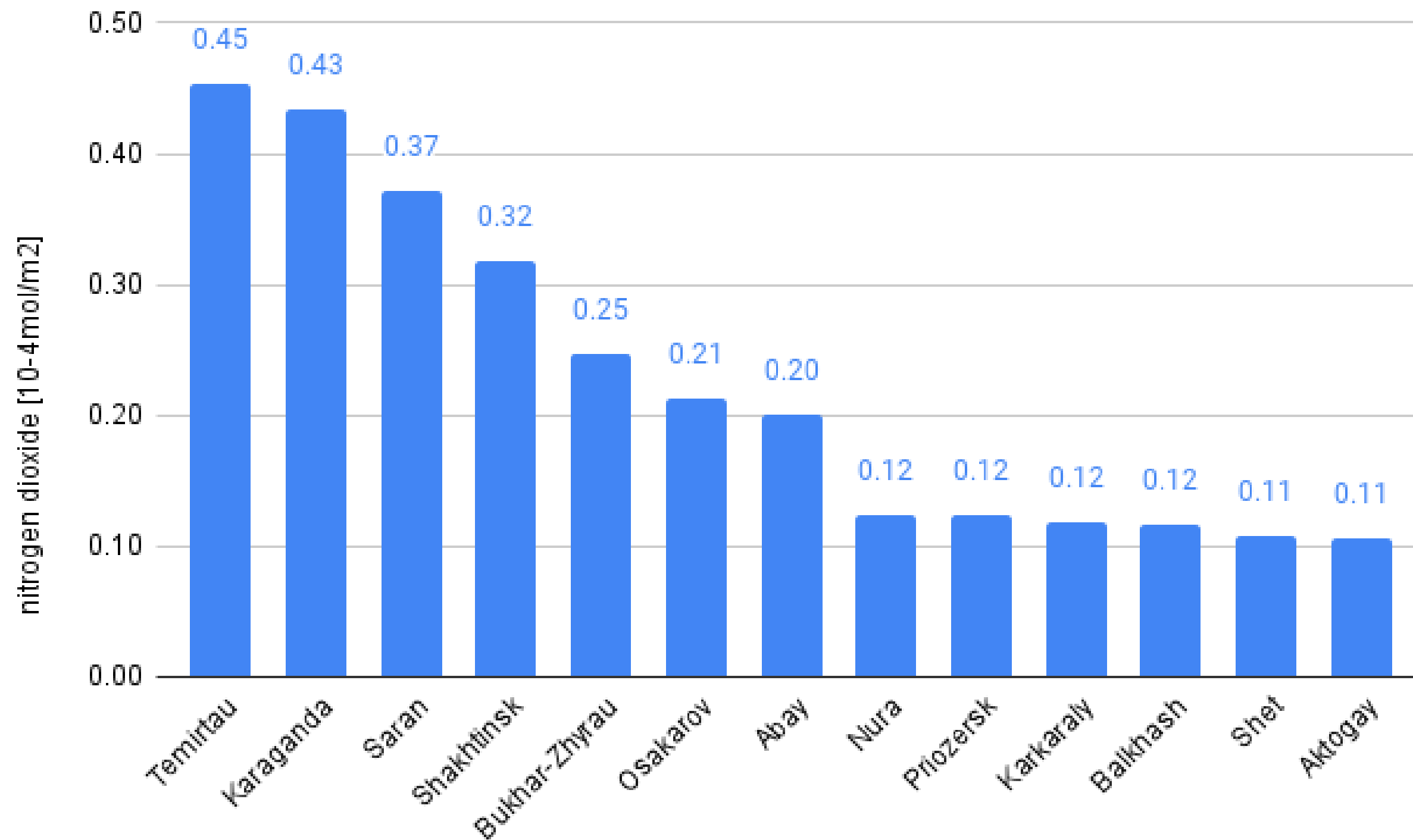


Ø NO₂ концентрации в городах и районах Карагандинской области

- Темиртау
- Караганда
- Сарань
(горнодобывающая промышленность)
- Шахтинск
(горнодобывающая промышленность)

ДИОКСИД АЗОТА БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



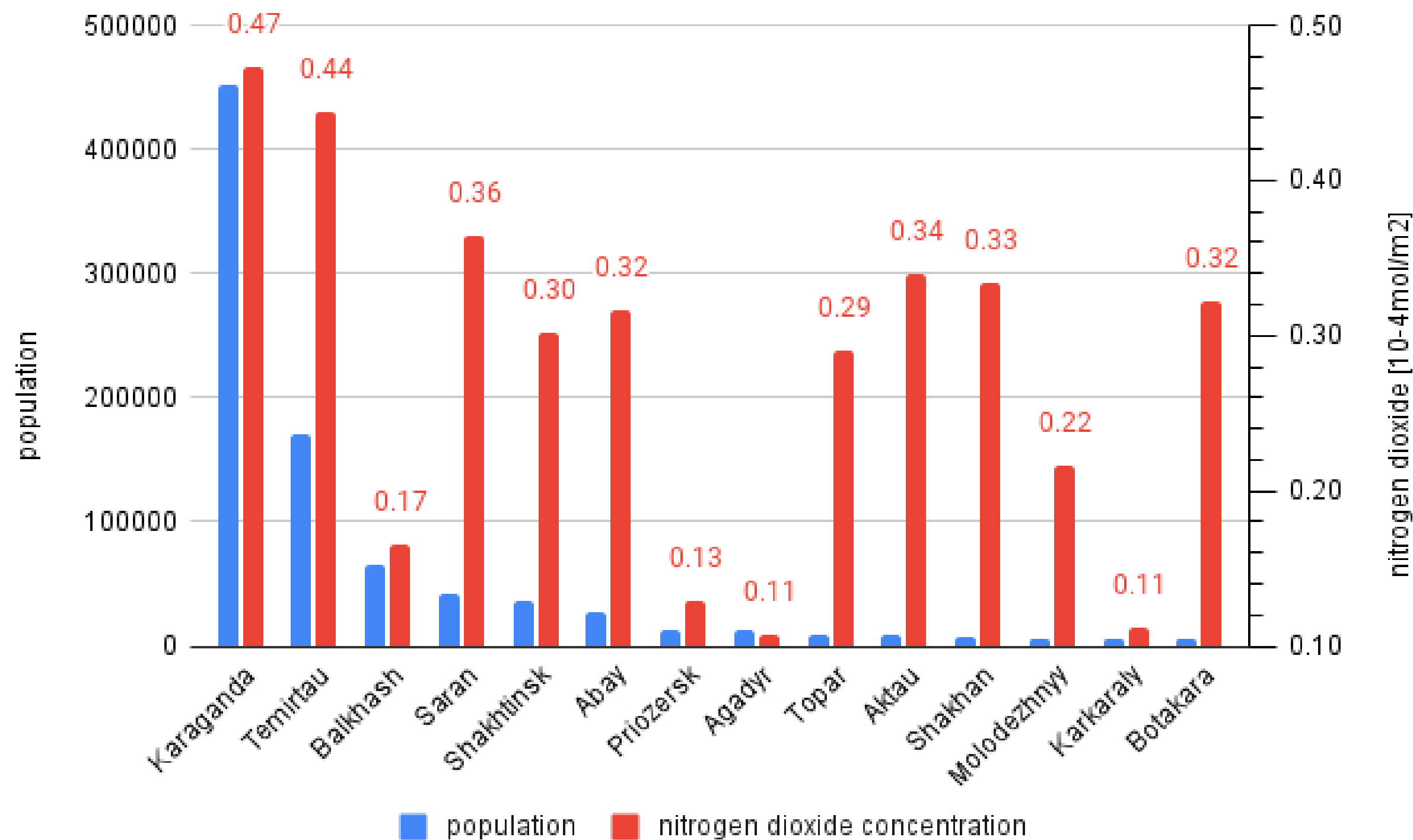
NO₂

Ø Концентрация NO₂ в городах и поселках Карагандинской области

- Караганда
- Темиртау
- Сарань (горнодобывающая промышленность)
- Шахтинск (горнодобывающая промышленность)
- Абай

ДИОКСИД АЗОТА БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



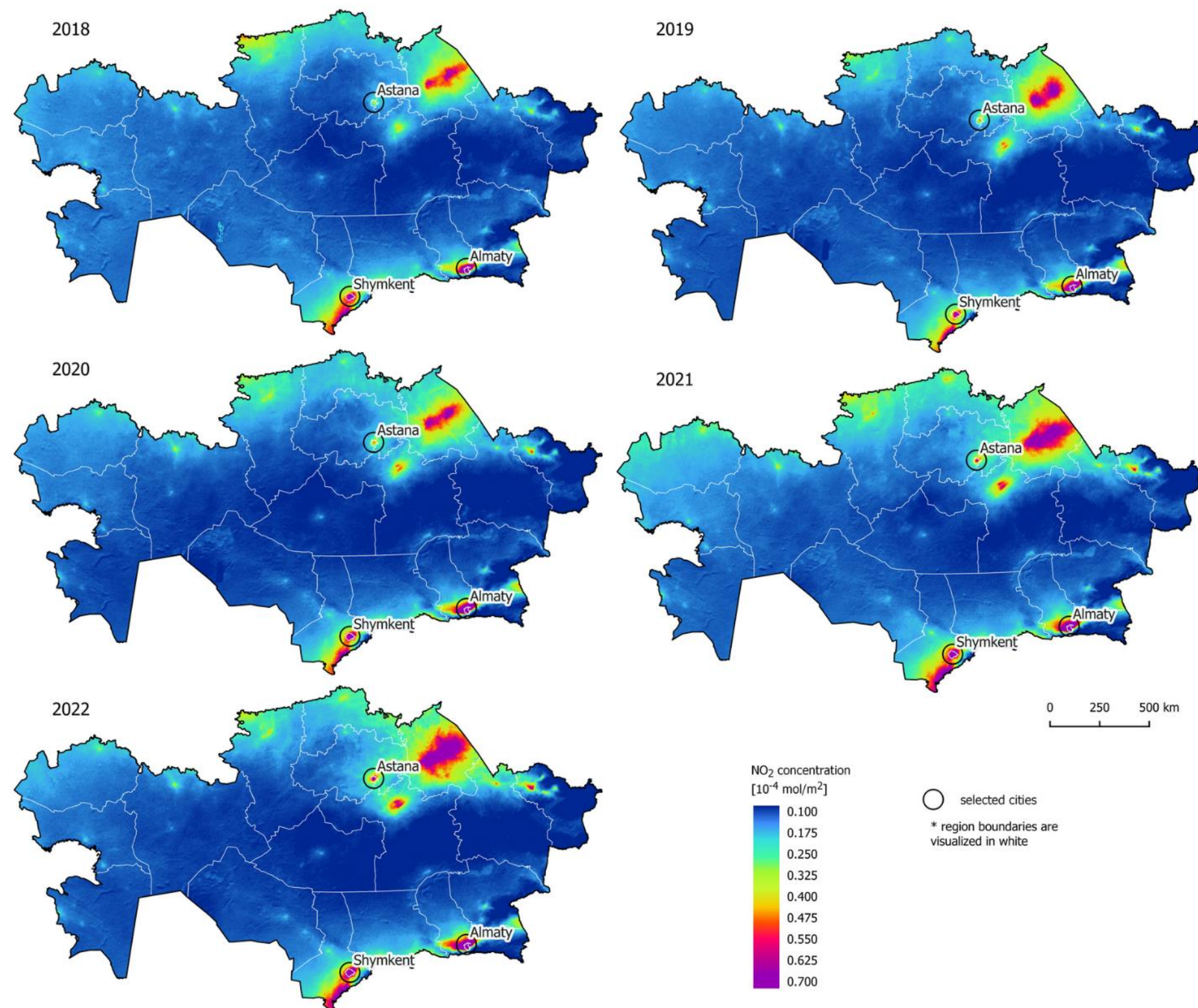
NO₂

ДИОКСИД АЗОТА

(2018-2022)

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СРАВНЕНИЕ ПО ГОДАМ

- Ежегодное увеличение концентрации в окрестностях Павлодара, Астаны, Караганды
- Частичное снижение концентрации в населенных пунктах в 2020 году (Covid-19)

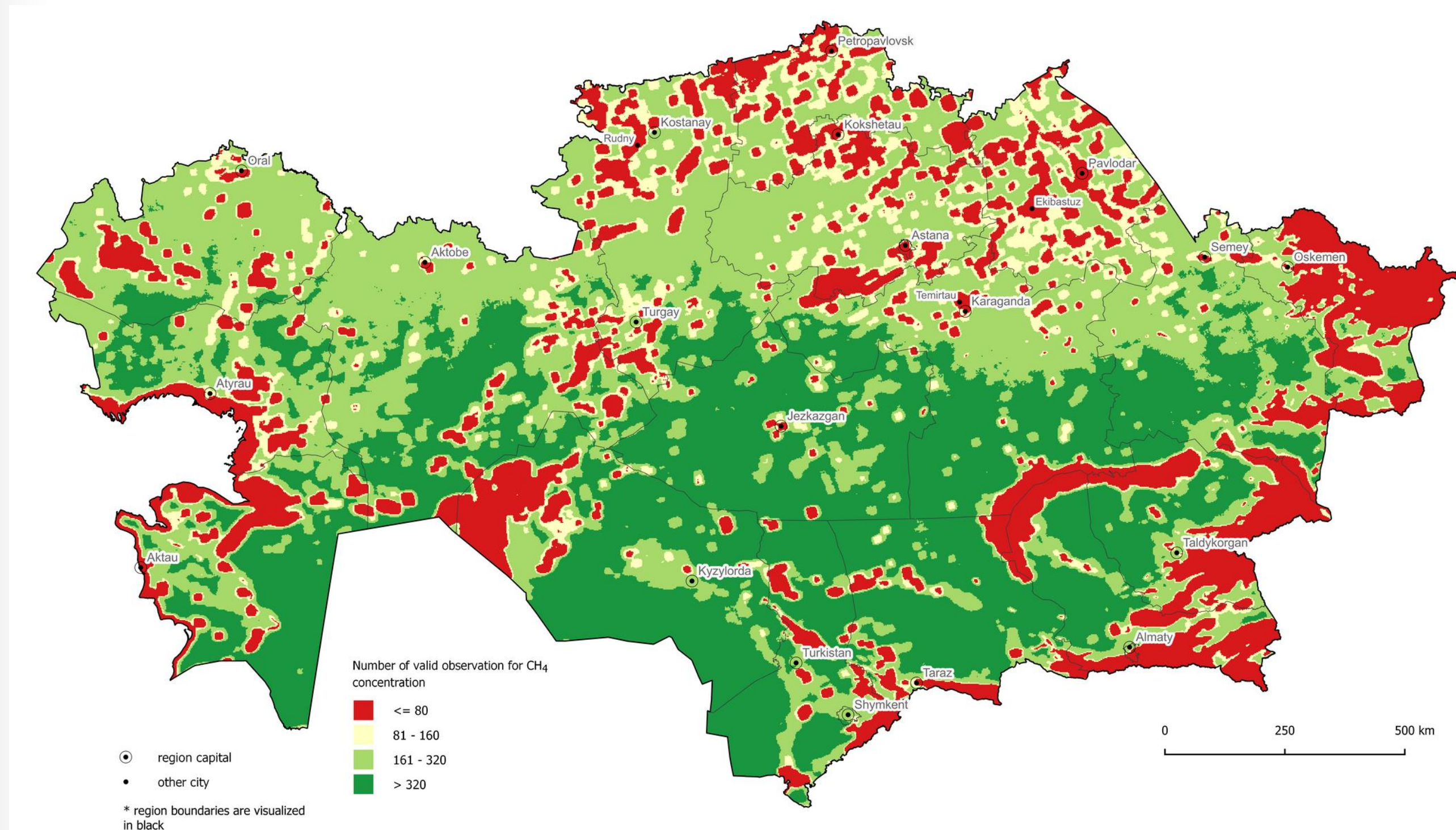


CH₄

- Предел достоверности обнаружения CH₄ над водоемами и в горах по данным S5P (порог 80 наблюдений)

МЕТАН SENTINEL-5P

(5/2018-12/2022)

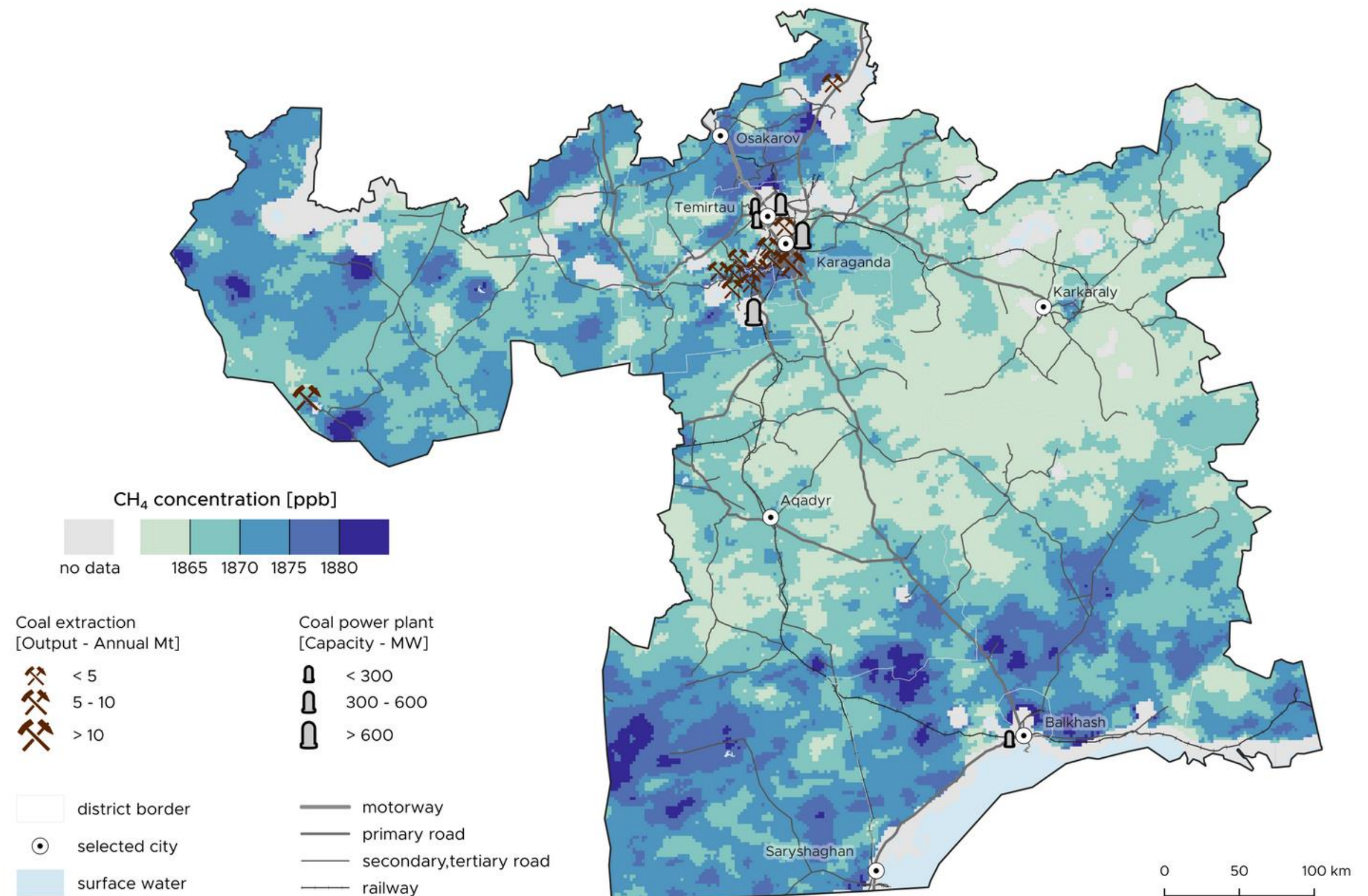




- Более высокие концентрации в южной, северо-западных частях региона и вокруг областного центра
- Более низкие выбросы CH₄ от карьеров по сравнению с подземными шахтами

МЕТАН БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



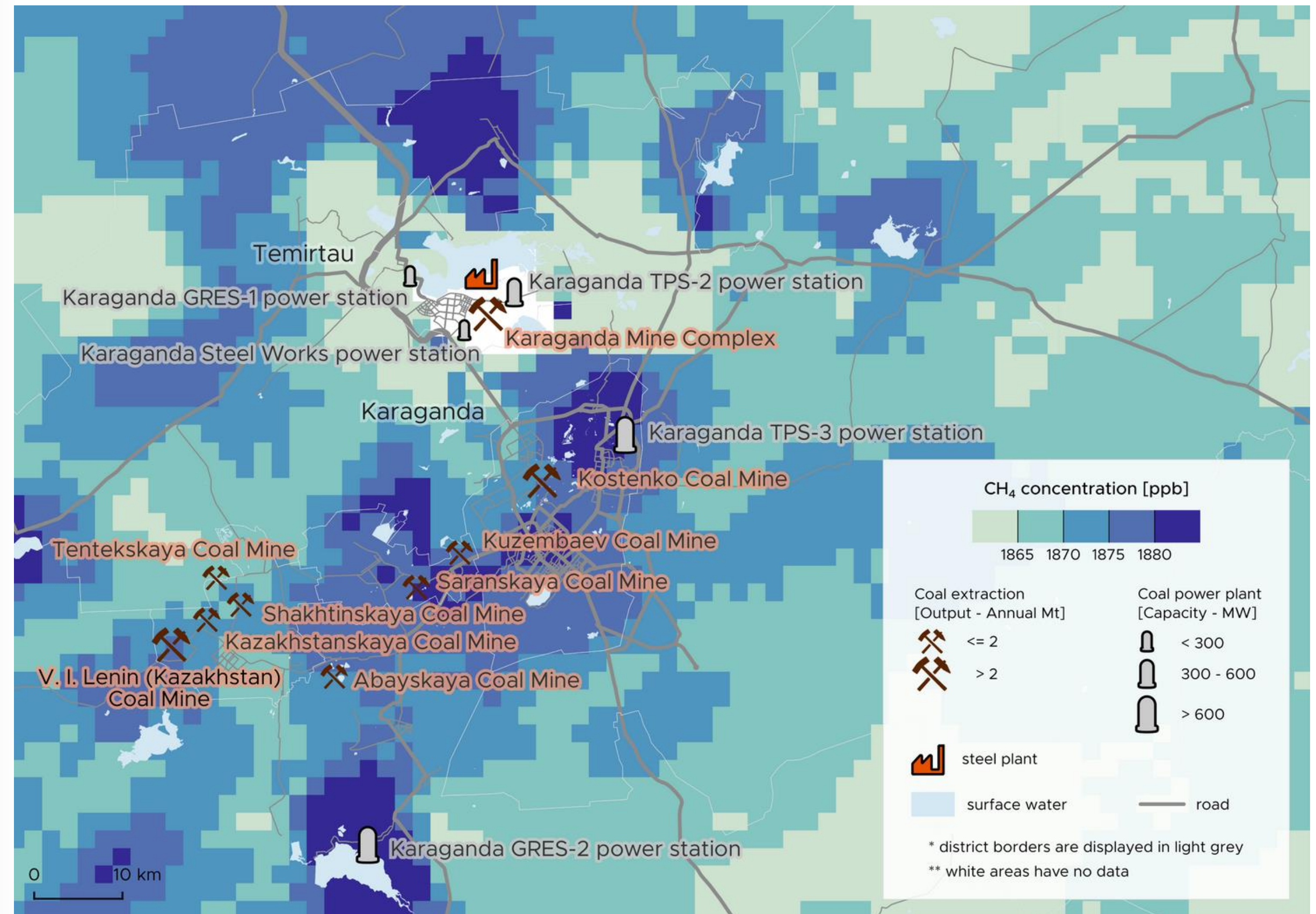
CH₄

Незначительное
превышение
концентрации CH₄
над угольными
шахтами и вблизи
угольных
электростанций

- Карагандинская тепловая электростанция (ТЭЦ- 3)
- Карагандинская ГРЭС-2 (вблизи водоема)

МЕТАН БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)





Ø Концентрация CH₄ в городах и районах Карагандинской области

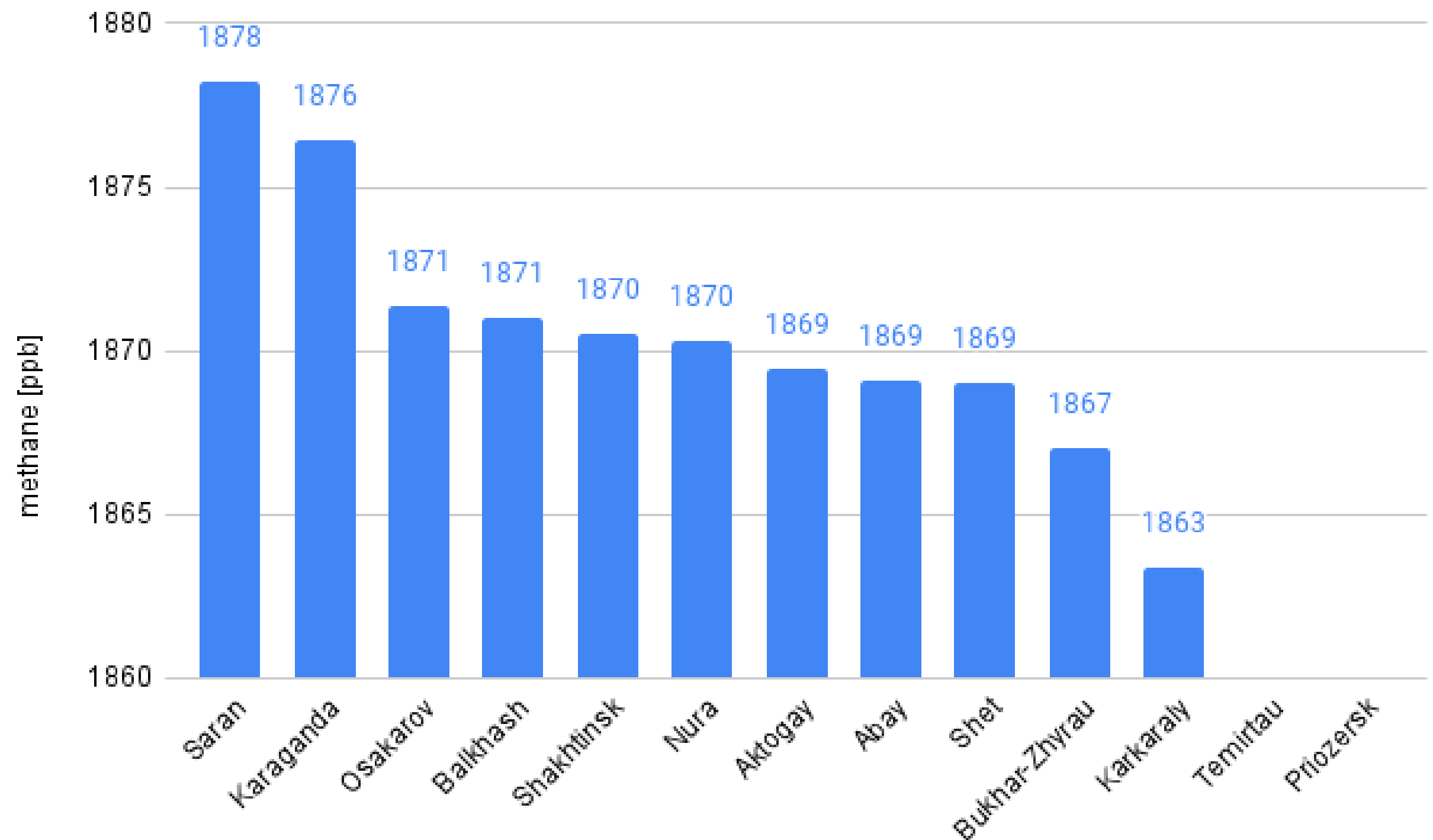
- Сарань (горнодобывающая промышленность)
- Караганда

Темиртау, Приозерск

- небольшие территории
- расположенные вблизи крупного водоема

МЕТАН БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



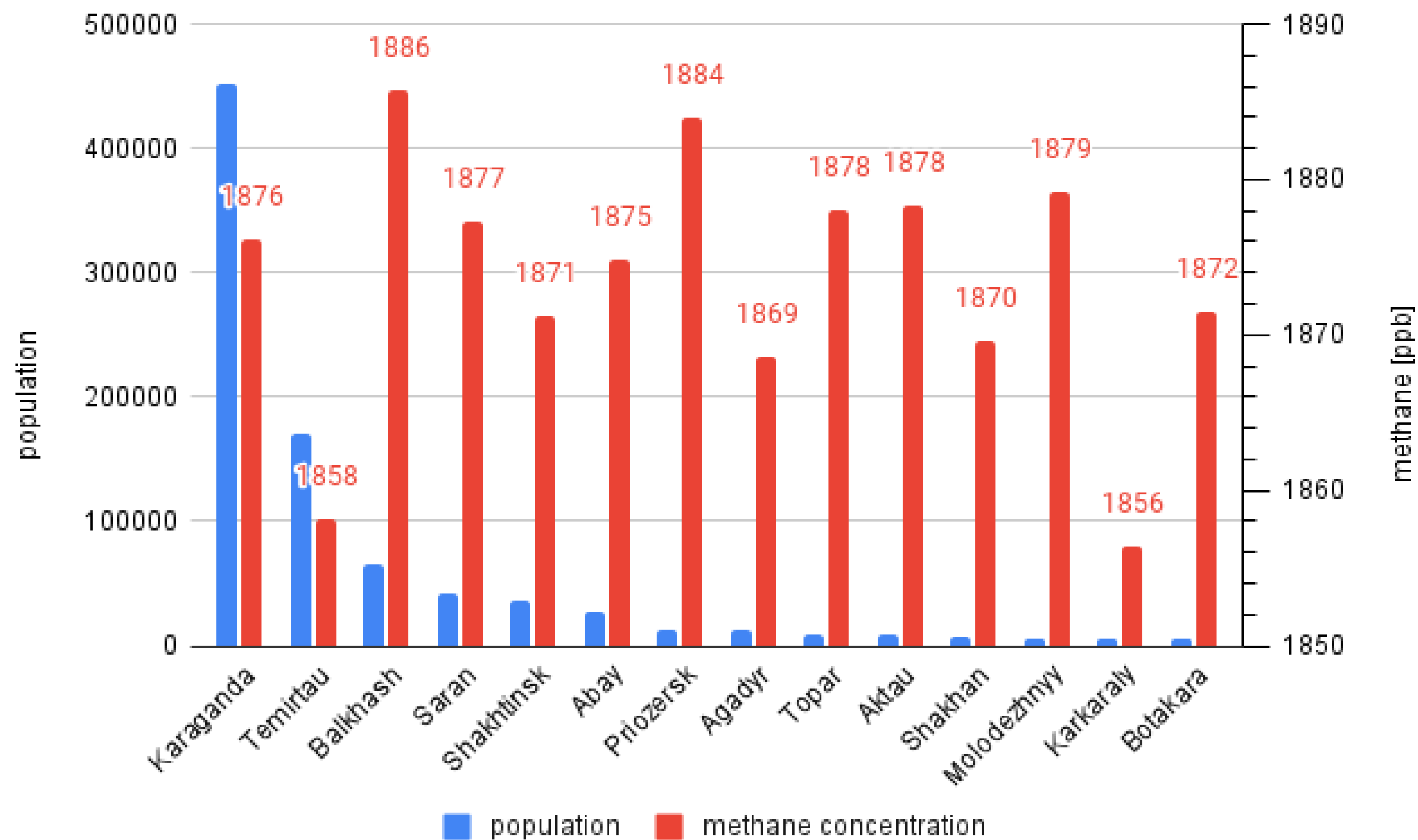
CH₄

Ø концентрация CH₄ в городах и поселках Карагандинской области

- отсутствие закономерности или характерной связи

МЕТАН БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



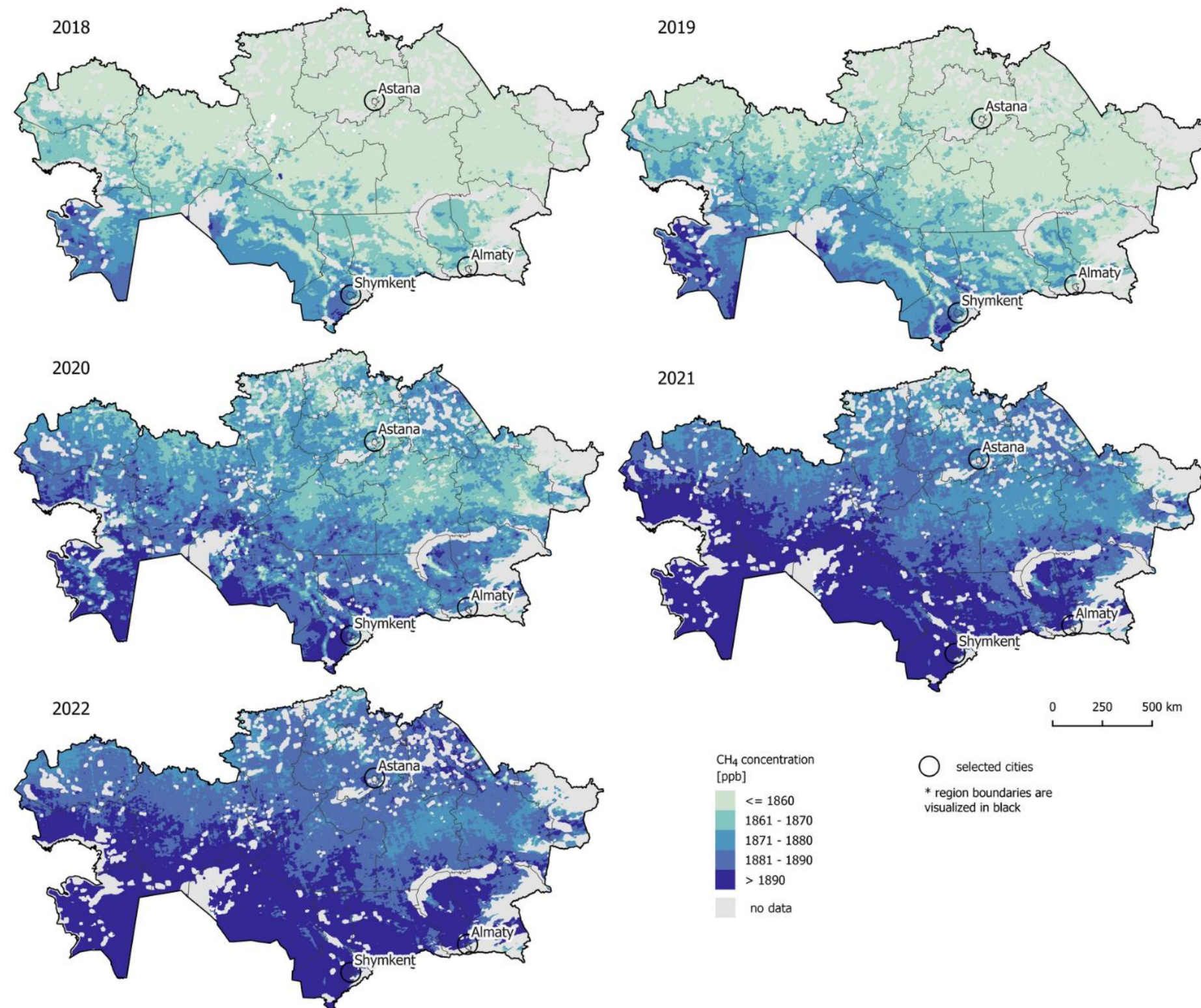
CH₄

- Ежегодный рост общей концентрации по всей стране - глобальная тенденция
- Среднегодовой прирост = 9,2 ppb (очень близко к среднемировому показателю (9ppb/год))

МЕТАН

(2018-2022)

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СРАВНЕНИЕ ПО ГОДАМ



SO₂

Аналогичное
региональное
распределение, как и в
случае с NO₂

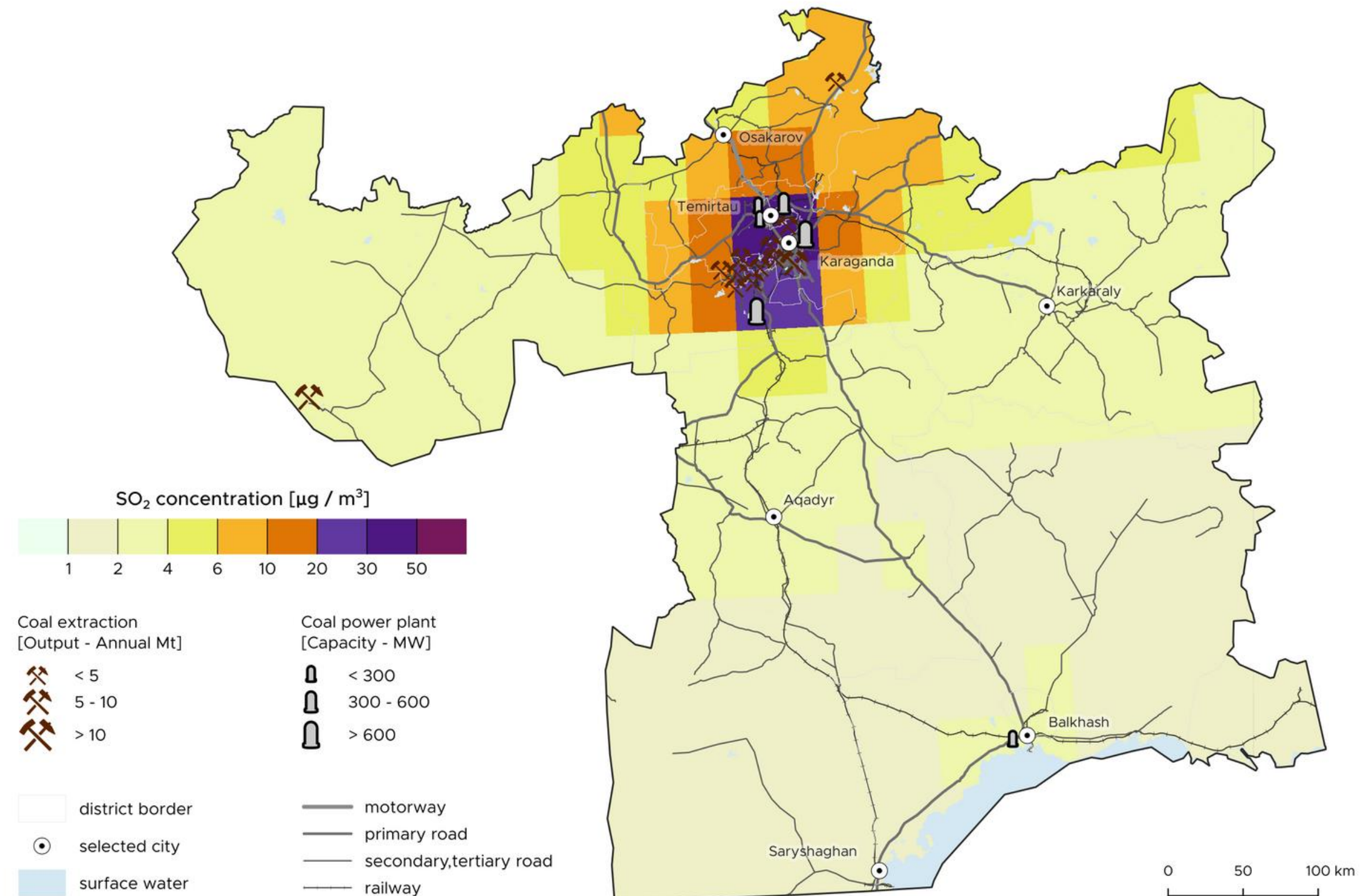
- Караганда
- Темиртау

**Загрязнение
окружающей среды
СО в районе города
Балхаш**

- Балхаш является
значительным
очагом загрязнения -
медеплавильный
завод Балхашцветмет
- Ограниченность
набора данных CAMS
(отсутствие
локальных
измерений в
Балхаше?)

ДИОКСИД СЕРЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)





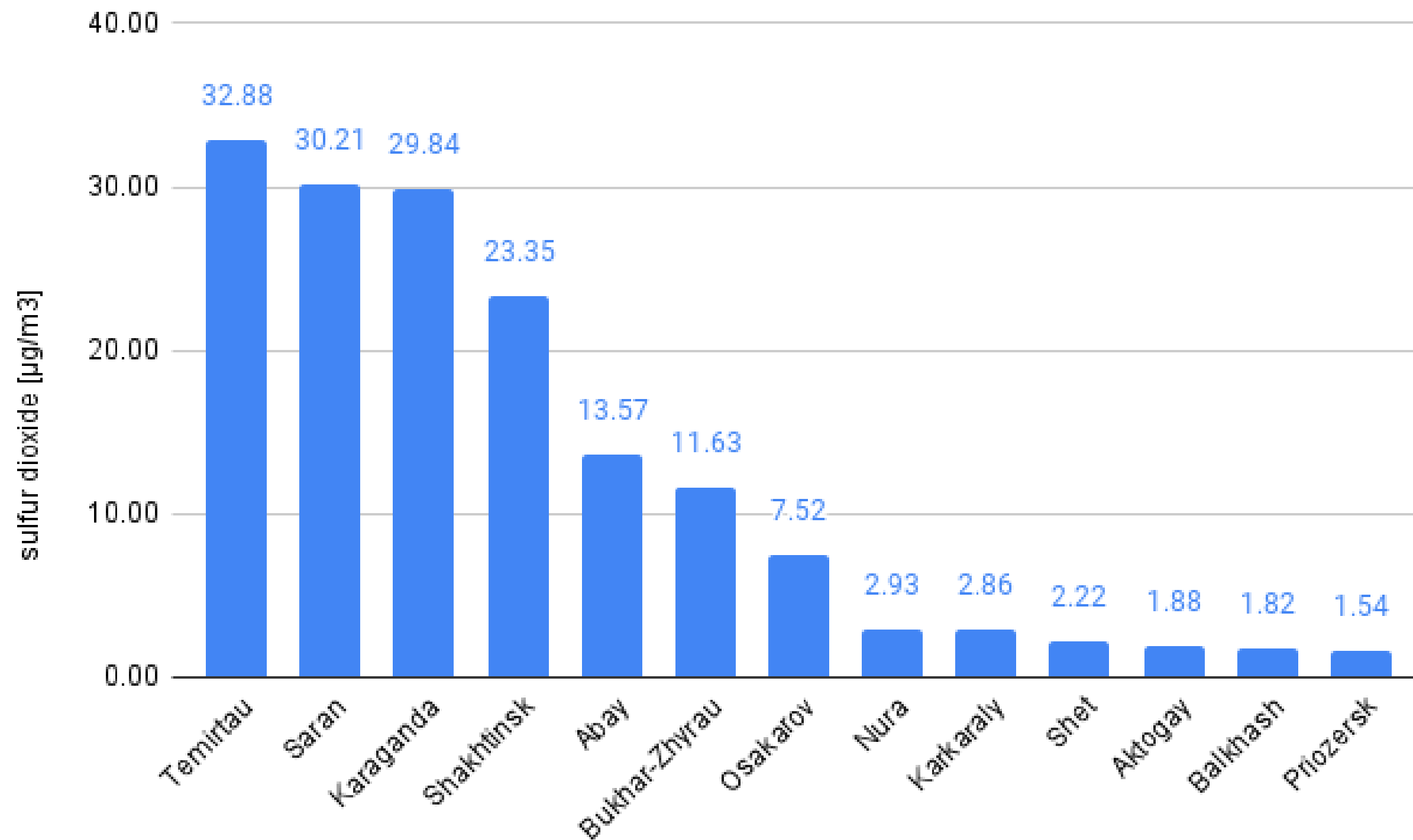
Ø SO₂ концентрации в
городах и районах
Карагандинской
области

- Темиртау
- Сарань
(горнодобывающая
промышленность)
- Караганда
- Шахтинск

ДИОКСИД СЕРЫ

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



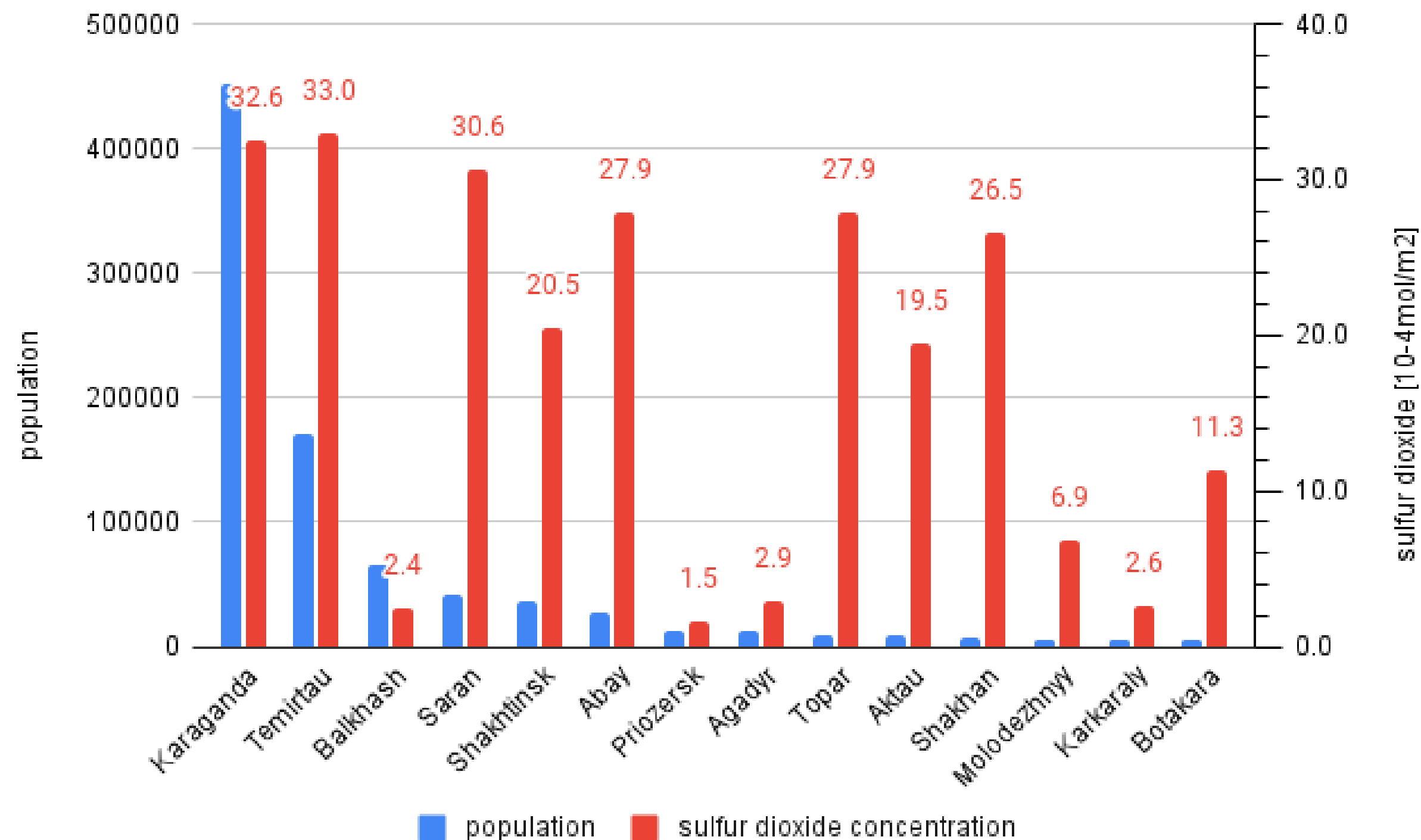


Ø SO₂ концентрации в городах и поселках Карагандинской области

- города и населенные пункты, близкие к Караганде и Темиртау

ДИОКСИД СЕРЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



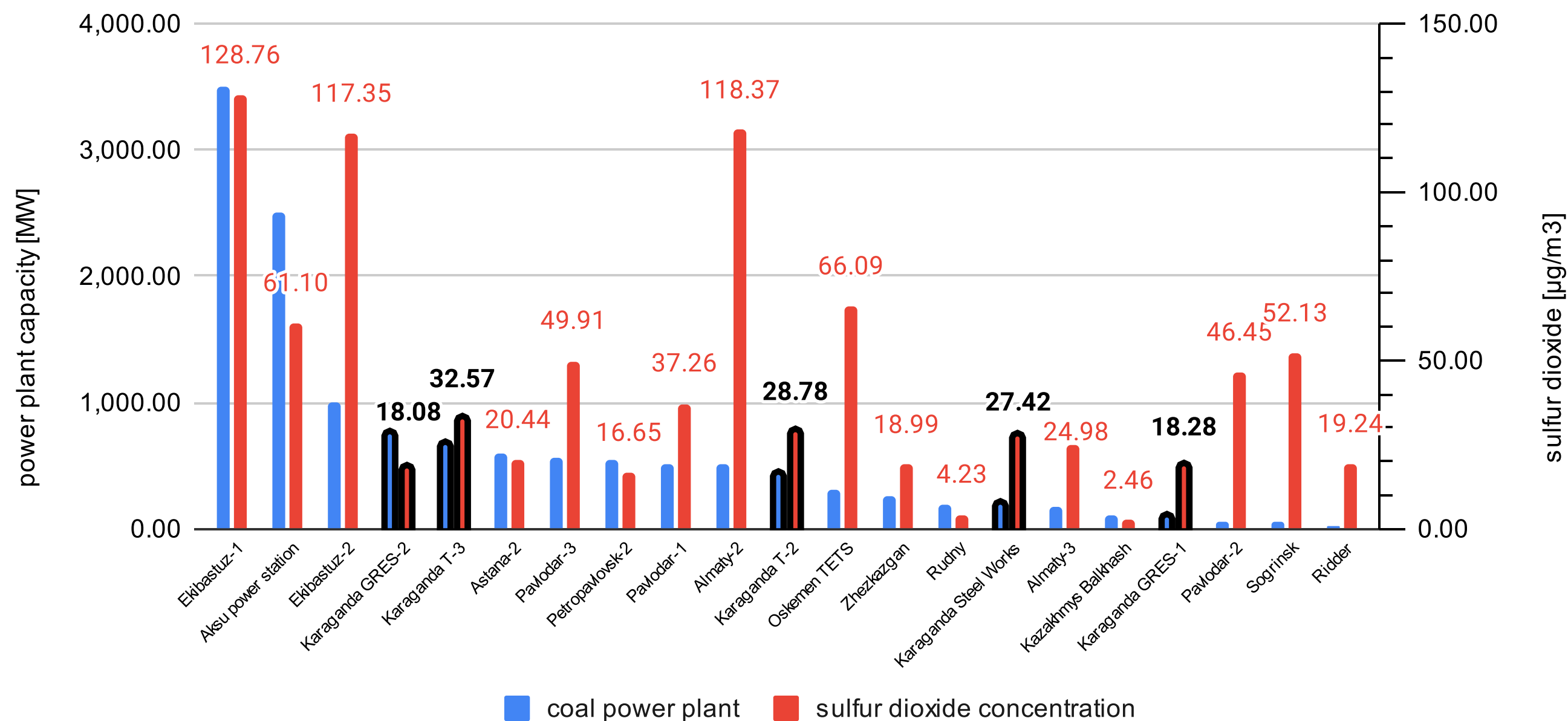


Ø Концентрации SO₂ на отдельных угольных электростанциях KZ (выделены электростанции Карагандинской области)

- Карагандинская ТЭЦ-3, ТЭЦ-2

ДИОКСИД СЕРЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



SO₂

- Изменение модельных расчетов

- повышенные значения в 2018 и 2019 годах для Дзезказгана и северо-запада Акмолинской области)

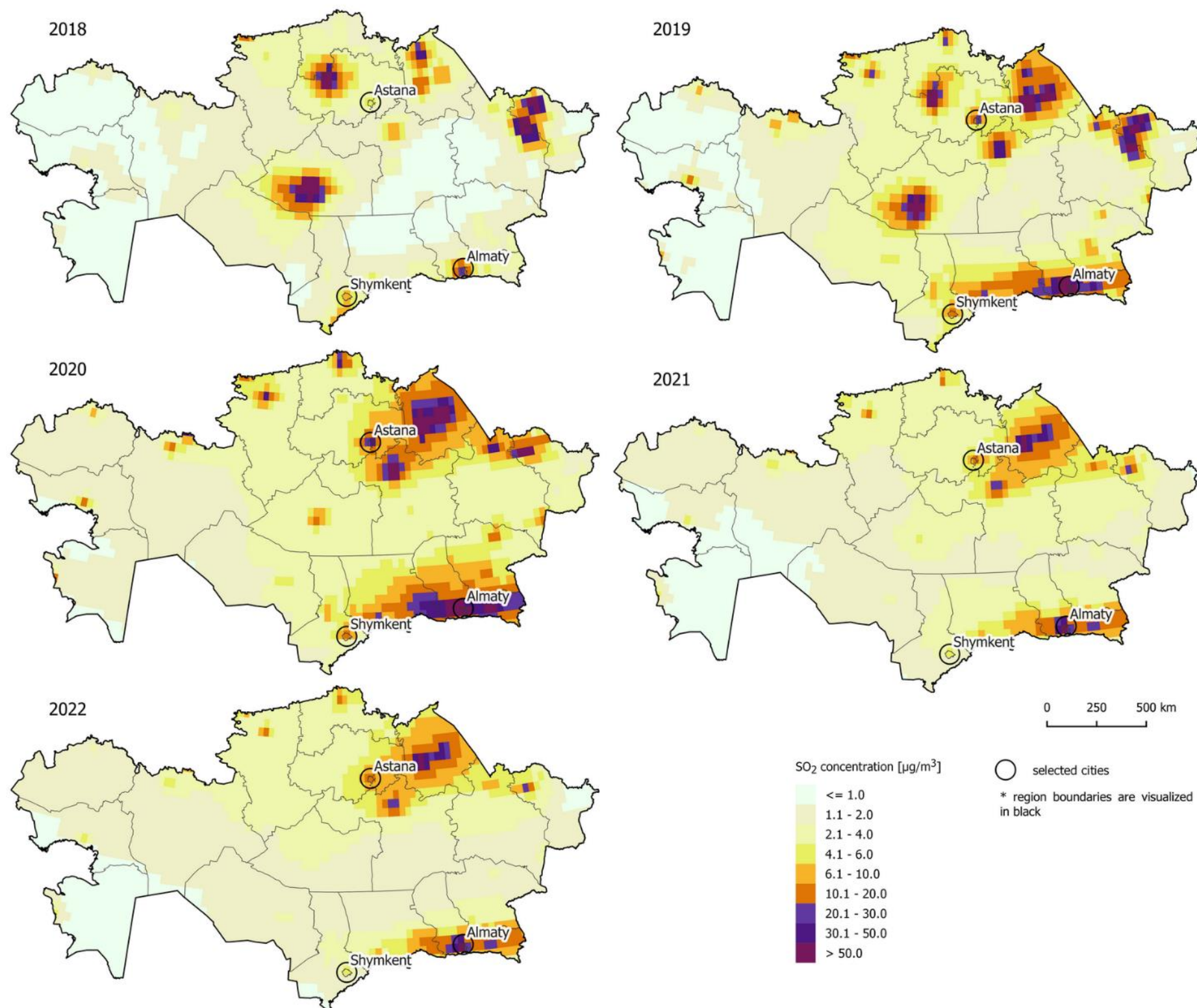
- Преобладающее снижение концентрации в большинстве городов в период с 2020 по 2022 годы

ДИОКСИД СЕРЫ

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

СРАВНЕНИЕ ПО ГОДАМ

(2018-2022)

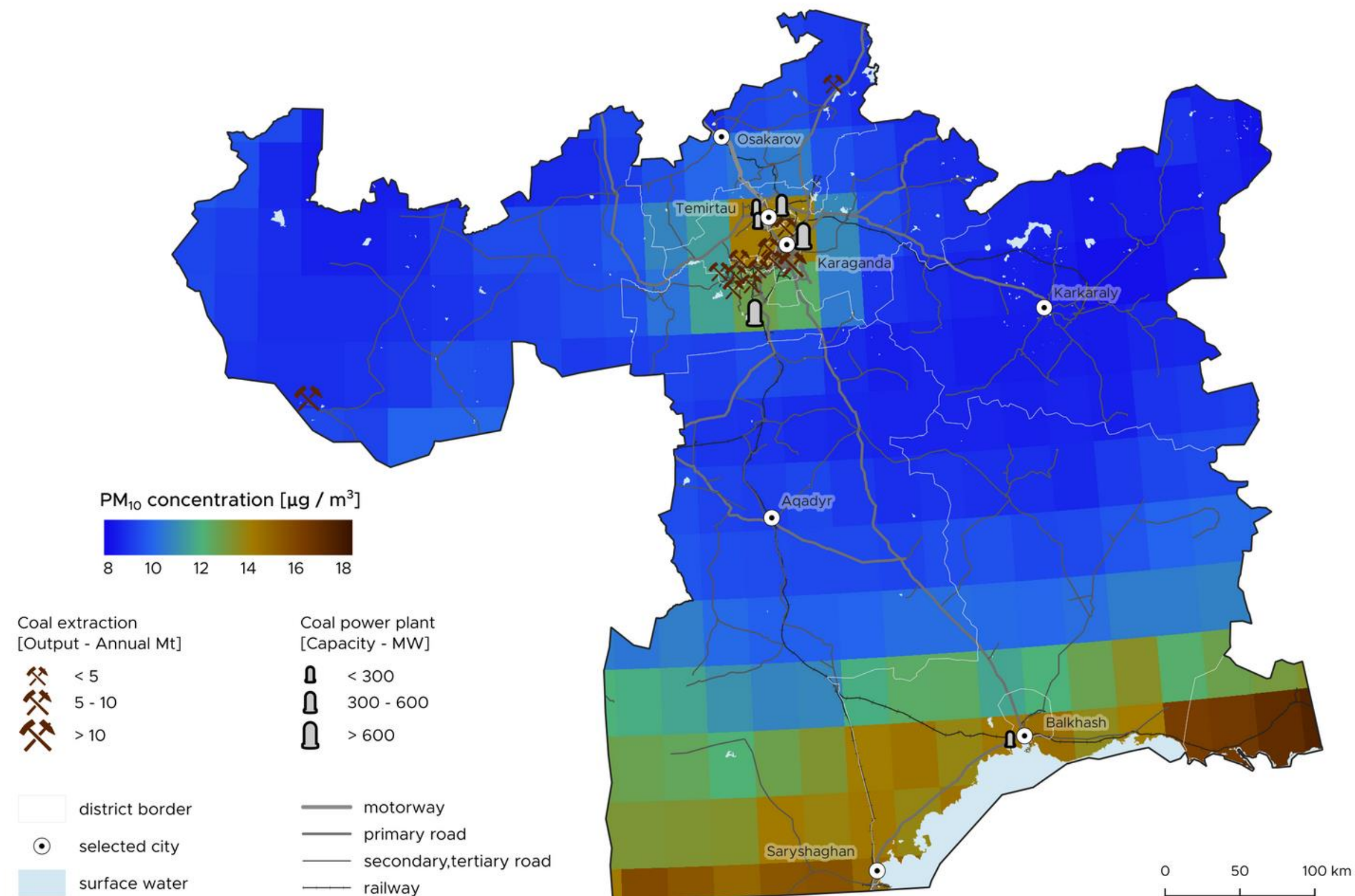


PM₁₀

- Антропогенные и природные источники
 - Караганда на границе раздела N и S
 - повышенные значения в южной части региона антропогенное влияние в северной части
- Горнодобывающая промышленность + металлургия + угольная электростанция → повышенные концентрации PM₁₀ в окрестностях Караганды и Темиртау

ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ (5/2018-12/2022)

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

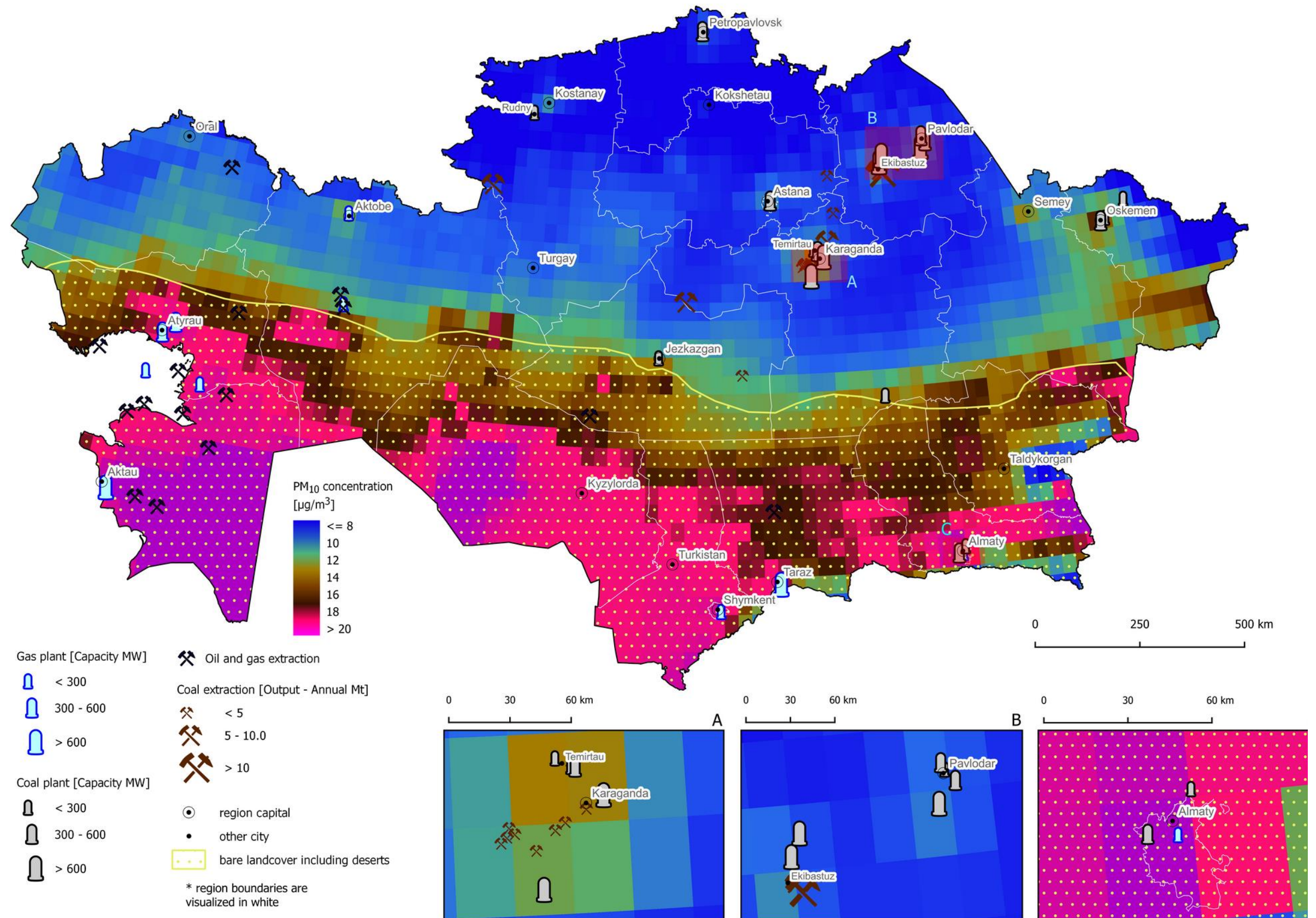


PM₁₀

- **Highest concentration in S and SE of KZ** (bare soils, deserts)
- **Significant part of KZ exceeds the WHO limits for annual PM₁₀** (20 µg/m³, pink colour)
- Outside areas with naturally generated PM₁₀ - Karaganda, Oskemen, Aktobe, Astana, Kostanay

ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



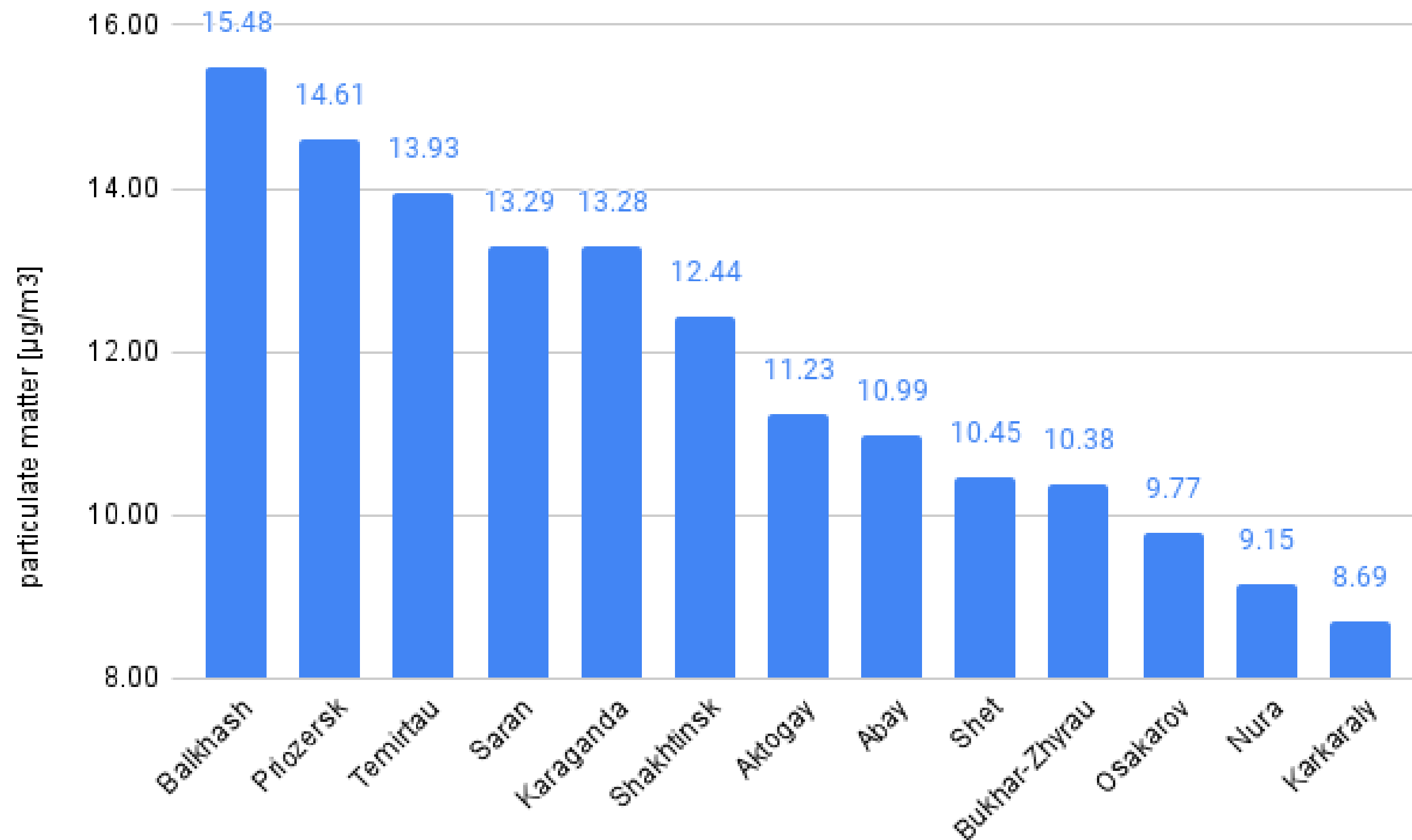
PM₁₀

Ø Концентрации PM₁₀ в городах и районах Карагандинской области

- Балхаш (природный)
- Приозерск (природный)
- Темиртау (антроп.)
- Сарань (антроп.)
- Караганда (антроп.)

ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



PM₁₀

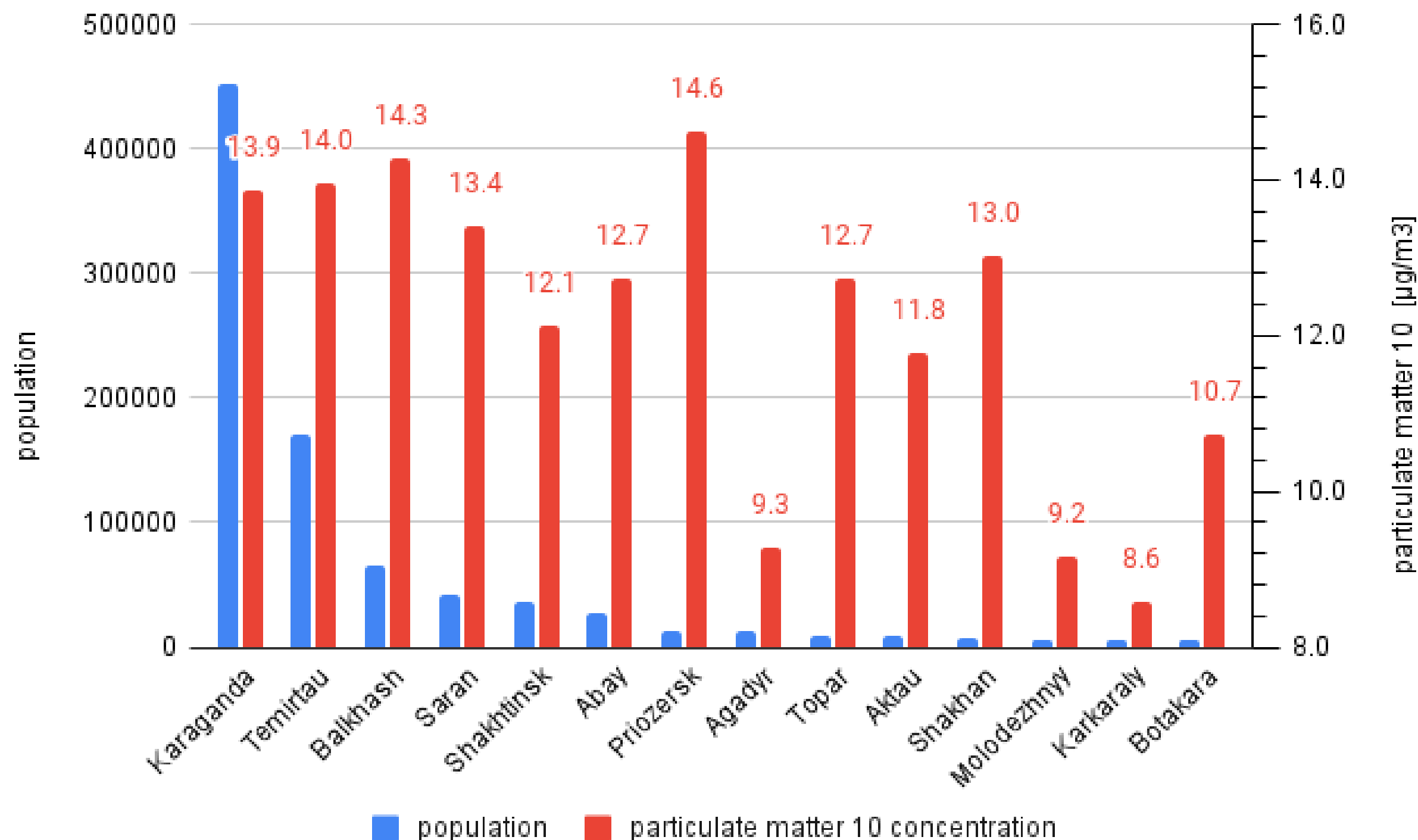
Ø Концентрации PM₁₀ в городах и поселках Карагандинской области сопоставимы для большинства городов

Высокие уровни концентрации на юге области

- **Балхаш**
(медеплавильный завод "Балхашцветмет")
- **Приозерск**
(природные источники)

ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ

(5/2018-12/2022)



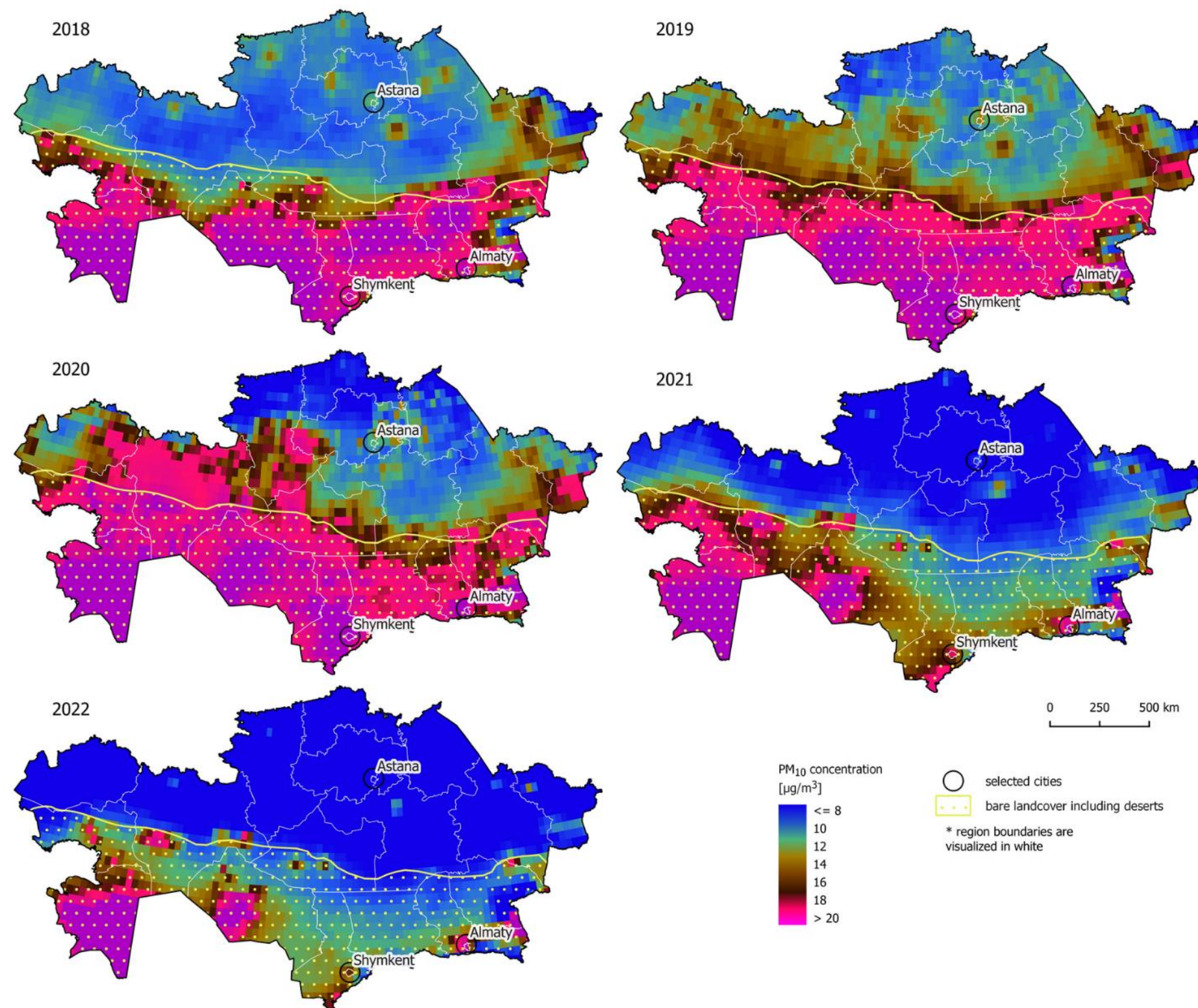
PM₁₀

- Распределение PM₁₀ меняется каждый год (2020 год - вероятно, пыльные бури)
- Постоянно самый высокий уровень в Мангыстау

ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ

(2018-2022)

БАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СРАВНЕНИЕ ПО ГОДАМ



РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КАЗАХСТАНА



Казахстан вводит свой Экологический
Кодекс об охране окружающей среды в 2021 году

Путь к углеродной нейтральности в 2060 году

Вклад в достижение Целей устойчивого развития ООН и
Парижского соглашения UNFCCC

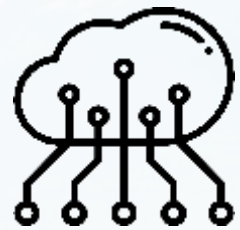


Большие запасы полезных ископаемых → добыча,
переработка ресурсов и тяжелая промышленность

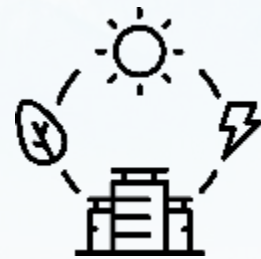
Важнейшая взаимосвязь между экономическими
факторами и экологическими обязательствами



РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КАЗАХСТАНА



Усилить мониторинг
качества воздуха и сбор
данных



Сокращение
использования угля и
внедрение
возобновляемых
источников энергии



Нормативно-правовая
база, экологическая
ответственность и
местные кадастры
выбросов

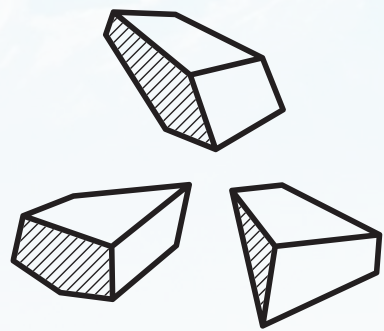


Меры по повышению
энергоэффективности и
ограничению выбросов в
промышленности

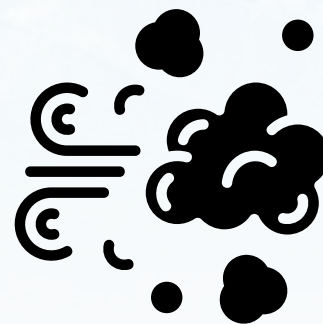


Информирование и
участие общественности

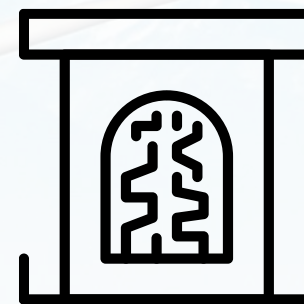
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ



Приоритет в работе с
угольной
промышленностью



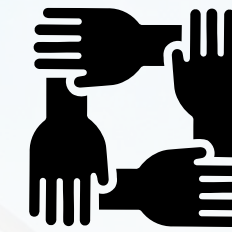
Снижение выбросов
пыли при ведении
горных работ



Приоритет в работе с
металлургической
промышленностью



Повышение
эффективности
мониторинга



Информирование и
участие общественности

ОПРЕДЕЛИТЬ ПРИОРИТЕТЫ ДЛЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- 01 ● Основное внимание уделяется стимулированию угольных электростанций к внедрению передовых технологий борьбы с загрязнением окружающей среды
- 02 ● Обеспечить соблюдение строгих стандартов по выбросам
 - стимулировать угольные электростанции инвестировать в современные системы сероочистки дымовых газов, электрофильтры, тканевые фильтры

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

- 01 ● В том числе технологии, **улучшающие пылеподавление**, использование закрытых конвейерных систем
- 02 ● Регулярный **контроль уровня пыли**, проведение проверок → выявление участков, требующих улучшений
- 03 ● Наличие системы контроля соответствия качества углей, реализуемых на розничных рынках



ОПРЕДЕЛИТЬ ПРИОРИТЕТНОСТЬ УСИЛИЙ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- 01 ● Особенно сталелитейные заводы, ферросплавные предприятия, медеплавильные заводы
- 02 ● Стимулирование внедрения экологически чистых технологий производства
 - электродуговые печи (electric arc furnaces)



ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОНИТОРИНГА

- 01 ● Расширение сети мониторинга качества воздуха за счет **стратегического размещения станций мониторинга**, оснащенных высококачественными приборами
→ точные данные в режиме реального времени
- 02 ● Использование данных для оценки эффективности мероприятий по **снижению загрязнения** → Выявление участков, требующих дополнительного внимания

ОСВЕДОМЛЕННОСТЬ И УЧАСТИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

- **Активное вовлечение общественности в процессы принятия решений**
 - территориальное планирование, утверждение планов по очистке воздуха, IAS
 - помощь в преодолении возможного противодействия
 - привлечение общественности к использованию средств государственных экологических фондов
- **Проведение кампаний по информированию населения и разъяснению важности использования экологически безопасных видов транспорта**
 - значительная зависимость от легкового автотранспорта (**старые модели с низкой топливной эффективностью**)
 - широкое использование высокозагрязняющих способов отопления (уголь, газ, биомасса, мазут)
- **Система раннего оповещения** для предупреждения органов власти и населения о чрезвычайных ситуациях, связанных с загрязнением воздуха
 - → принятие своевременных превентивных мер и минимизация негативных последствий
 - удобные платформы и инструменты



TRANSITION
Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic



Funded by
the European Union



АЗАМАТТАР ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ
<https://ecocitizens.kz>

