

*Геоинформационная технология
оценки качества атмосферного воздуха
в условиях уникальных природно-антропогенных комплексов
по данным многолетних снегогеохимических исследований
(на примере юго-западной части г. Иркутска
и его пригородов)*

Руководитель департамента образовательных
технологий Ланько А. В.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Снежный покров – естественный индикатор загрязнения атмосферы

Иркутск,
Шелехов-
города с
повышенным
уровнем
загрязнения
атмосферы

Геохимический
состав

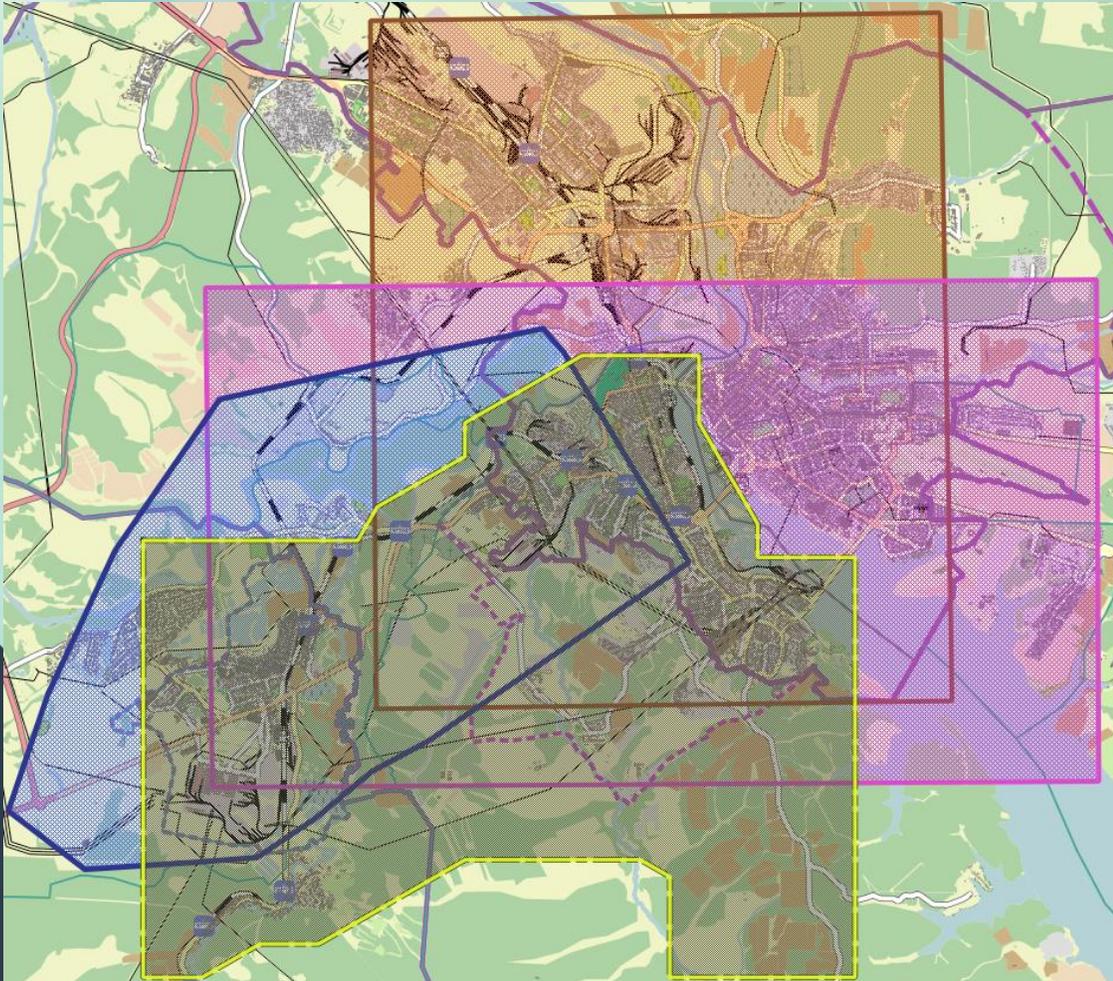
Факторы
влияющие на
распространение
загрязнения

Геоинформационные технологии

Пространственный
анализ;
Временной анализ;
Интеграция данных;
Визуализация

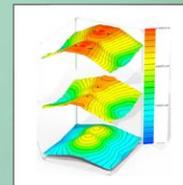
Экономический анализ;
Мониторинг;
Прогноз;
Управленческие
решения.

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА



*Время, логистика,
стоимость, ресурсы*

*Факторы окружающей
среды*

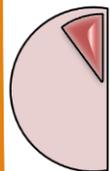


*Анализ и интерпретация
данных*

Условные обозначения

-  Район исследования
-  Области других исследователей
-  Онищук Н. А. (2009 г)
-  Институт Сочавы (2011 г)
-  Филимонова Л.М. (2017 г.),
Просекин С.Н. (2021 г)

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СНЕГОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Исходные данные

- Картографическая информация
- Значимые факторы
- Плотность и форма элементарной площадки



Определение точек наблюдения

- Расчет факторной нагрузки на ЭП
- Выбор месторасположения точек наблюдения
- Определение фоновых точек



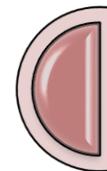
Маршрутизация

- Определение маршрутов
- Системный анализ
- Подготовка данных для операторов



Картопостроение

- Вычисление коэффициента контрастности
- и
- Автоматическое картопостроение



Представление результатов



ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Климатические

Температура

Давление

Направление
ветра

Топографические

Высота над
уровнем моря

Крутизна
уклона

Экспозиция
склона

Антропогенные

Раститель
ность

Крупная и
мелкая
гидросеть

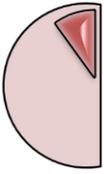
Техногенные

Здания

Парковки

Землепользо
вание

Авто и ЖД
дороги



МОДЕЛЬ QGIS №1

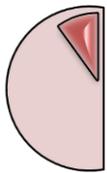
«СОЗДАНИЕ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Данные о рельефе (SRTM)

Область
(район)
исследования

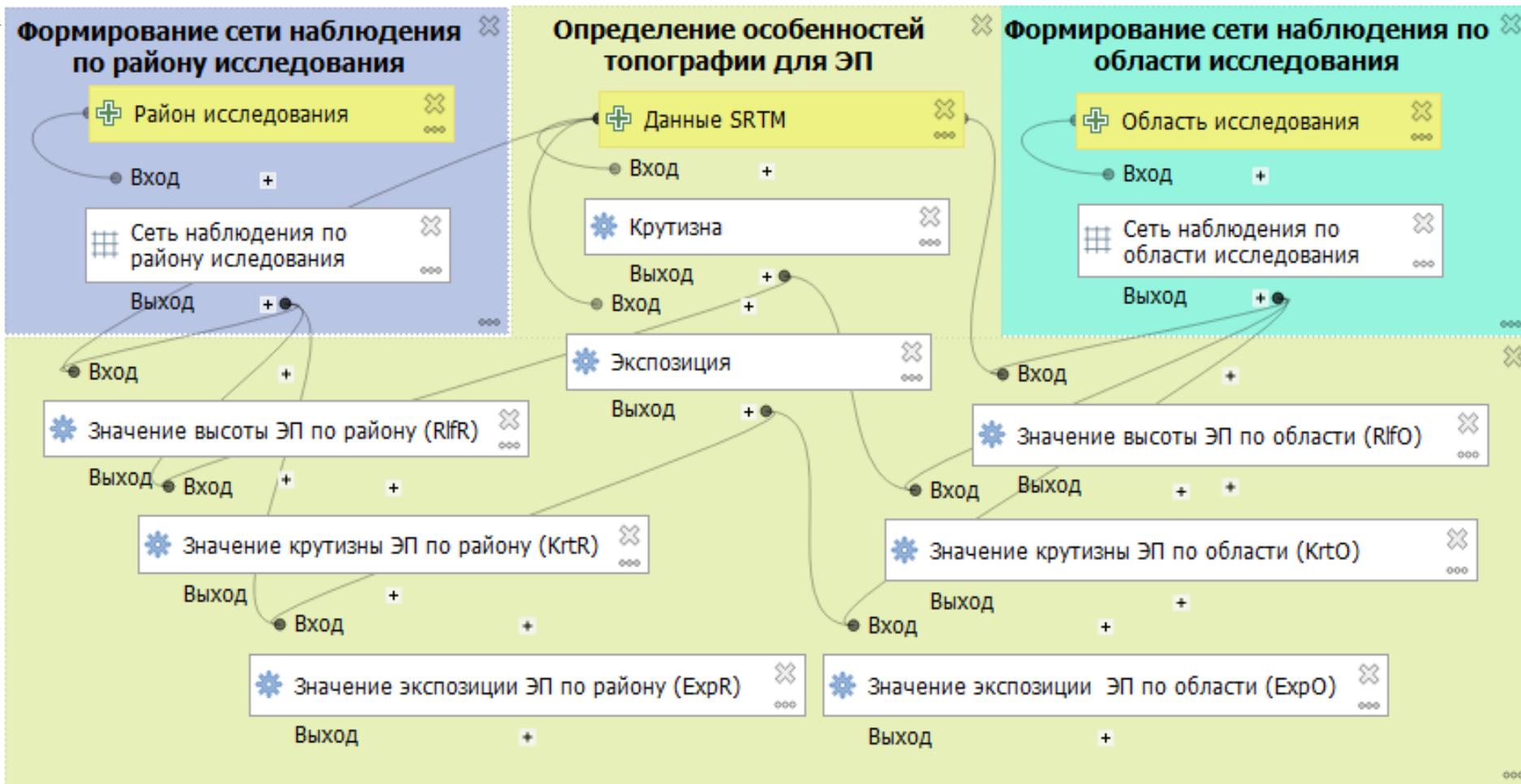
Сеть наблюдения
(форма, размер элементарной площадки)

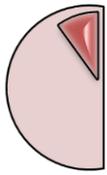
Высота над уровнем моря, Крутизна, Экспозиция



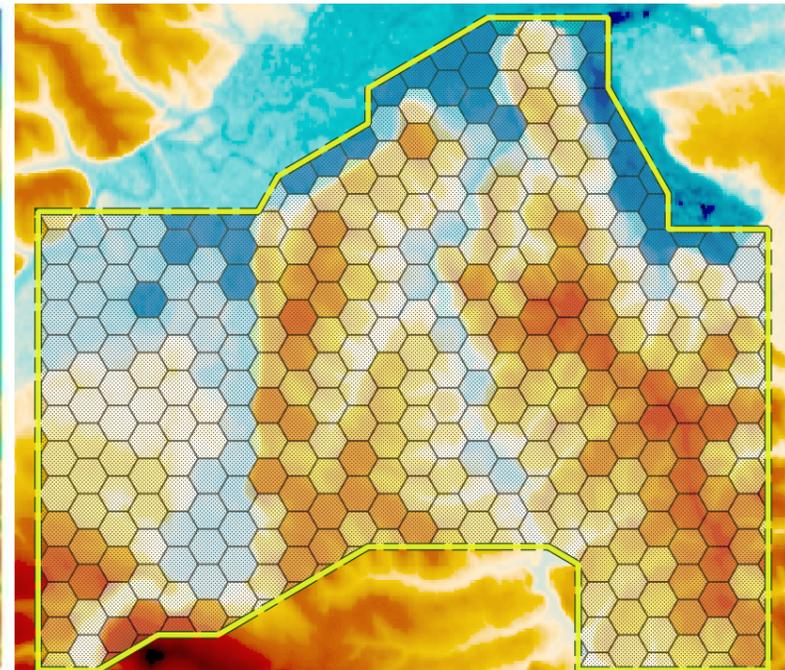
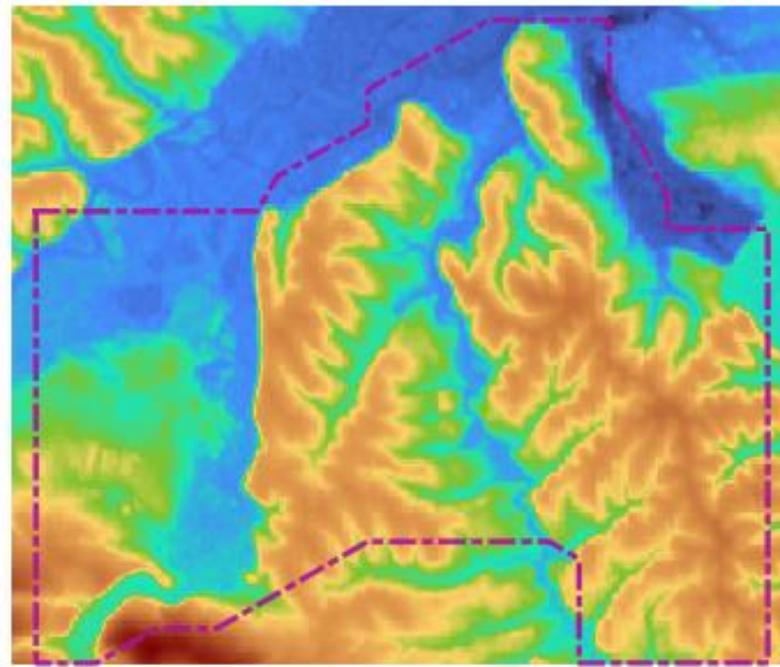
МОДЕЛЬ QGIS №1

«СОЗДАНИЕ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ» И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ





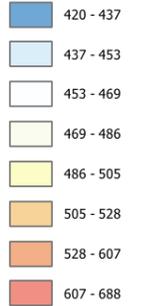
РЕЗУЛЬТАТ ВЫПОЛНЕНИЯ МОДЕЛИ QGIS №1



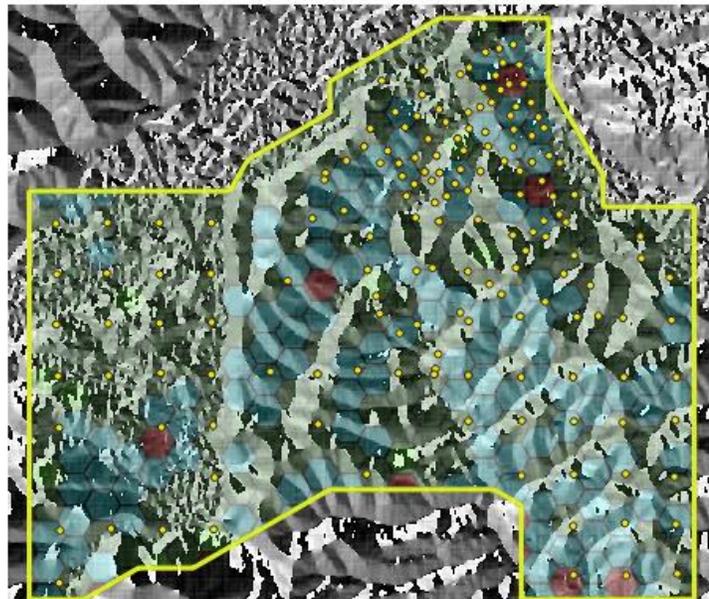
Условные обозначения

Район исследования

Среднее значение высоты над уровнем моря в пределах ЭП



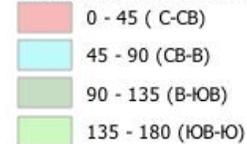
Рельеф по данным SRTM



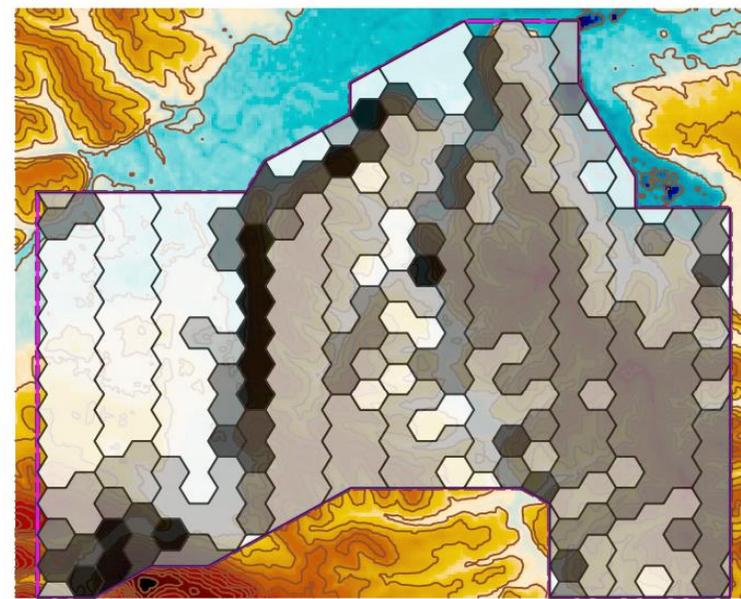
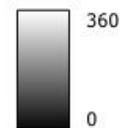
Точки отбора проб

Район исследования

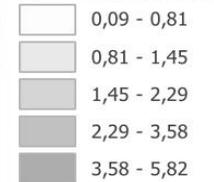
Стандартное отклонение экспозиции в пределах элементарной площадки



Экспозиция рельефа



Стандартное отклонение крутизны склонов в пределах элементарной площадки

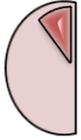


Район исследования

Изолинии рельефа

Рельеф по данным SRTM





МОДЕЛЬ QGIS №2

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ФАКТОРОВ

Исходные данные

Область
(район)
исследования

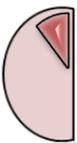
Факторы
(площадные,
линейные,
точечные)

Значимые факторы

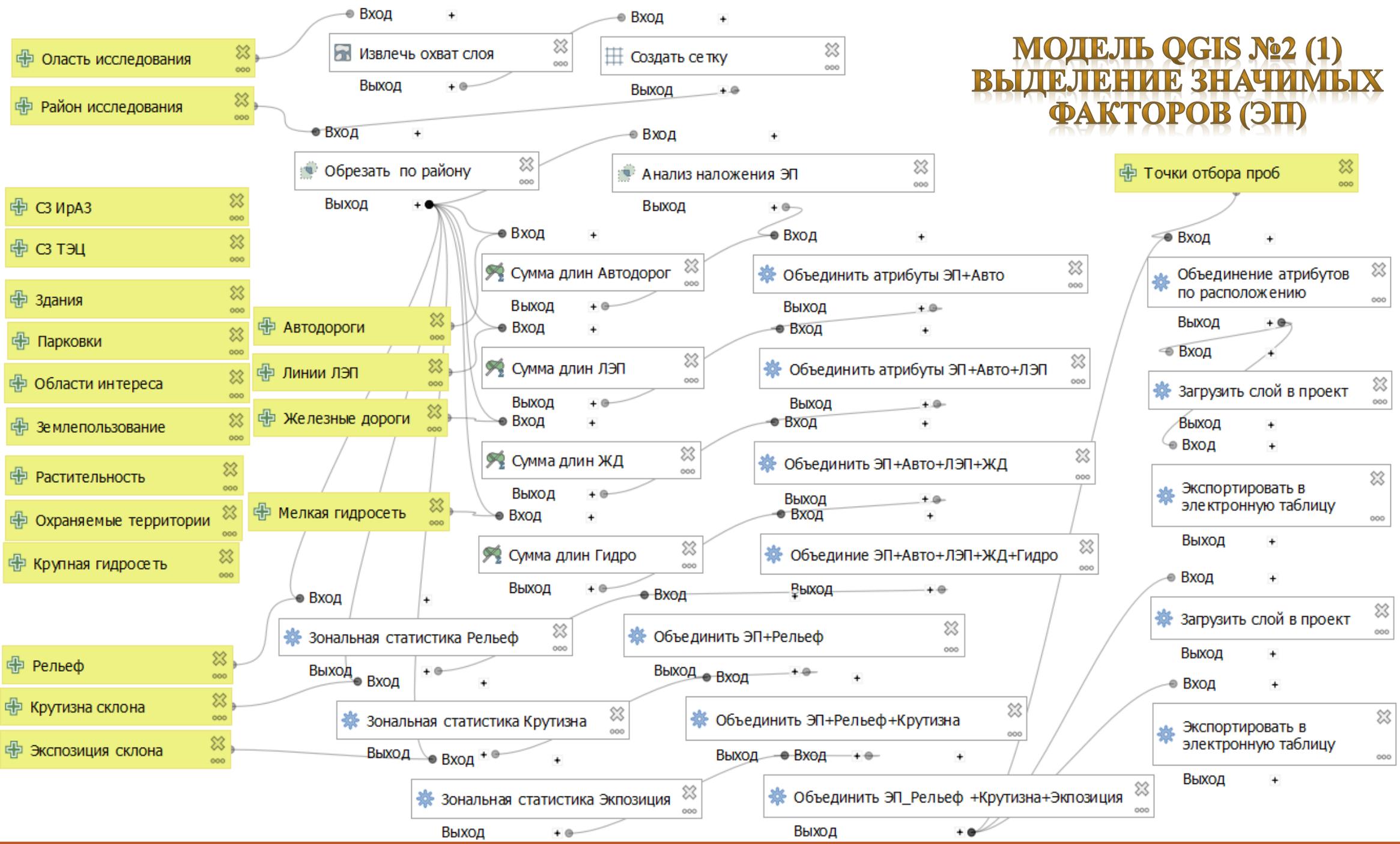
Топографические

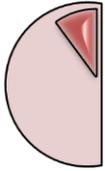
Техногенные

Антропогенные



МОДЕЛЬ QGIS №2 (1) ВЫДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ФАКТОРОВ (ЭП)

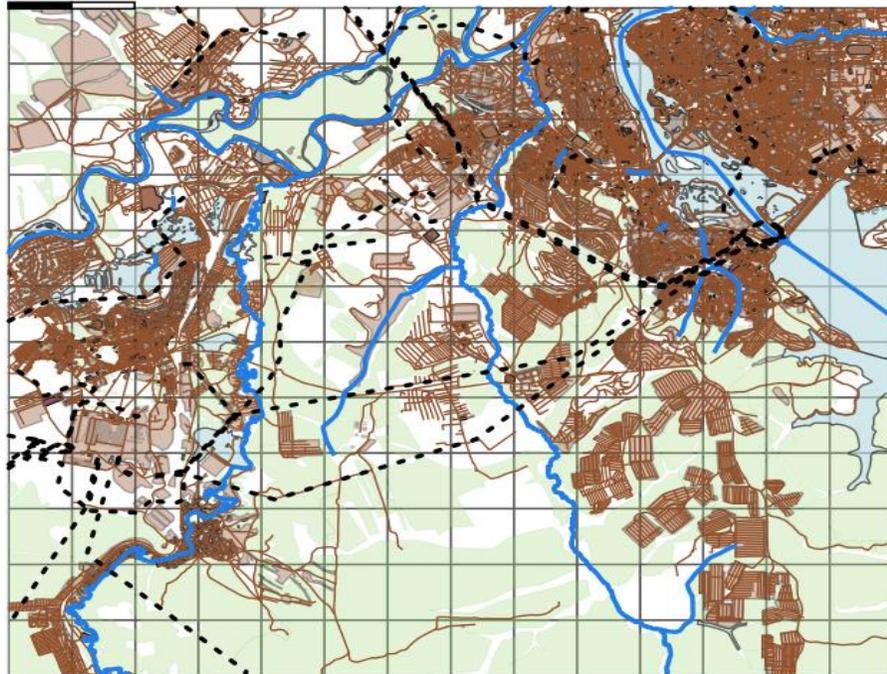




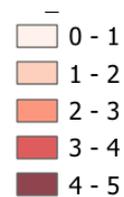
ПЛОТНОСТЬ И ФОРМА СЕТИ ОПРОБОВАВАНИЯ

1 вариант - прямоугольная сеть 2,5*2,5 км

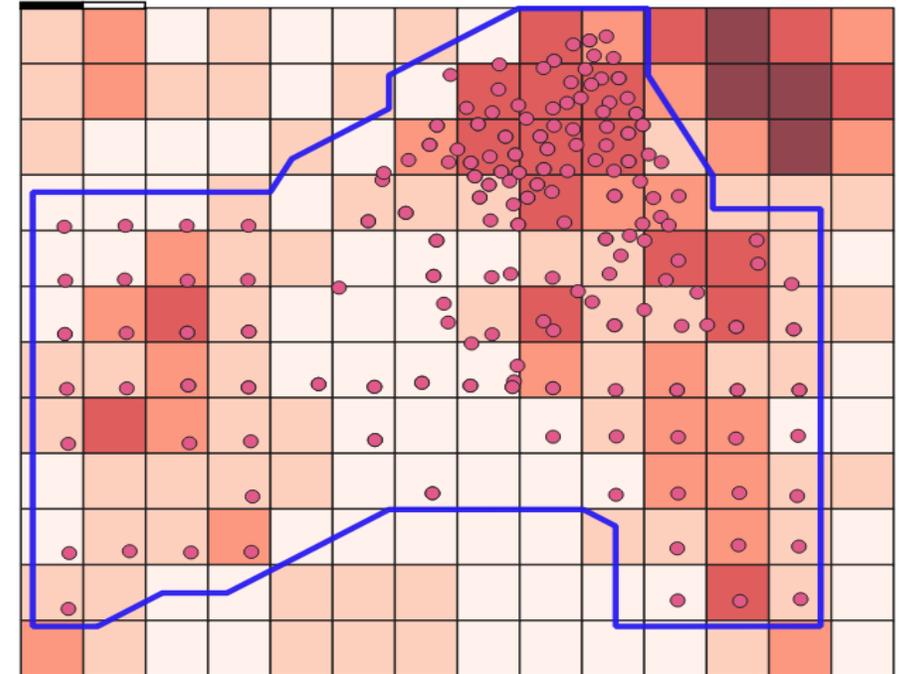
0 2,5 5 км

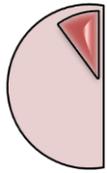


□ Район исследования
● С 2021 с ИСР-анализом



0 2,5 5 км

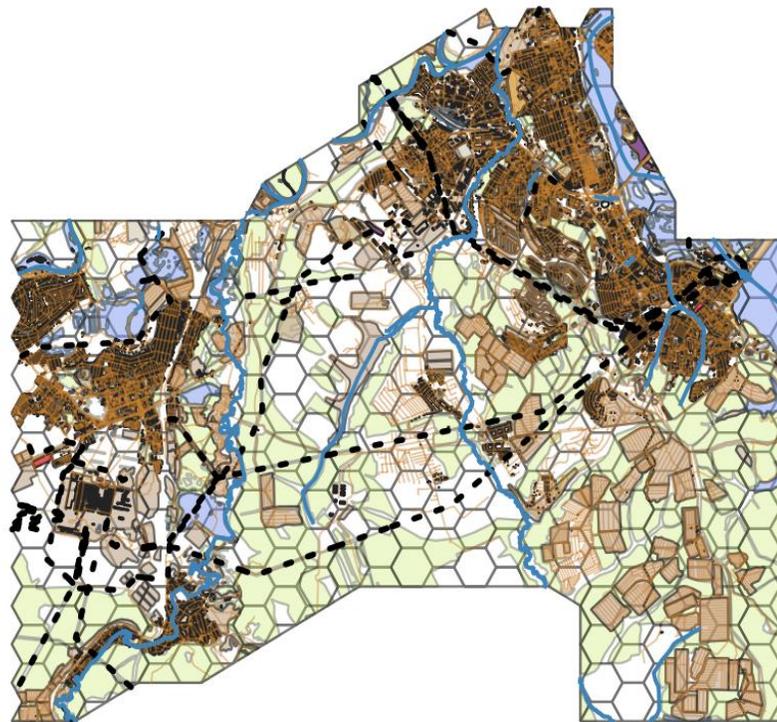




ФОРМА И ПЛОТНОСТЬ СЕТИ ОПРОБОВАВАНИЯ

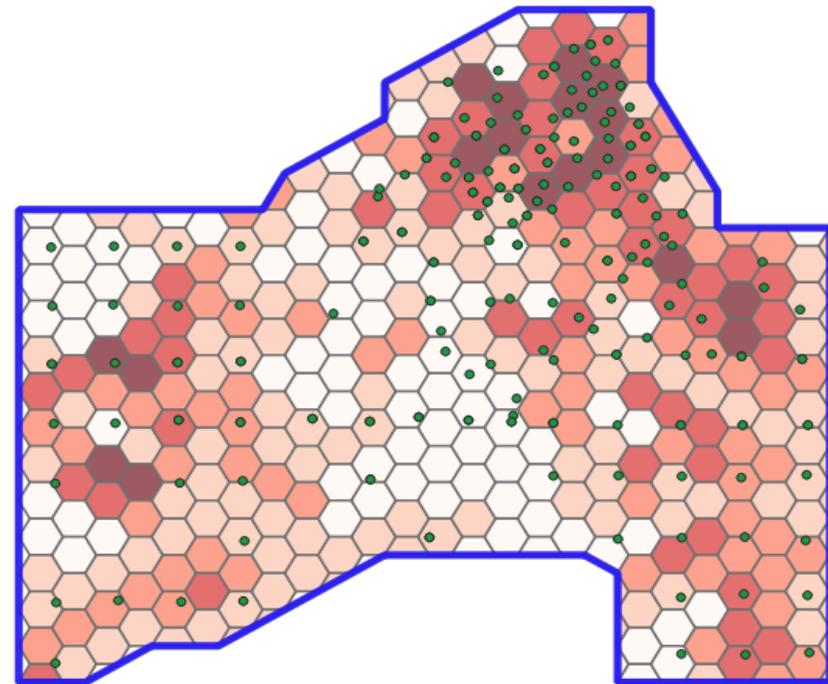
2 Вариант - гексагоновая сеть

(на основе шестиугольника описанного вокруг окружности - $R=1.5$ км)

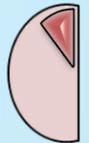


-  Район исследования
-  С 2021 с ИСР-анализом

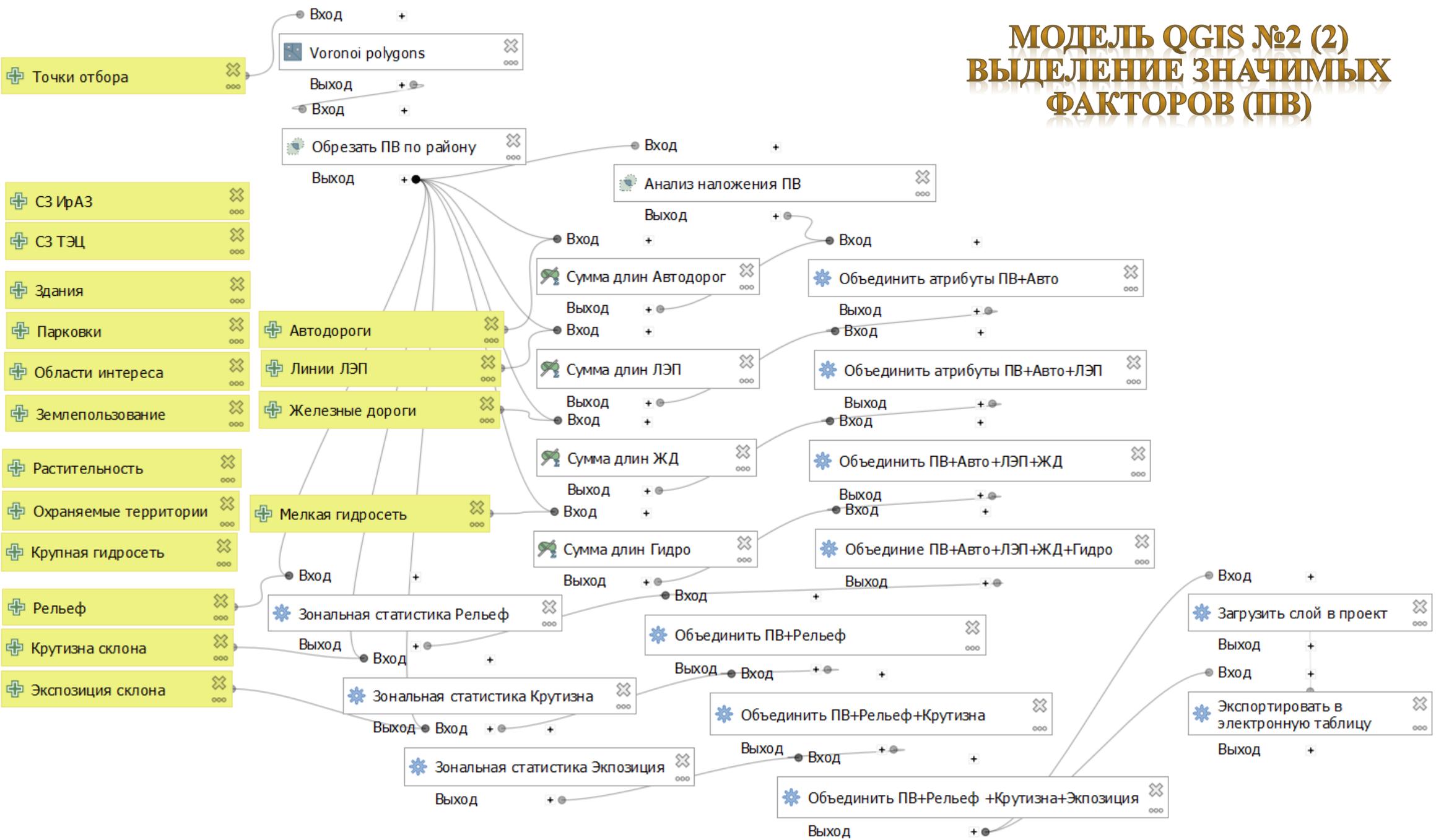
-  ВЗ_Гидросеть_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Лин_Электропер_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Автомобили_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Парковки_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Охр_Терр_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Тип_Повр_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Об_Интр_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Озера_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Землеполз_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Раст_ШУ_R1_5
-  ВЗ_Здания_ШУ_R1_5

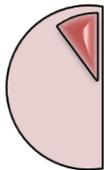


-  0 - 1
-  1 - 1
-  1 - 2
-  2 - 3
-  3 - 4



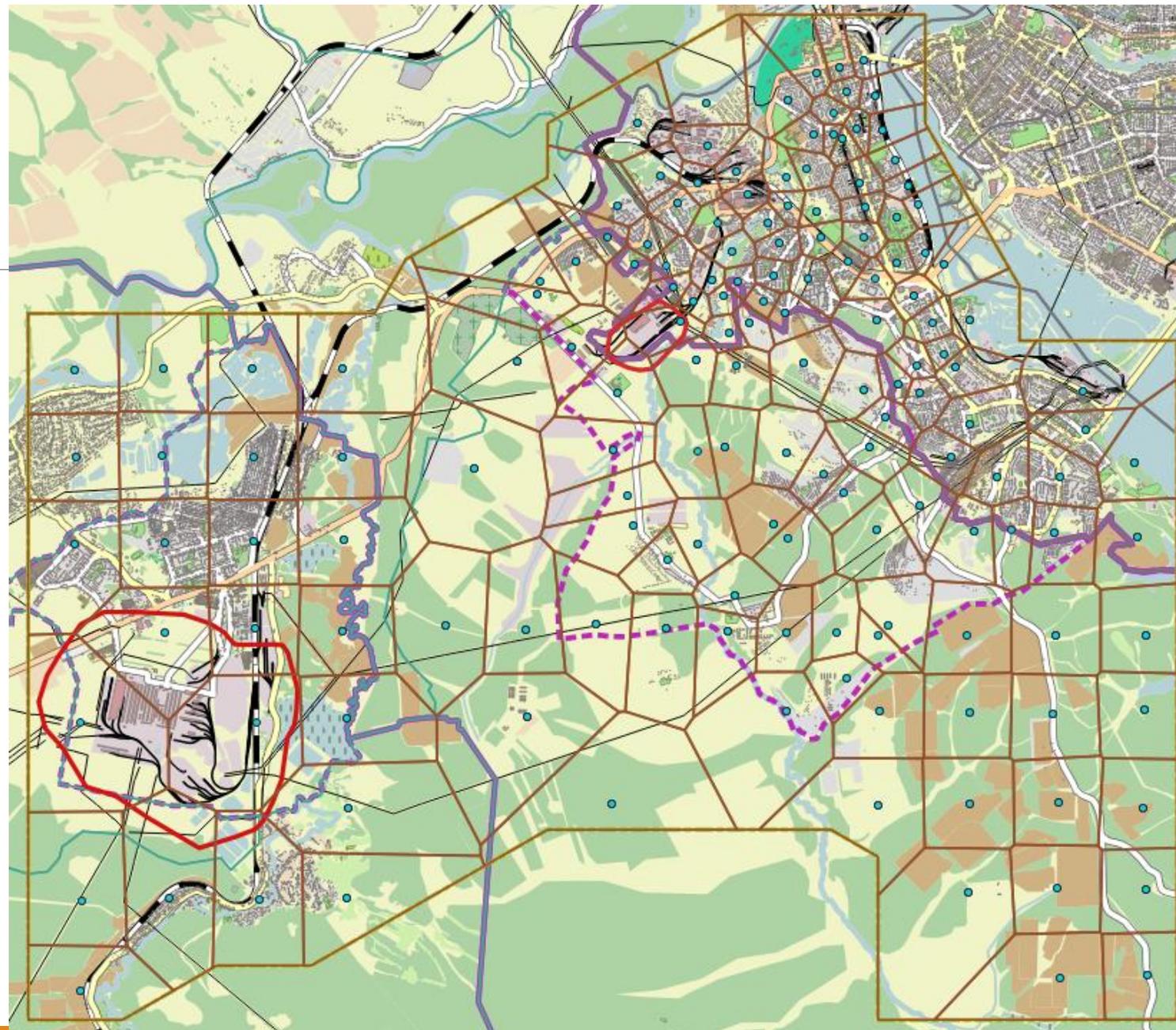
МОДЕЛЬ QGIS №2 (2) ВЫДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ФАКТОРОВ (ПВ)

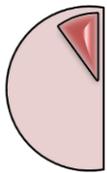




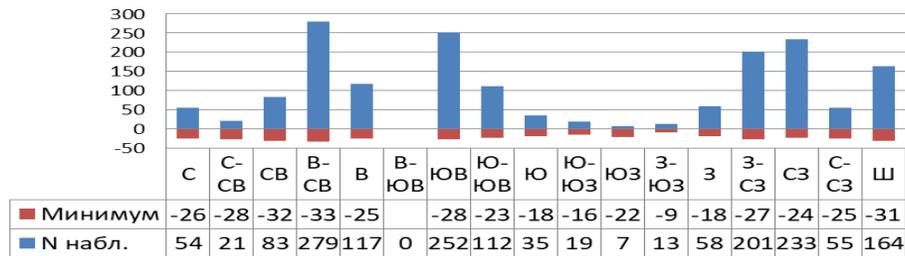
ПЛОТНОСТЬ И ФОРМА СЕТИ ОПРОБОВАНИЯ

3 Вариант -
неравномерная сеть
на основе полигонов
Воронова

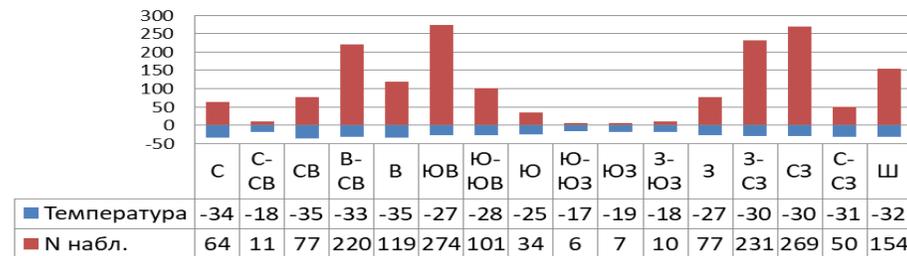




Минимальные температуры и распределение ветров за сезон 2022

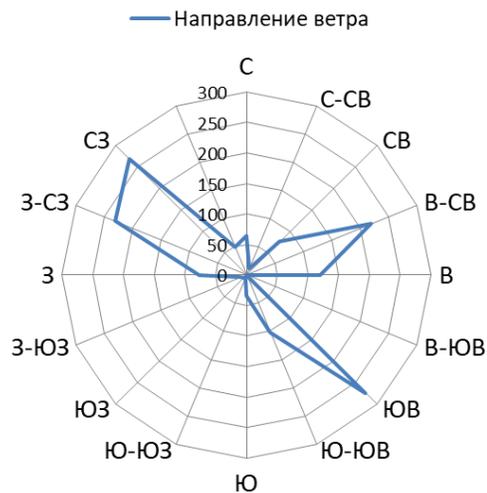


Минимальные температуры и распределение ветров за сезон 2021

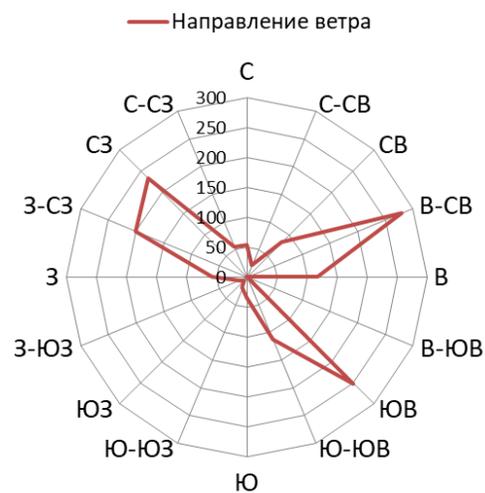


Климатический фактор

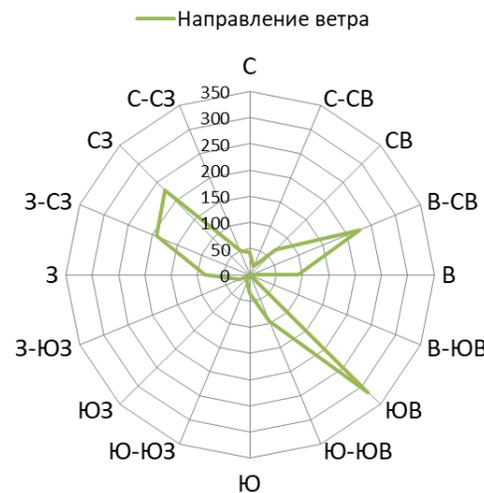
Преобладающие ветра сезон 2021



Преобладающие ветра сезон 2022



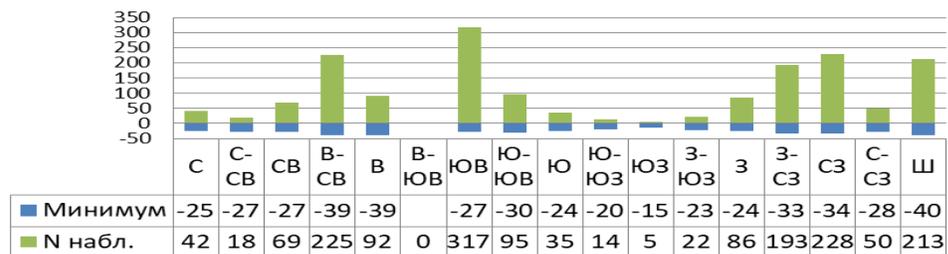
Преобладающие ветра сезон 2023



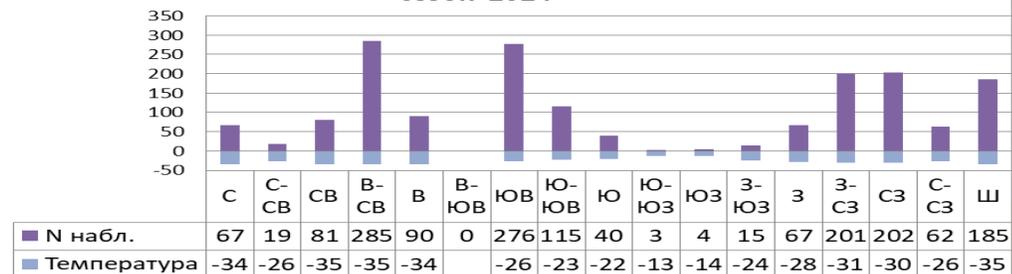
Преобладающие ветра сезон 2024



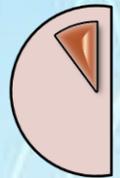
Минимальные температуры и распределение ветров за сезон 2023



Минимальные температуры и распределение ветров за сезон 2024

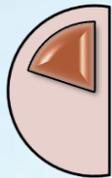


ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СНЕГОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Исходные данные

- Картографическая информация
- Значимые факторы
- Плотность и форма элементарной площадки



Определение точек наблюдения

- Расчет факторной нагрузки на ЭП**
- Выбор месторасположения точек наблюдения**
- Определение фоновых точек**



Маршрутизация

- Определение маршрутов
- Системный анализ
- Подготовка данных для операторов



Картопостроение

- Вычисление коэффициента контрастности
- Автоматическое картопостроение



Представление результатов



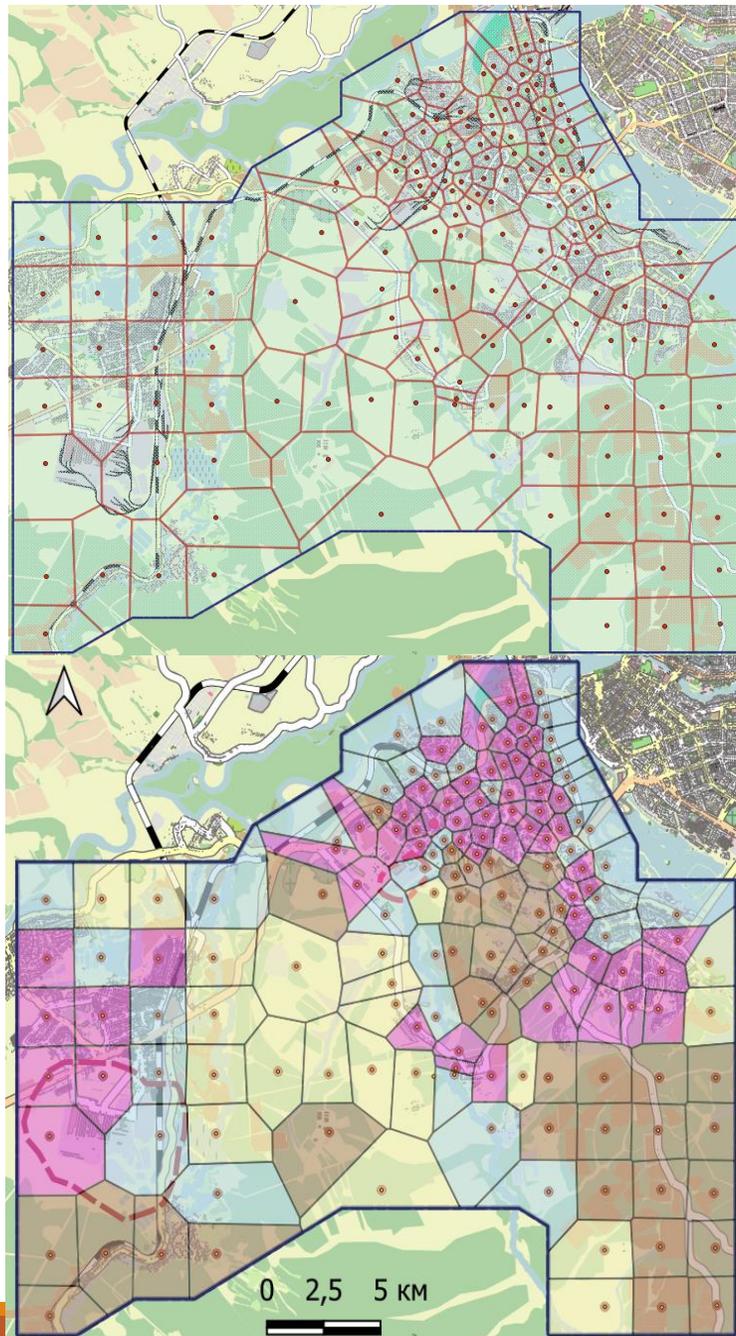
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЯ

2021 ГОД

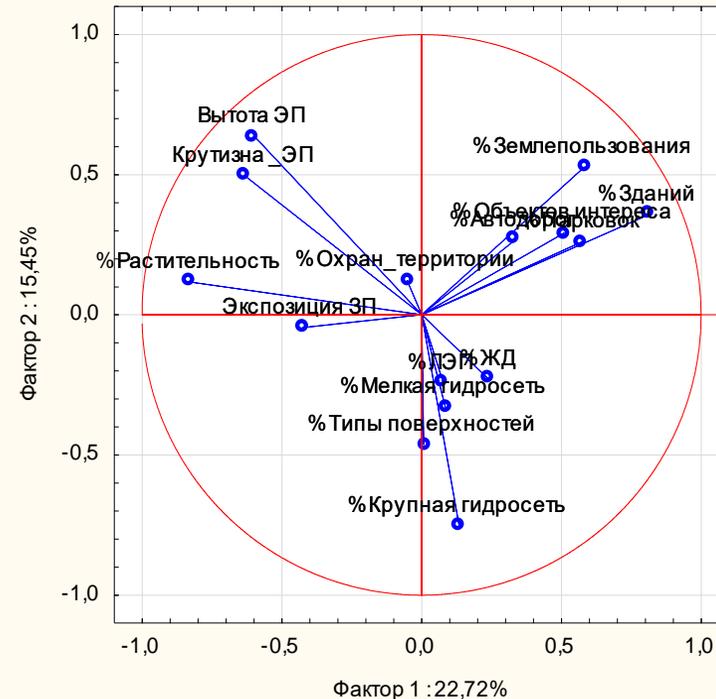
Доминирующие факторы

- Локальный фон
- Природный (гидросеть)
- Природный (особенности рельефа)
- Техногенез

- Точки опробования
- Санитарная зона ТЭЦ
- Санитарная зона ИркАЗ

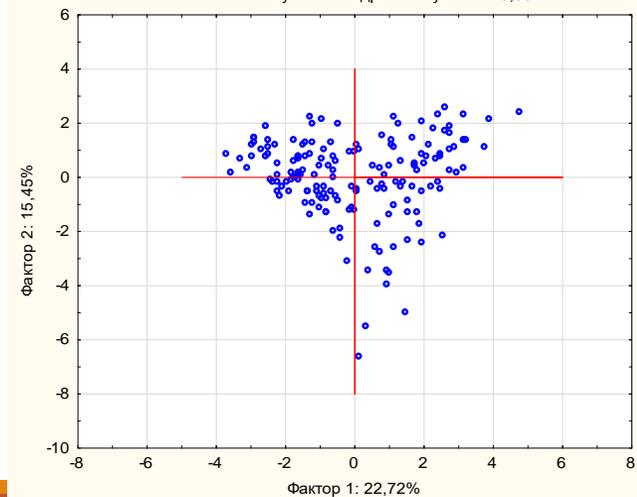


Проекция переменных на факторную плоскость (1 x 2)

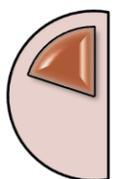


• Основ.

Проекция наблюдений на факторную плоскость (1 x 2)
Набл. с суммой квадр. косинусов >= 0,00



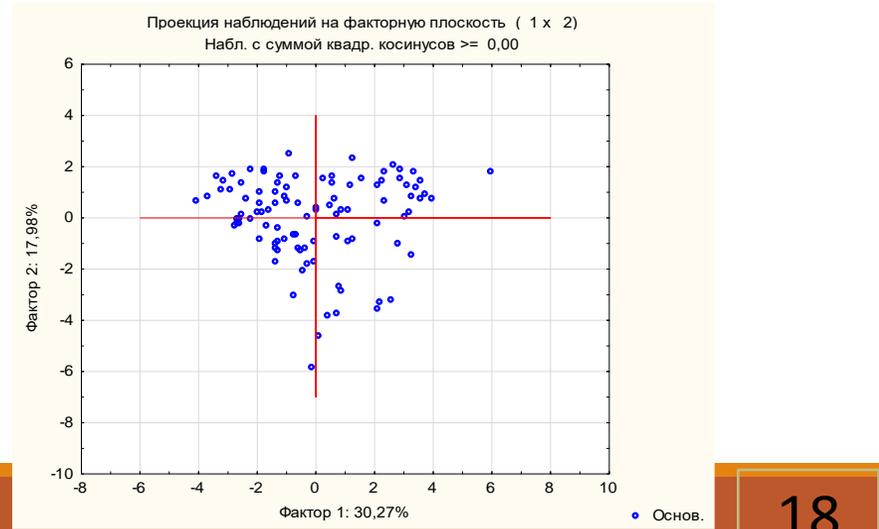
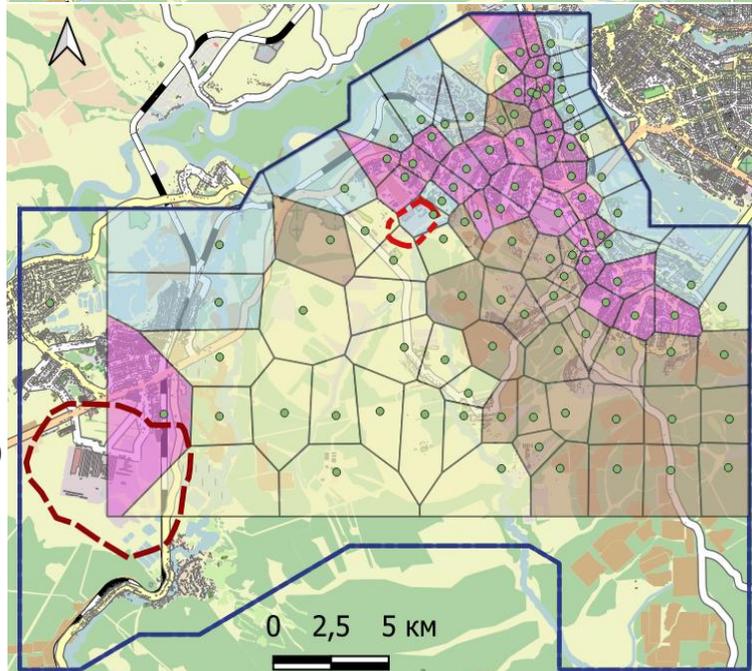
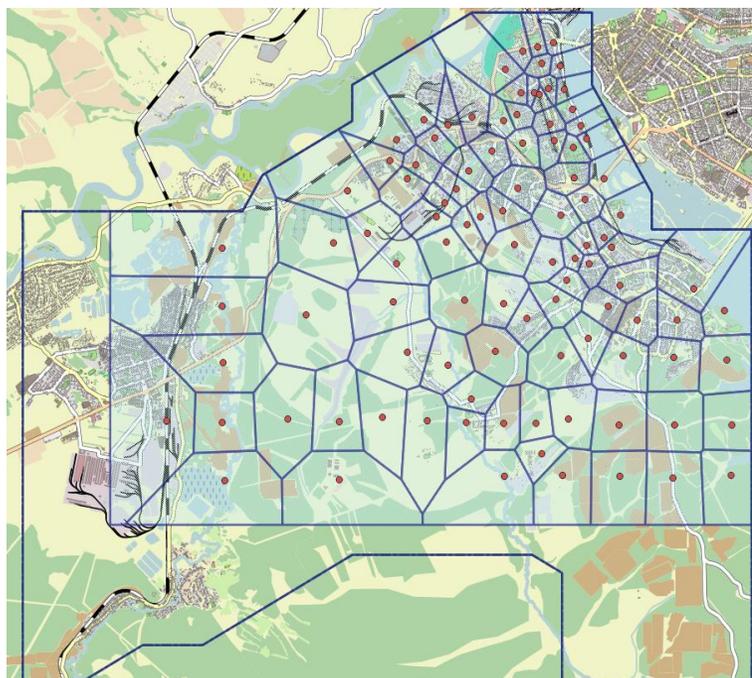
• Основ.

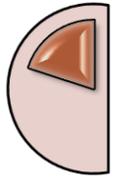


ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЯ

2022 ГОД

- Доминирующие факторы
- Локальный фон
 - Природный (гидросеть)
 - Природный (особенности рельефа)
 - Техногенез
- Точки опробования
- Санитарная зона ТЭЦ
 - Санитарная зона ИркаЗ





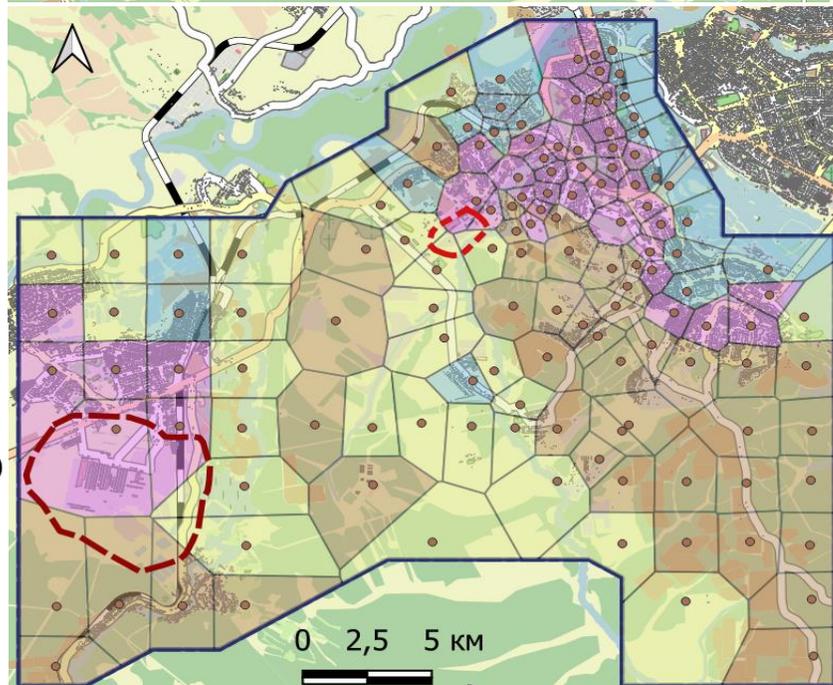
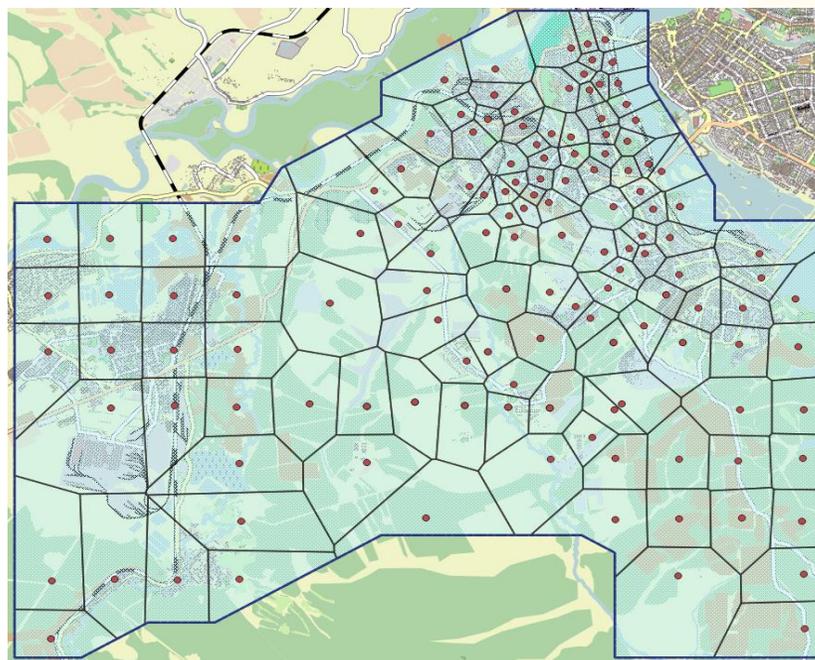
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЯ

2023 ГОД

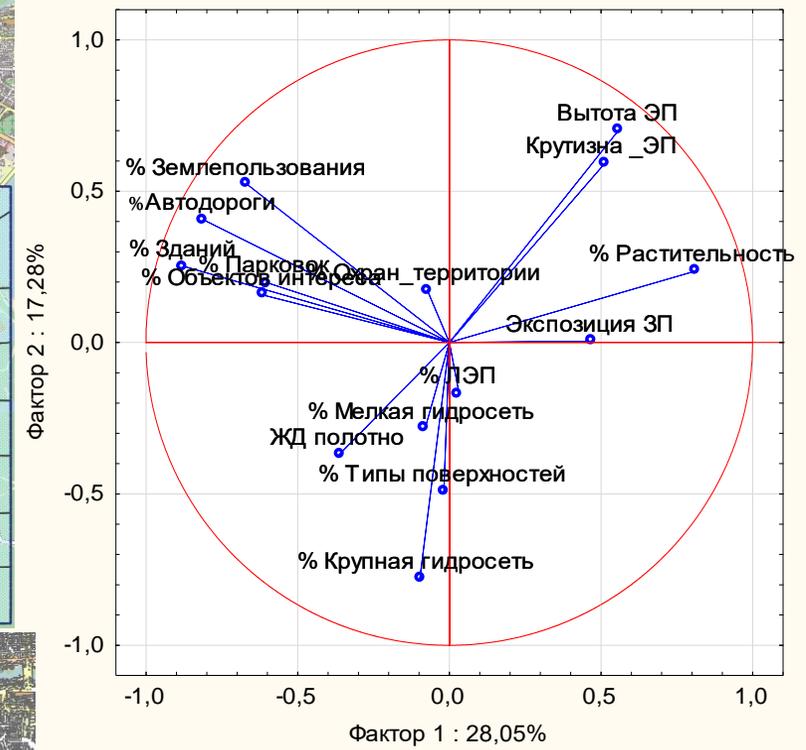
Доминирующие факторы

- Локальный фон
- Природный (гидросеть)
- Природный (особенности рельефа)
- Техногенез

- Точки опробования
- Санитарная зона ТЭЦ
- Санитарная зона ИркаЗ



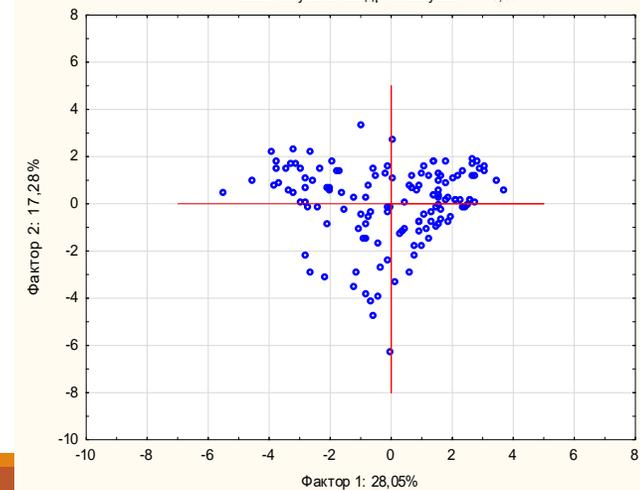
Проекция переменных на факторную плоскость (1 x 2)



• Основ.

Проекция наблюдений на факторную плоскость (1 x 2)

Набл. с суммой квадр. косинусов >= 0,00



• Основ.



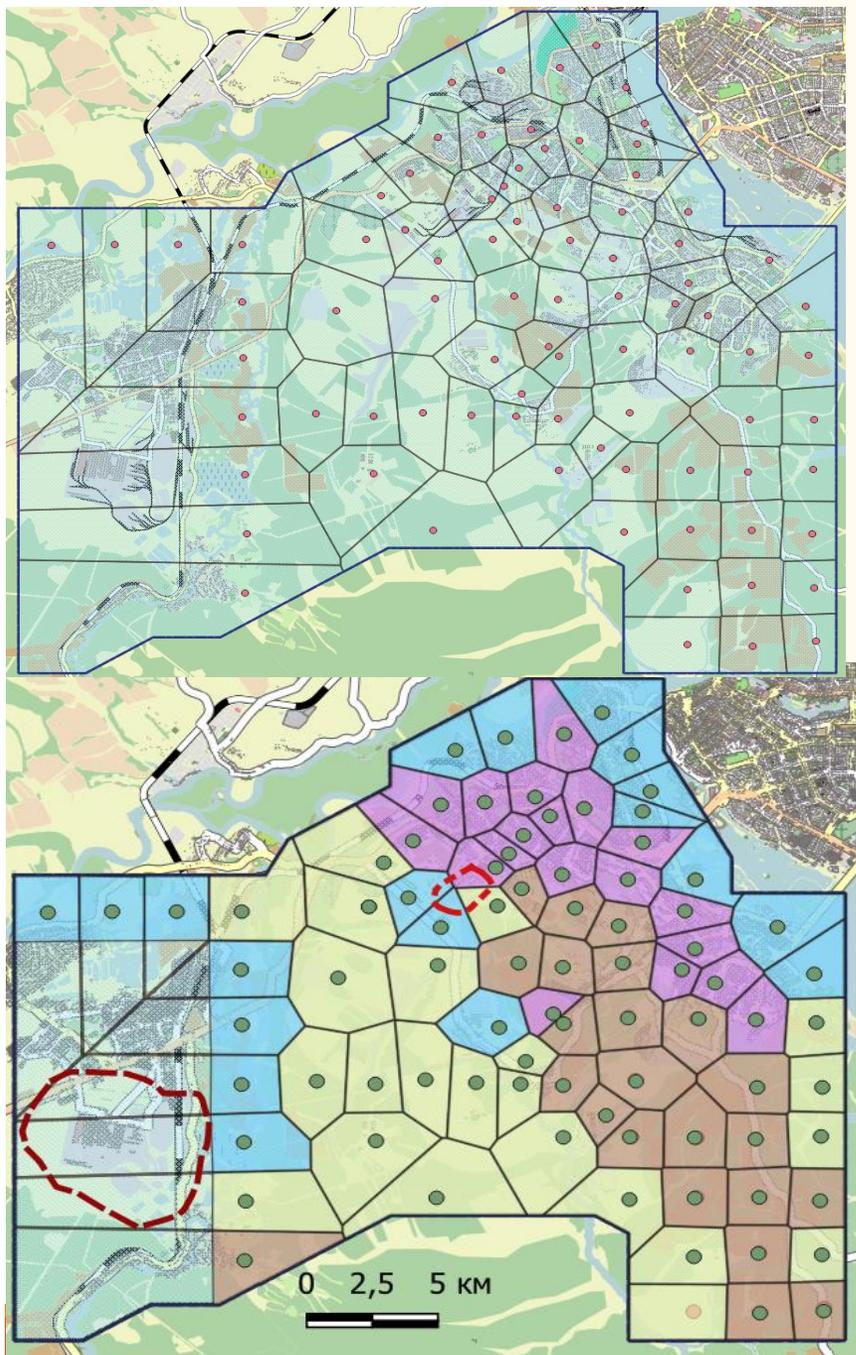
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЯ

2024 ГОД

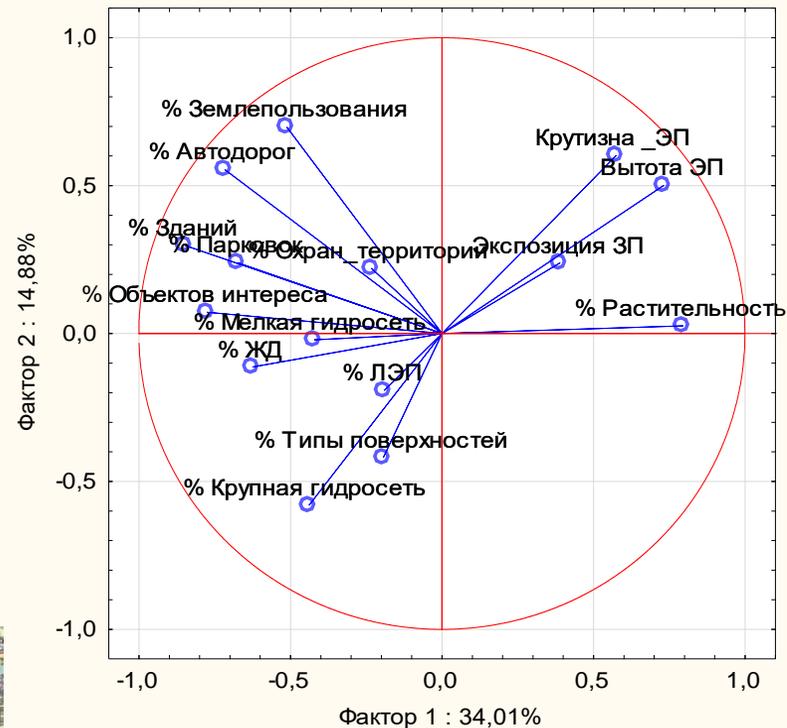
Доминирующие факторы

- Локальный фон
- Природный (гидросеть)
- Природный (особенности рельефа)
- Техногенез

- Точки опробования
- Санитарная зона ТЭЦ
- Санитарная зона ИркАЗ

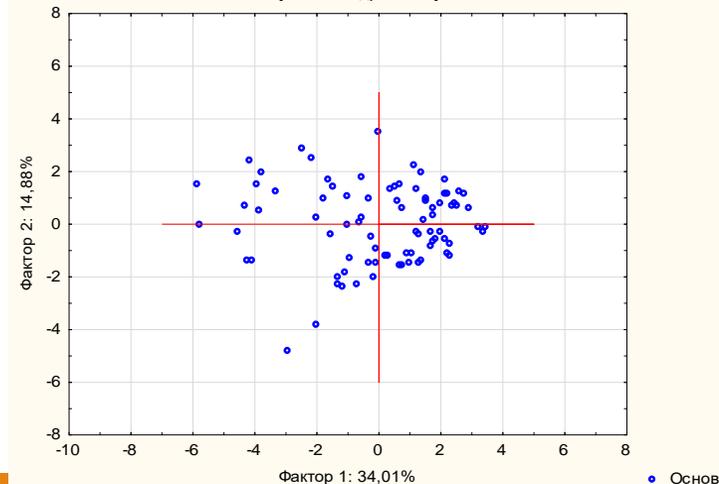


Проекция переменных на факторную плоскость (1 x 2)



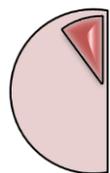
● Основ.

Проекция наблюдений на факторную плоскость (1 x 2)
Набл. с суммой квадр. косинусов >= 0,00



● Основ.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СНЕГОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Исходные данные

- Картографическая информация
- Значимые факторы
- Плотность и форма элементарной площадки



Определение точек наблюдения

- Расчет факторной нагрузки на ЭП
- Выбор месторасположения точек наблюдения
- Определение фоновых точек



Маршрутизация

- Определение маршрутов
- Системный анализ
- Подготовка данных для операторов

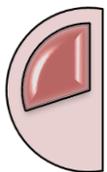


Картопостроение

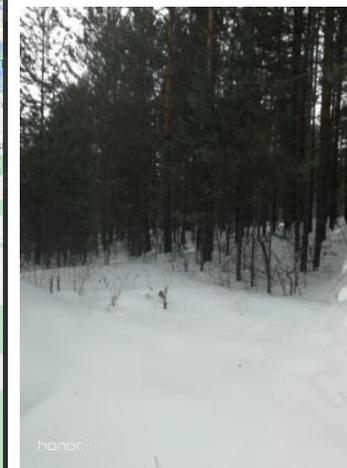
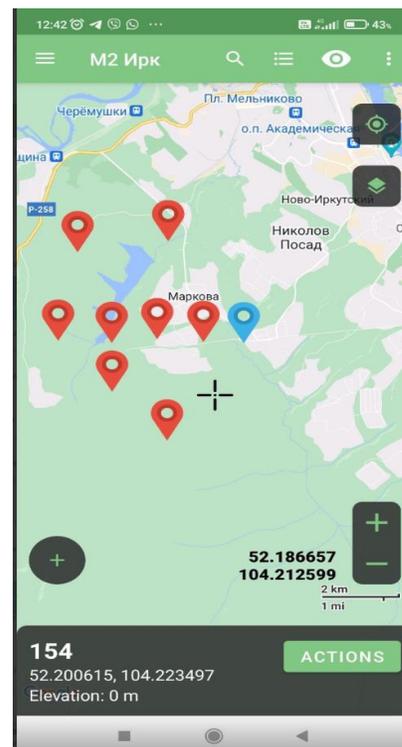
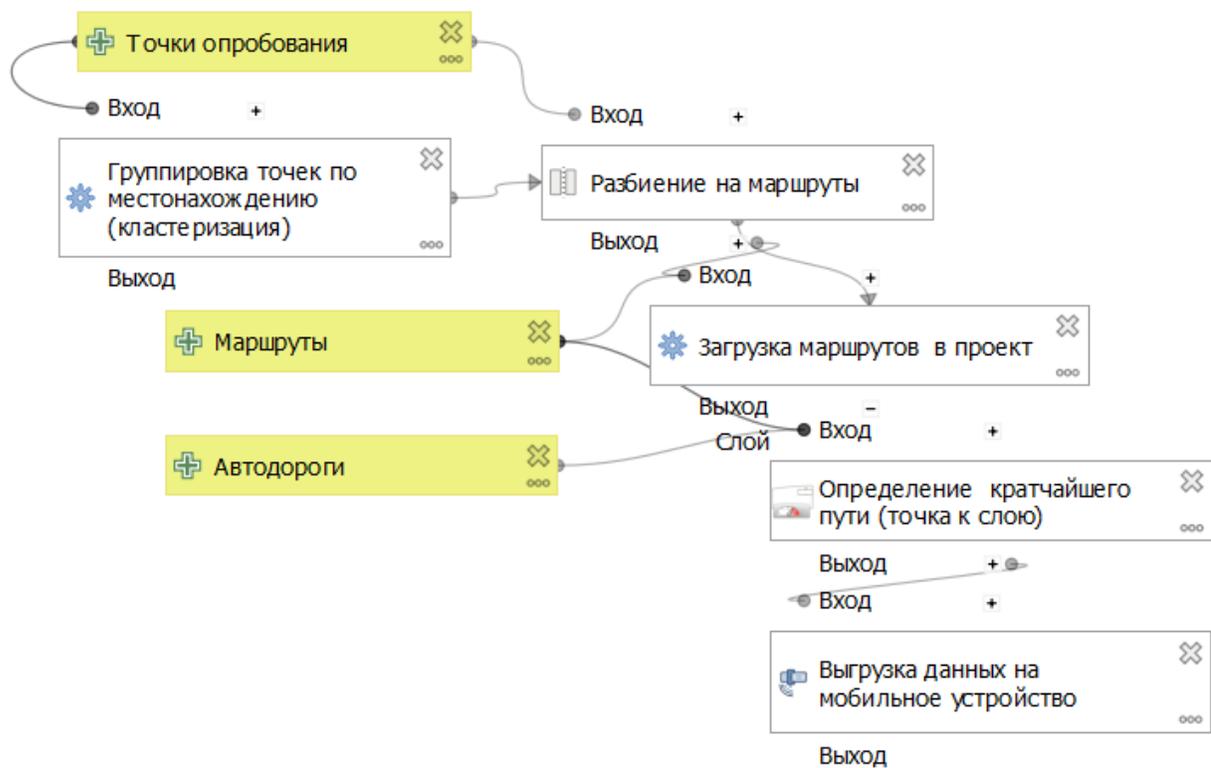
- Вычисление коэффициента контрастности
- и
- Автоматическое картопостроение



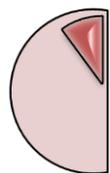
Представление результатов



МОДЕЛЬ QGIS №3 «МАРШРУТИЗАЦИЯ»



ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СНЕГОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Исходные данные

- Картографическая информация
- Значимые факторы
- Плотность и форма элементарной площадки



Определение точек наблюдения

- Расчет факторной нагрузки на ЭП
- Выбор месторасположения точек наблюдения
- Определение фоновых точек



Маршрутизация

- Определение маршрутов
- Системный анализ
- Подготовка данных для операторов



Картопостроение

- Вычисление коэффициента контрастности и
- Автоматическое картопостроение



Представление результатов



КАРТОПОСТРОЕНИЕ

Алгоритм картопостроения в ПО Golden Software Surfer

Подготовка данных

- данные о географических координатах, значениях показателей и другие данные, необходимые для интерполяции.

Создание сеточной модели (Gridding)

- Определение математических алгоритмов для вычисления значений Z в каждом узле сетки: задание параметров шага сети и радиуса

Визуализация модели

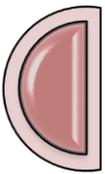
- Выбор параметров визуализации полученной модели: шаг между изолиниями, цветовая шкала

Сохранение и экспорт

- экспортировать можно в различные форматы, такие как PDF, JPG, PNG и др.

Окно приложения Golden Software Scripter™

```
Maps.BAS (script) - Scripter [design]
File Edit View Script Debug Sheet Help
[Icons]
Immediate
Object: (General) Proc: Main
Maps.BAS
1 Sub Main
2 Debug.Clear
3 Dim Srf As Variant
4 Set SurferApp = GetObject("Surfer.Application")
5 Set Plot = SurferApp.ActiveDocument
6 If Plot = "map.txt" Then
7   Plot.Close 2
8   Set Plot = SurferApp.ActiveDocument
9 End If
10 Set Shapes = Plot.Shapes
11 SurferApp.ScreenUpdating = 1
12   GridOptions
13   Set xSize = 200 ' X Step grid
14   Set ySize = 200 ' Y Step grid
15   Set SearchRad = 1000 ' Radius Search
16   Set ScalingRatio = 1000 ' Map scaling ratio 1/N масштаб не пропорциональный установить ?
17   Set OnFilter = 1 ' On or Off Grid Filter сглаживание
18   Set NumPasses = 2 ' Number Passes Filter параметр сглаживания
19   Set axisVisible = 0 ' On or Off Axes отображение осей
20   Set ShowColorScale = 0 ' On or Off Scale отображение шкалы палитры
21
22   Set BlankOutsideHull = 0 ' On or Off Blank Outside Hull
23   Set InflateHull = 0 ' When set to zero, the boundary connects the outside data points exactly. Wf
24   Set BlankBln = 0 ' On or Off Blank (Need map.bln file in SourcePath) подготовить контур и пог
25
```



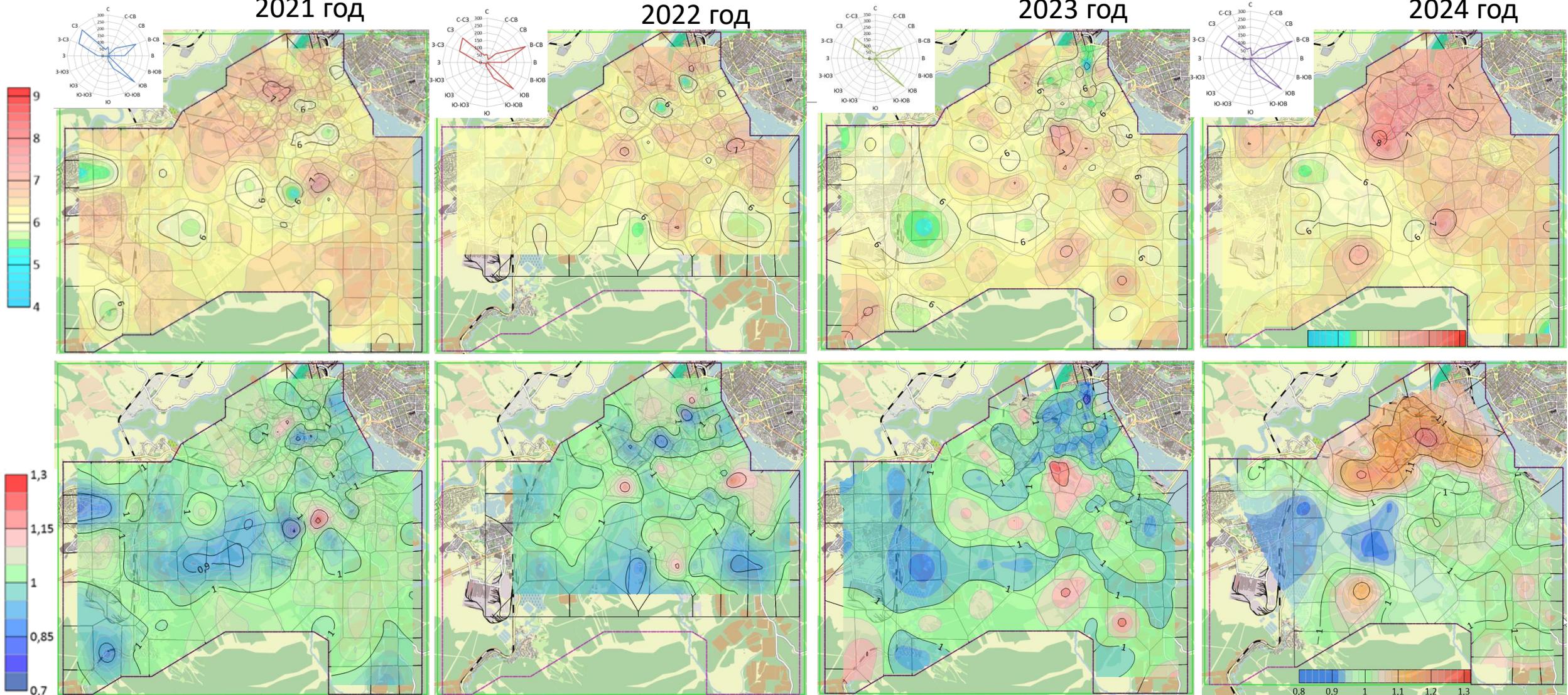
ВЕЛИЧИНА РН ФИЛЬТРАТА ТАЛОЙ ВОДЫ

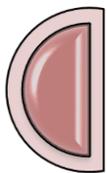
2021 год

2022 год

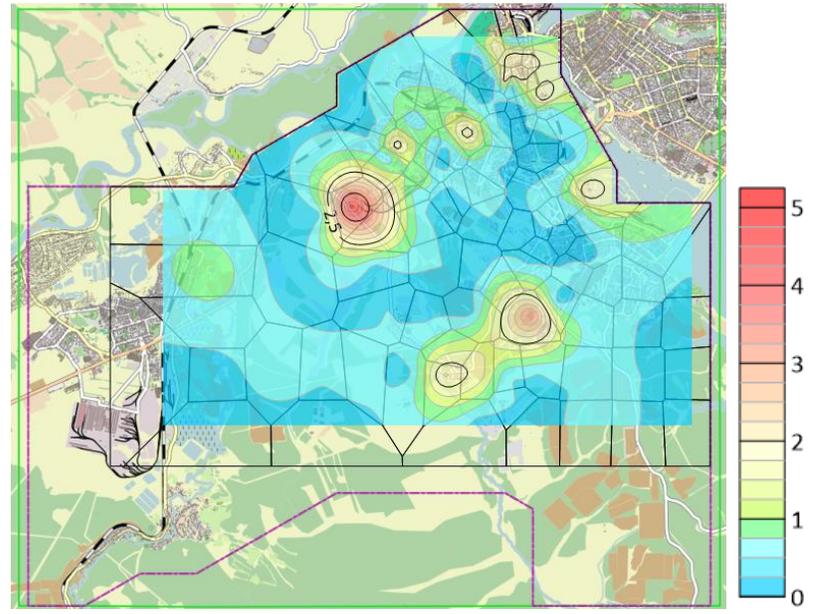
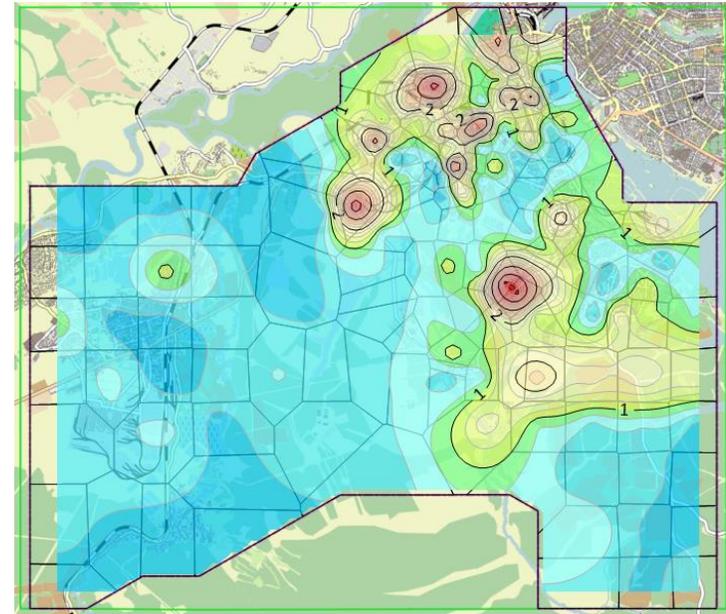
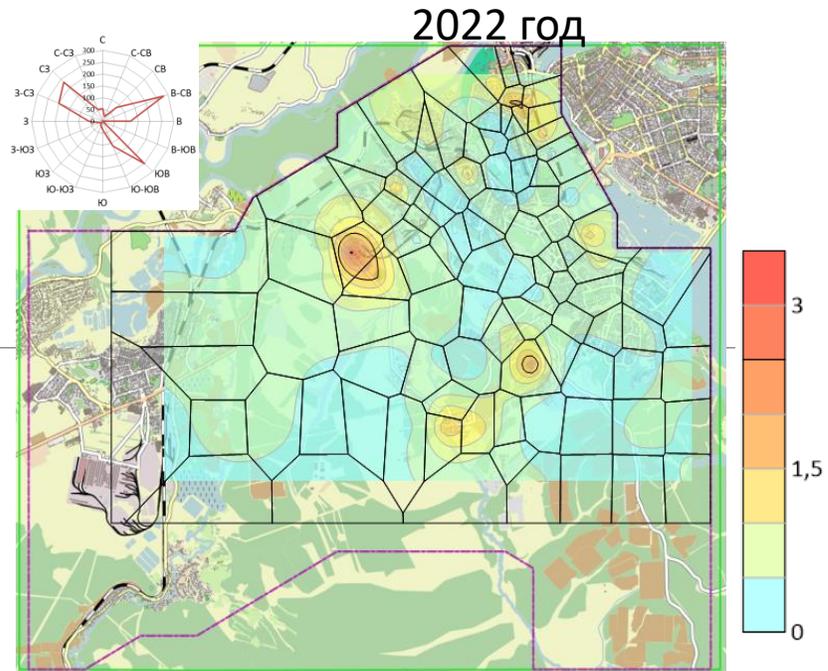
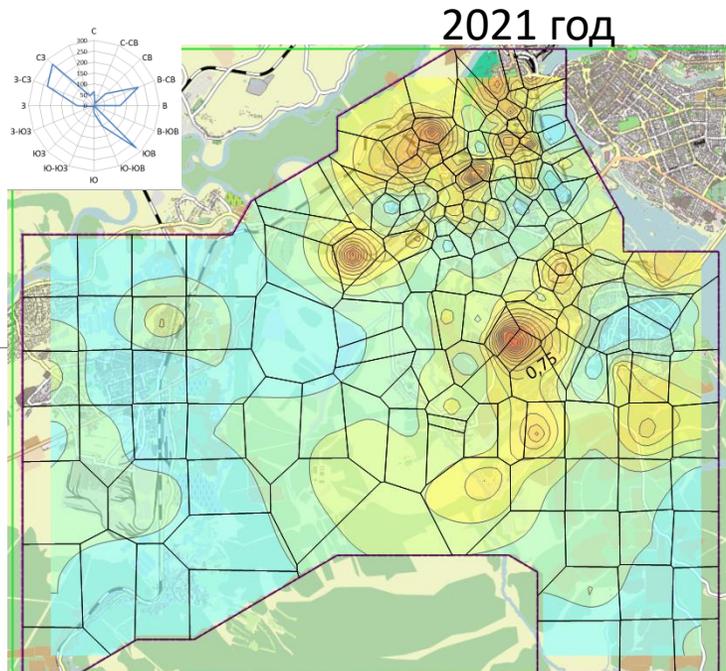
2023 год

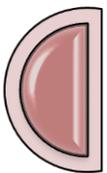
2024 год





КОНЦЕНТРАЦИИ МЫШЬЯКА В ФИЛЬТРАТЕ ТАЛОЙ ВОДЫ (МКГ/ДМ³)



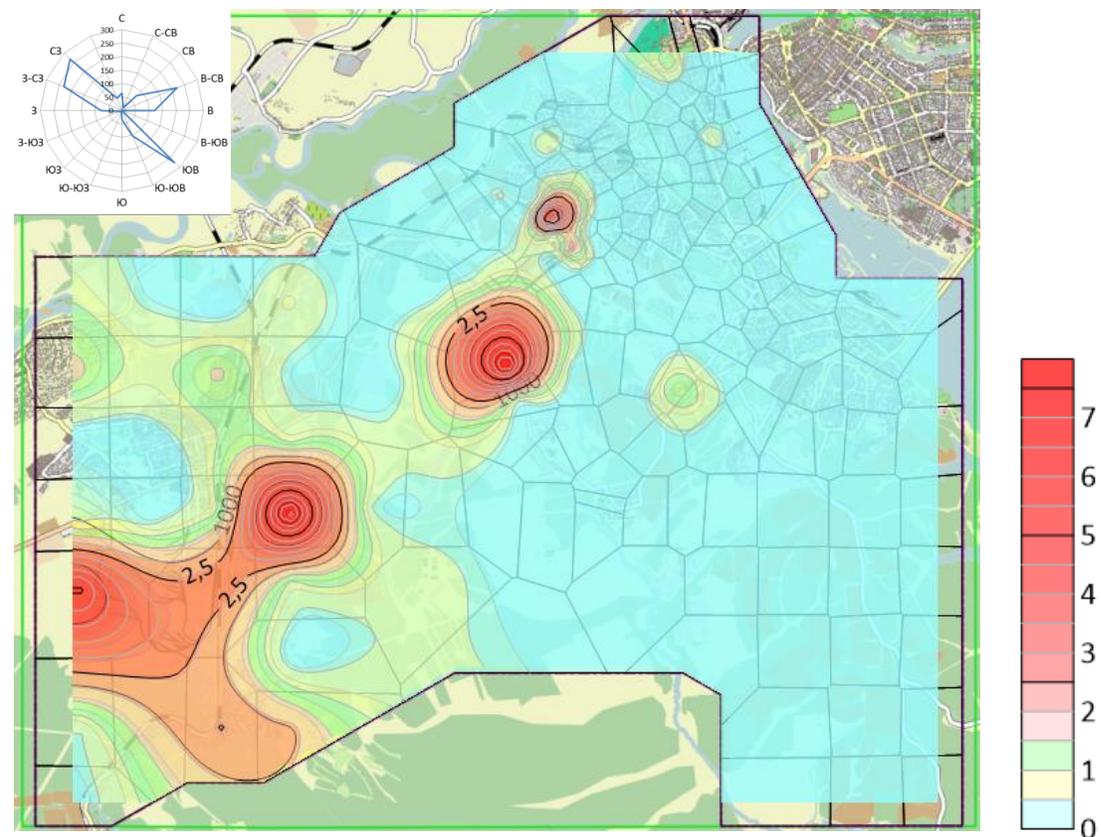
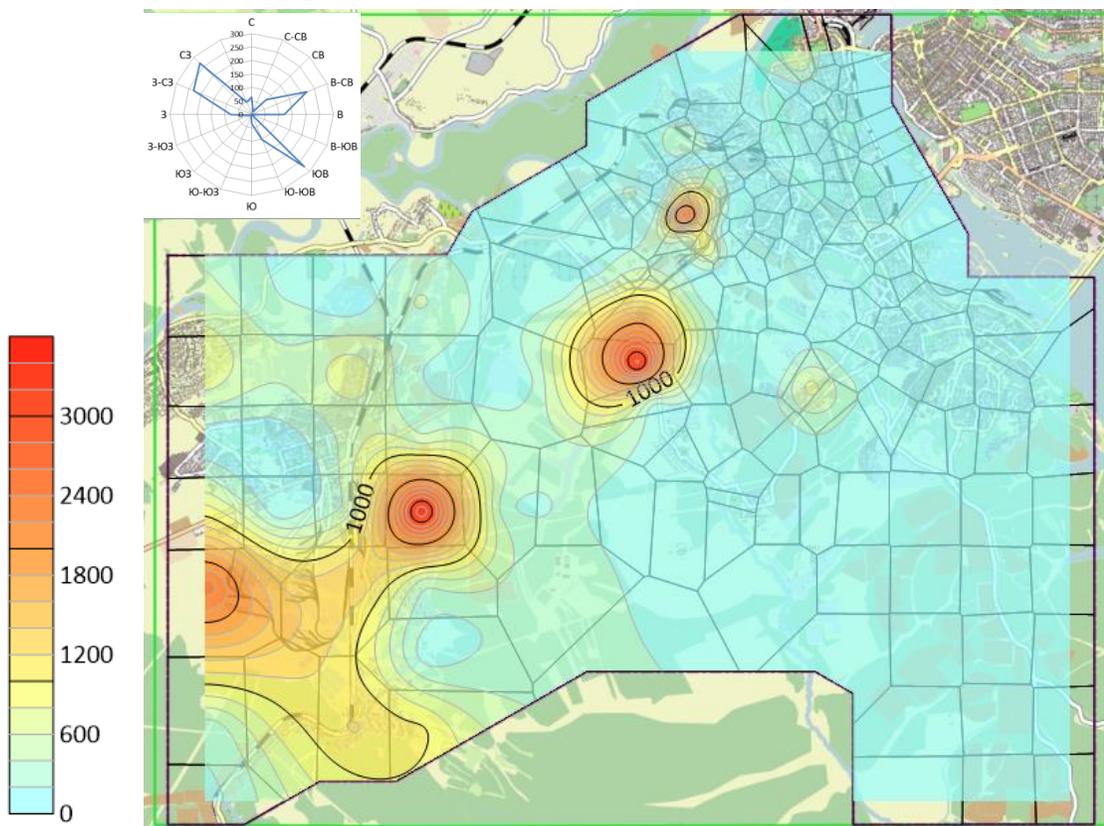


КОНЦЕНТРАЦИИ АЛЮМИНИЯ В ФИЛЬТРАТЕ ТАЛОЙ ВОДЫ (МКГ/ДМ³)

2021 год

Без учета локального фона

С учетом локального фона



ВЫВОДЫ

Данное решение, реализованное в среде QGIS, является эффективным инструментом комплексной оценки техногенной нагрузки, позволяющей корректно определять местоположение фоновых точек и оптимальную плотность сети наблюдения.

Предлагаемая геоинформационная технология позволяет на основе выделенного локального фона устойчиво и корректно выявлять зоны формирования локальных аномалий, сравнивать межгодовые измерения и идентифицировать источники загрязнения на основе поступления химических элементов техногенного происхождения.

СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ
