



Школа молодых ученых - 2024
**«Роль возобновляемой энергетики при переходе
к углерод-нейтральной экономике»**

Внутрирегиональные стратегии снижения загрязнения от сжигания топлива в Российской Федерации

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Битюкова В.Р. - д.г.н., профессор,

**Кафедра экономической и социальной географии
России**

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

1 СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКА

В КАКОЙ СТЕПЕНИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА ОПРЕДЕЛЯЕТ
КЛИМАТИЧЕСКУЮ

2 ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И «ОБЫЧНЫЕ» ВЫБРОСЫ

В КАКОЙ СТЕПЕНИ
СНИЖЕНИЕ ПАРНИКОВЫХ
ГАЗОВ БУДЕТ
СПОСОБСТВОВАТЬ
СНИЖЕНИЮ ВАЛОВОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ

3 ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

В КАКОЙ СТЕПЕНИ
СТРАТЕГИЯ ДОЛЖНА БЫТЬ
ТЕРРИТОРИАЛЬНО
ДИФФЕРЕНЦИРОВАНА

1 СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКА

В КАКОЙ СТЕПЕНИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА
ОПРЕДЕЛЯЕТ
КЛИМАТИЧЕСКУЮ

ТЭЦ-9, г. Ангарск
(Иркутская обл. –
один из
крупнейших
источников
выбросов, 50
тыс. тонн в год



ИЖС,
П. Джида
Республика
Бурятия

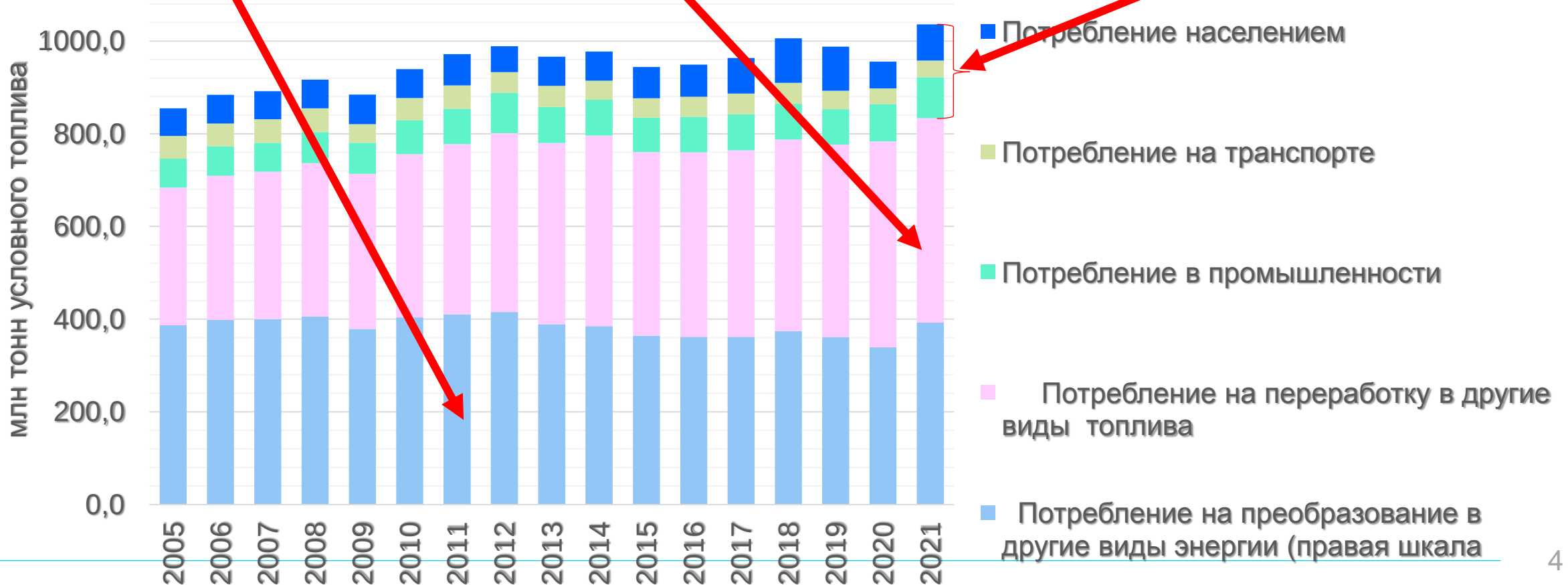
РОССИЯ – ОДНА ИЗ КРУПНЕЙШИХ В МИРЕ СТРАН ПО ДОБЫЧЕ И ПОТРЕБЛЕНИЮ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ. ОБЪЕМ ИХ ПОТРЕБЛЕНИЯ СОСТАВИЛ **2000 МЛН ТОНН УСЛОВНОГО ТОПЛИВА (Т У.Т.)**

ОКОЛО 40% ИДЕТ НА ЭКСПОРТ

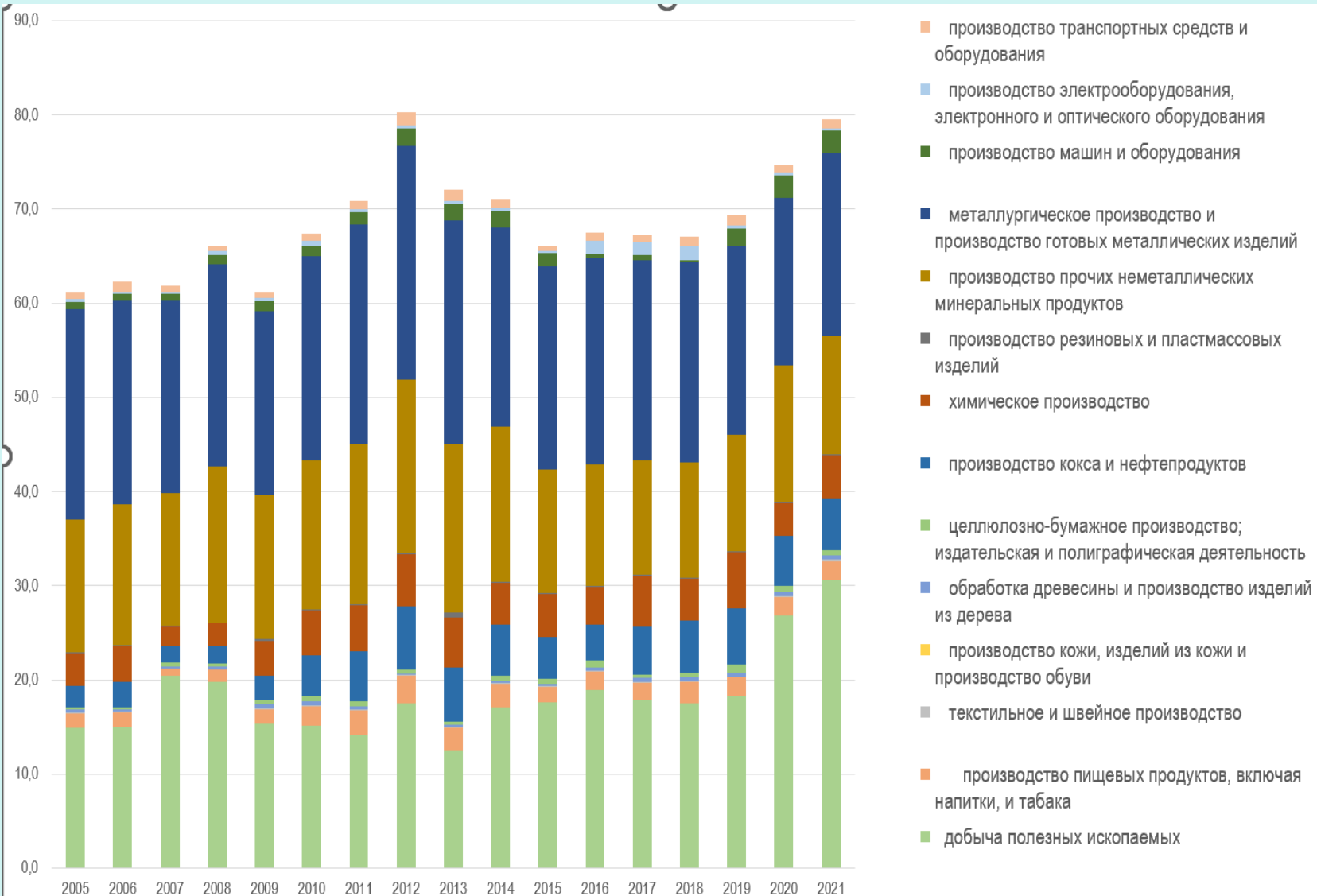
1 ЭНЕРГЕТИКА
ИСПОЛЬЗУЕТ С 42 ДО
33%

2 ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
БЕНЗИНА 31-37%

3 ПОТРЕБЛЕНИЕ В ОТРАСЛЯХ
ХОЗЯЙСТВА 17-20%



ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, 88 МЛН ТУТ



**3 ОТРАСЛИ
ПОТРЕБЛЯЮТ 75%
ТОПЛИВА:**

- 1. НЕФТЕДОБЫЧА**
- 2. МЕТАЛЛУРГИЯ**
- 3. ЦЕМЕНТНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

ДИНАМИКА СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ПО СУБЪЕКТАМ РОССИИ 2021 г. К 2014 г.

1

РОСТ 15 РЕГИОНОВ -
НЕФТЕГАЗОВЫХ

2

6 РЕГИОНОВ – РОСТ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНО
ПРОИЗВОДСТВУ

3

56 РЕГИОНОВ -
НАИБОЛЕЕ
БЛАГОПРИЯТНЫЙ
СЦЕНАРИЙ РАЗВИТИЯ –
ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕМЫ
ВЫБРОСОВ
СОКРАЩАЮТСЯ

ИСТОЧНИКИ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА

Сжигание топлива как
источник выбросов в
атмосферу

Для производства
электроэнергии

ГРЭС
(106)

Для производства
электроэнергии и
тепла

ТЭЦ
(268)

Для технологического
тепла и горячей воды



Для производства
тепла

Котельные
75 % всех
потребителей тепла

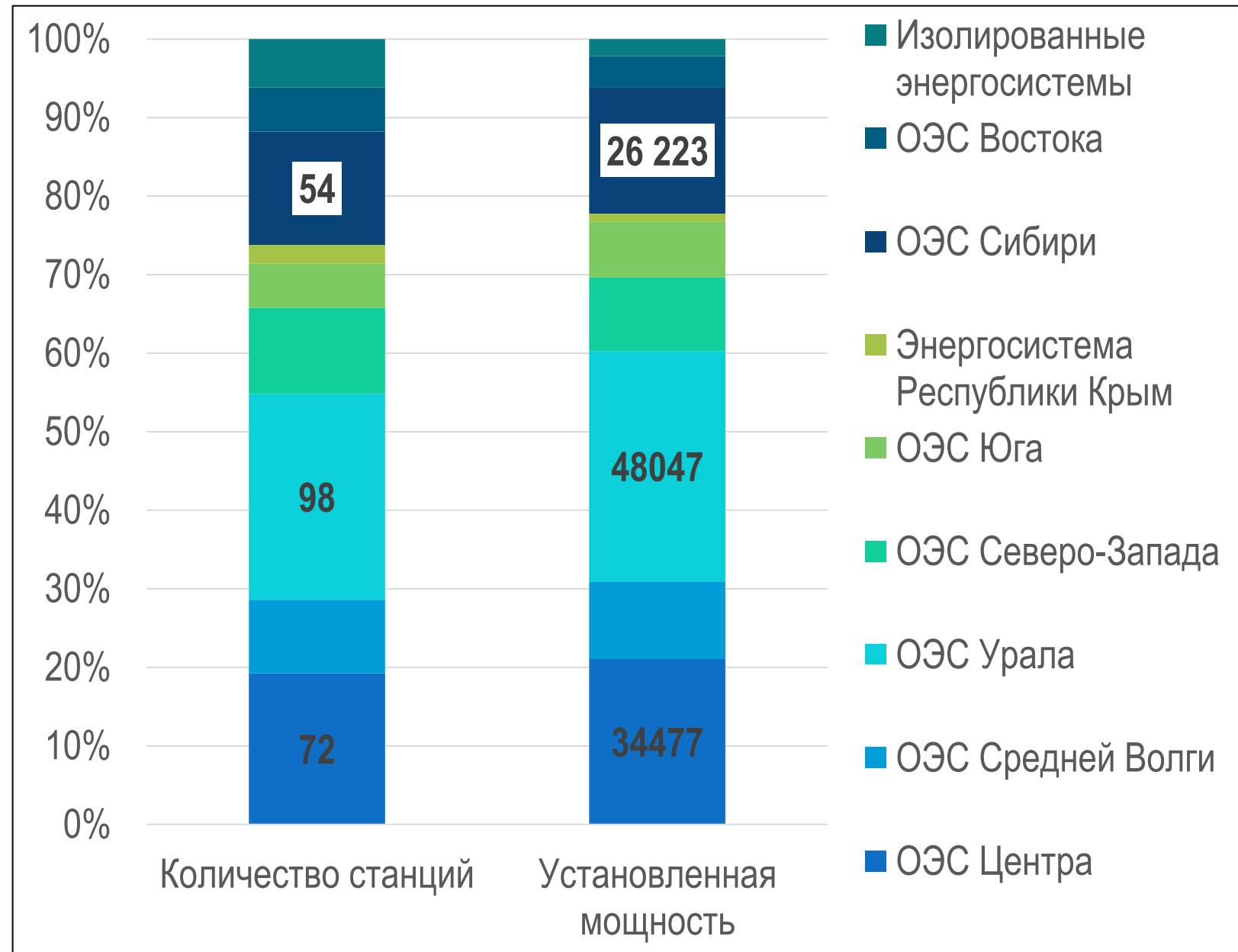
Частные дома



КОЛИЧЕСТВО СТАНЦИЙ И МОЩНОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Мощность тепловых электростанций ЕЭС на 1 января 2024 года

- 163,7 ГВт или 66 % от суммарной установленной мощности электростанций
- На Урал, Центр и Сибирь 67% мощностей



ТОПЛИВНЫЕ СТАНЦИИ (ТОПЛИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА)

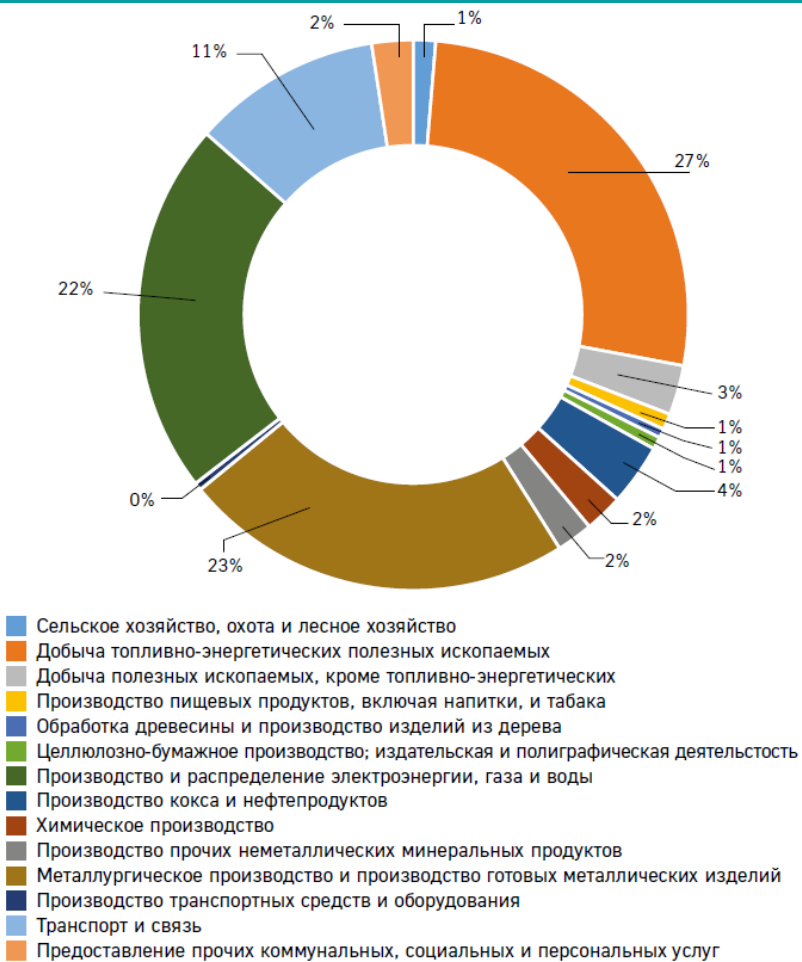
22% выбросов
страны
70% мощностей,
68%
производства
электроэнергии

85% суммарной
антропогенной эмиссии
ванадия,
15% хрома,
98% кобальта,
77% никеля,
32% меди,
10% цинка,
6% мышьяка,
50% селена,
9% кадмия,
80% сурьмы,
20% ртути

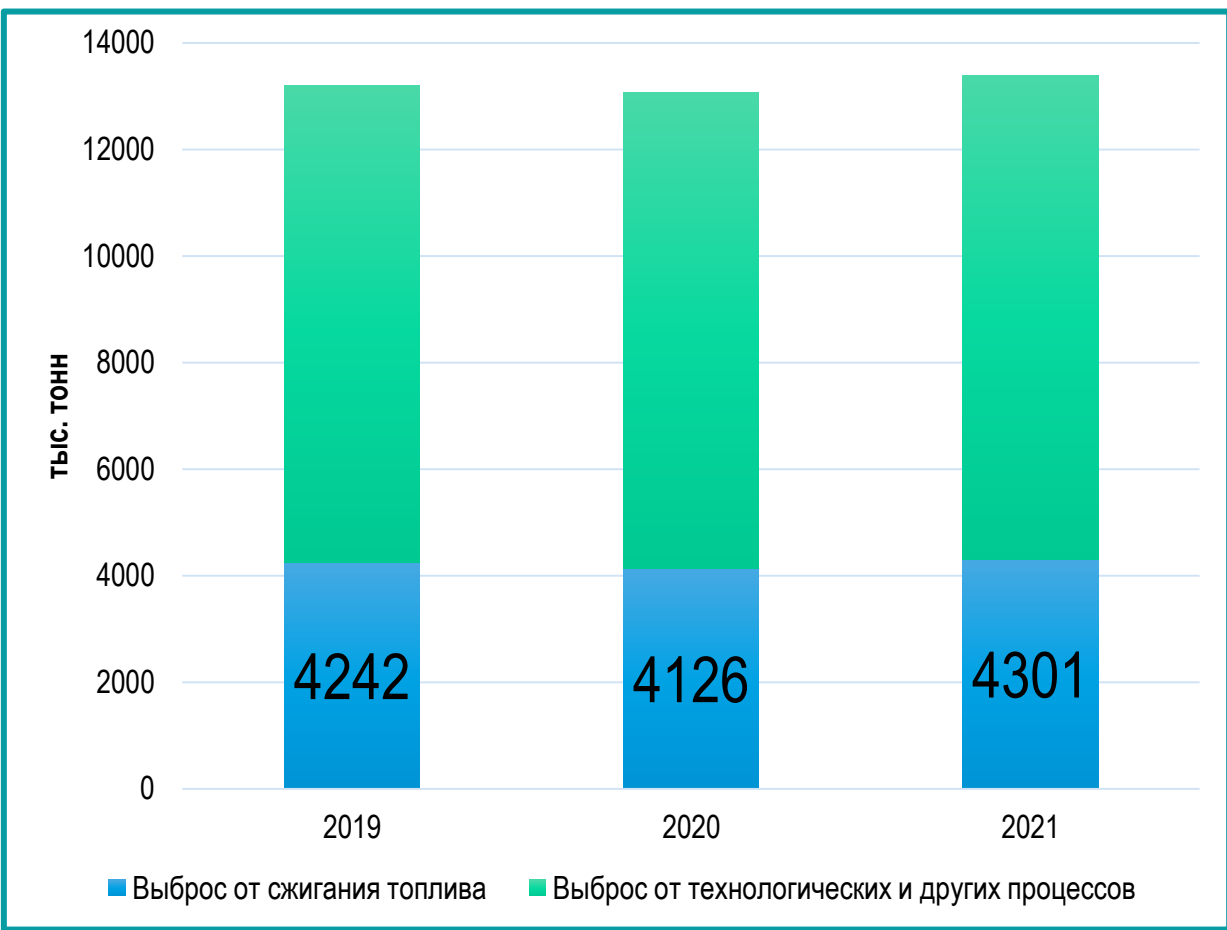


Энергетика 22%, а именно сжигание топлива 33%, т.к. топливо сжигается не только для электроэнергии. Промышленные источники локализованы, а этот размещен повсеместно по всей территории и приближен к населению.

Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, по видам экономической деятельности в России, 2023 г.



Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от отдельных групп источников загрязнения, 2019-2021. (по данным Росприроднадзора)



Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, тыс. тонн

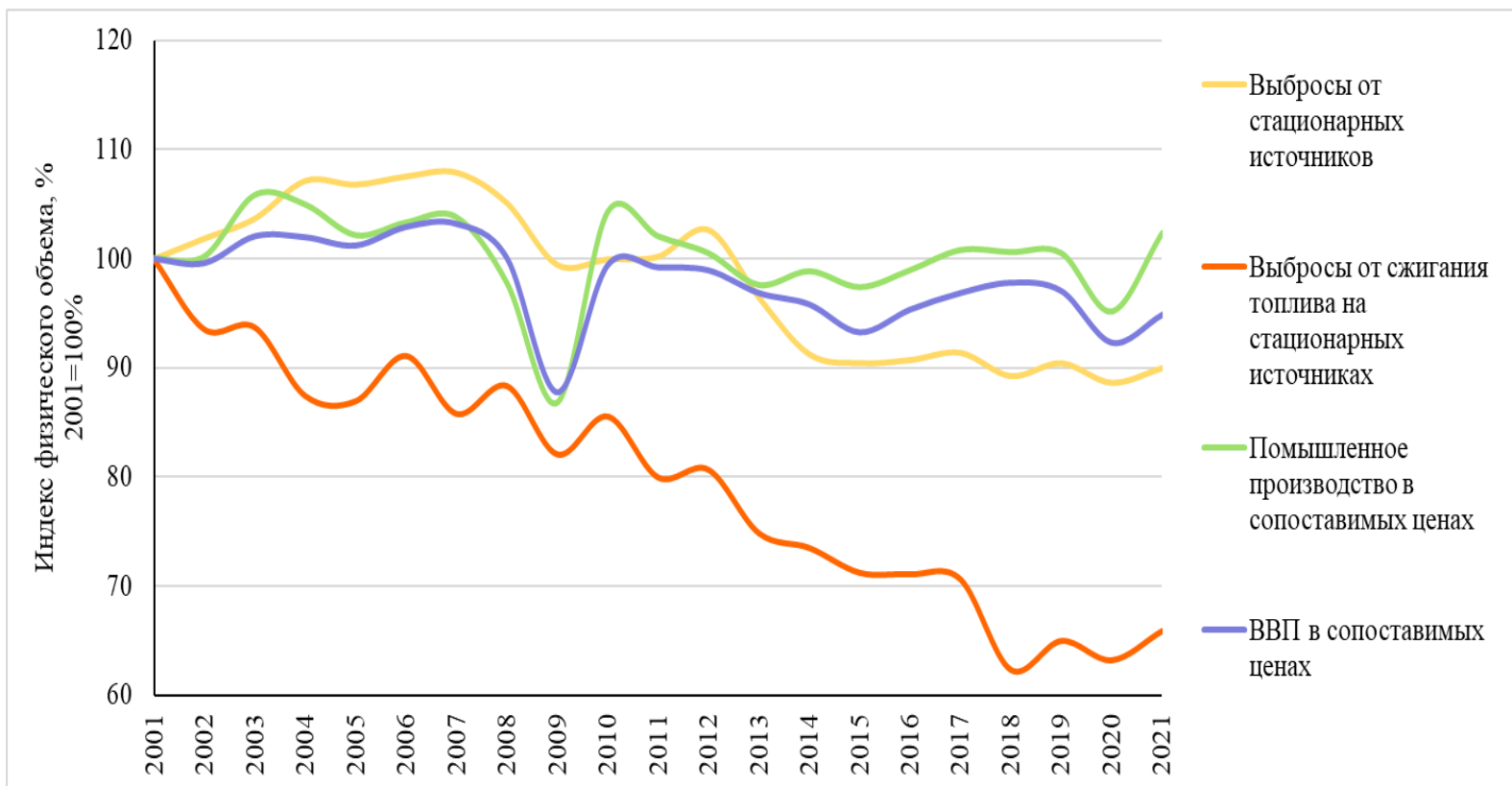


Удельные выбросы, кг/млн руб.



РЕЙТИНГ ОТРАСЛЕЙ

Динамика объема выбросов от стационарных источников, выбросов от сжигания топлива на стационарных источниках, промышленного производства, ВВП (2001 – 2023 гг.).



За период 2001–2021 гг. в целом для страны отмечается устойчивый тренд к уменьшению объемов топливного загрязнения с небольшими колебаниями в 2–6%.

Выбросы от сжигания топлива более зависимы от экономической динамики,

ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В РЕГИОНАХ РОССИИ 2021 г. к 2001 г.

Для большей части субъектов характерно уменьшение объема выбросов от сжигания топлива.

Рост выбросов:

- регионы с очень маленьким объемом потребления топлива, и поэтому это эффект низкой базы,
- регион роста добычи

2

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И «ОБЫЧНЫЕ» ВЫБРОСЫ



В КАКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОНИ НАХОДЯТСЯ



В КАКОЙ СТЕПЕНИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ВИДОМ ТОПЛИВА



В КАКОЙ СТЕПЕНИ СНИЖЕНИЕ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ БУДЕТ
СПОСОБСТВОВАТЬ СНИЖЕНИЮ ВАЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

ЭНЕРГЕТИКА — ЭТО СЕКТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА НАИБОЛЬШИЙ ОБЪЕМ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

При этом потребление электроэнергии
— значимый фактор качества жизни

- **Города в развитых странах** - более высокие результаты по развитию чистых источников энергии, однако данный показатель во многом зависит от географического расположения города.
- **Города в развивающихся странах** в среднем потребляют энергию более экономно, чем города в развитых странах.



ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ - 2051,4
млн т CO₂-экв.

ОТ ОТРАСЛЕЙ

- 1 энергетика — 77,88 %,
- 2 промышленность — 11,78 %,
- 3 сельское хозяйство — 5,68 %
- 4 отходы — 4,66 %

ОТ СЖИГАНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ

- 5 энергетика — 1380,9 млн т CO₂-экв.
или **86,43 %** от всей отрасли.
- 6 Выбросы от предприятий
нефтегазового сектора — 152,8 млн т
CO₂ -экв. (или 9,56 %).

ВЫБРОСЫ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ
ИСТОЧНИКОВ – 17 млн тонн

ОТ ОТРАСЛЕЙ

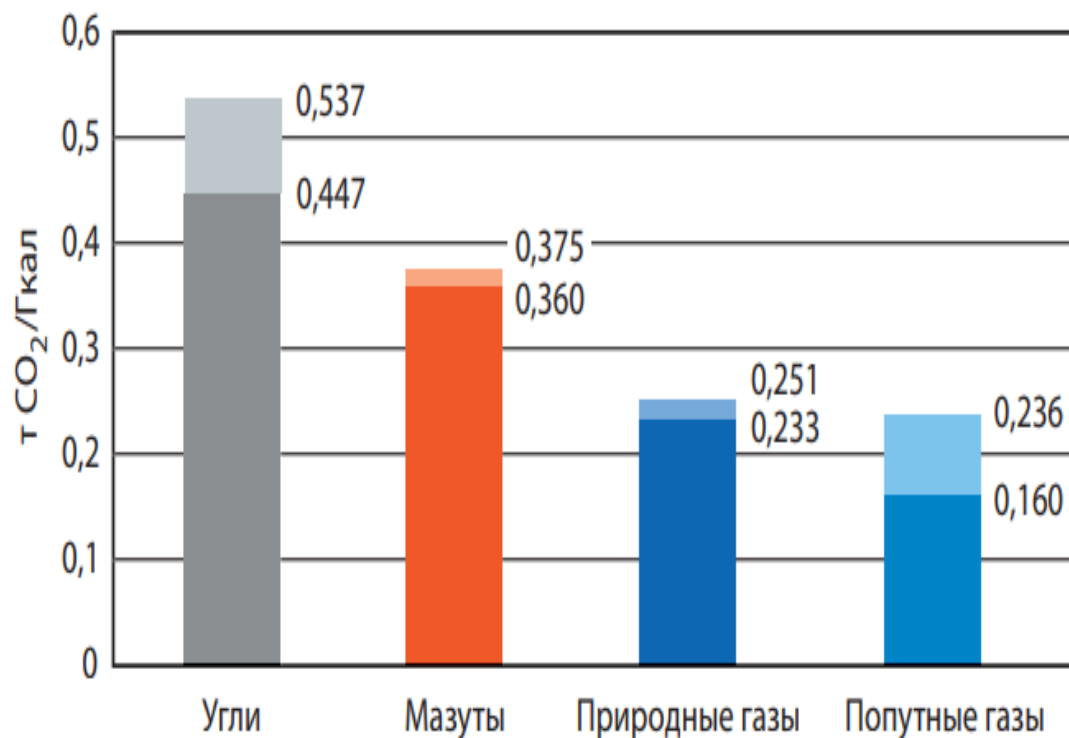
- ✓ Добыча топлива — 27%
- ✓ Металлургия – 22 %
- ✓ Энергетика — 22%

ОТ СЖИГАНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ

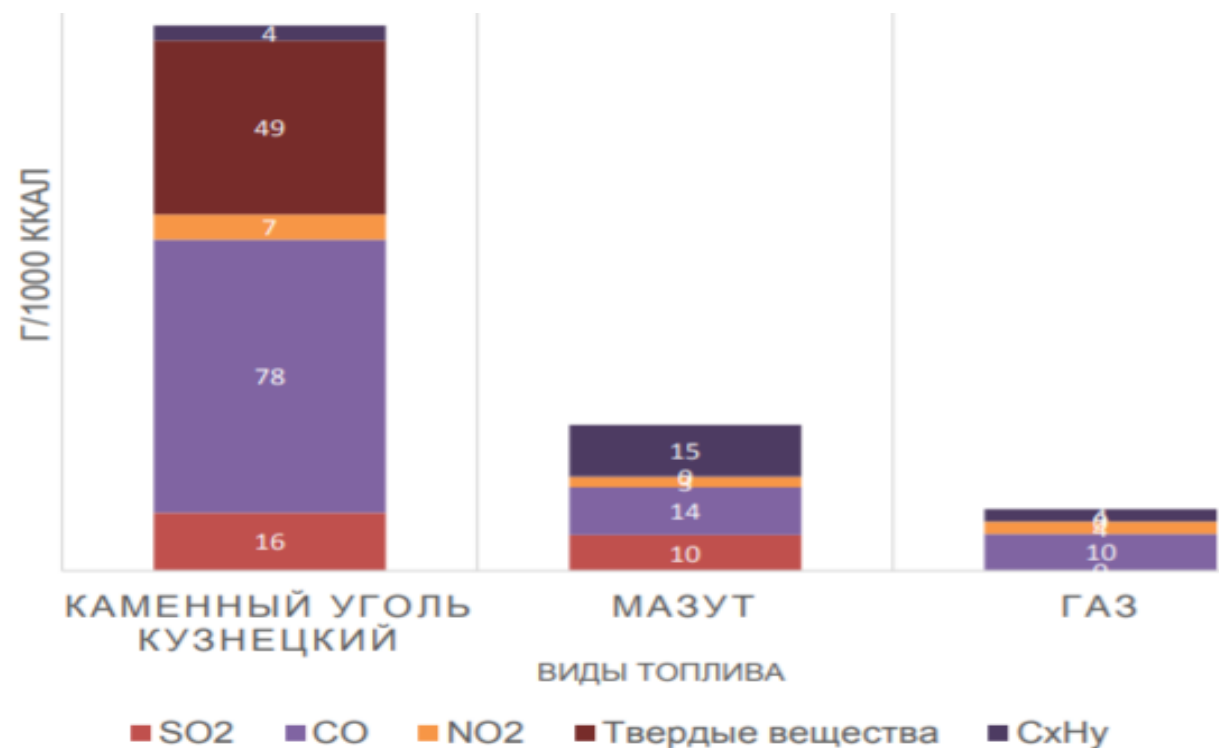
- ✓ 4,3 млн т или **33 %** от всего объема выбросов.
- ✓ 22% - ТЭЦ и ГРЭС
- ✓ 11% - котельные
- ✓ **АСО - ?**

УДЕЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ – кг/1000 Ккал



ВЫБРОСЫ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ – г/1000 Ккал



ПРЕВЫШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НАД ВЫБРОСОМ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОТ СЖИГАНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ



Уголь – в 3,5 раза

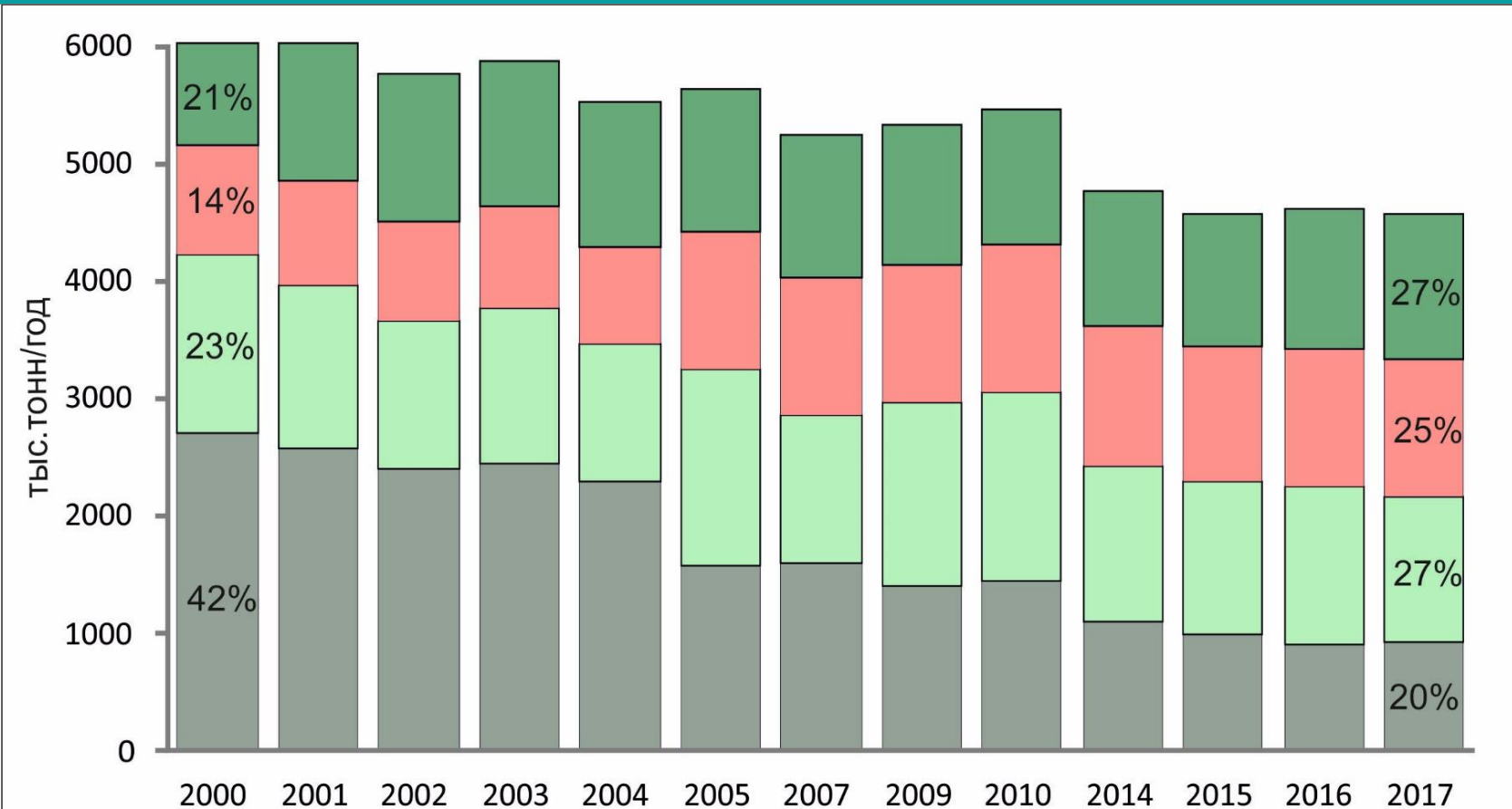


мазут - в 7,5 раза

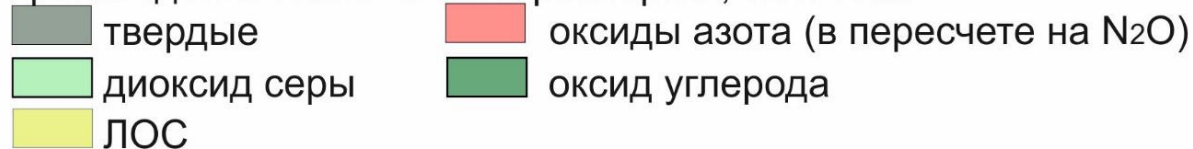


газ – в 9,7 раза

СТРУКТУРА ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОТ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКАХ



Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников от сжигания топлива для производства тепло- и электроэнергии, тыс. тонн



- ✓ В ЦЕЛОМ СОКРАЩАЮТСЯ
- ✓ В ОСНОВНОМ СОКРАЩАЮТСЯ ВЫБРОСЫ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ
- ✓ ОБЪЕМ СО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ И ДОЛЯ ВЫРОСЛА НА 6%

3

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

В КАКОЙ СТЕПЕНИ
СТРАТЕГИЯ ДОЛЖНА
БЫТЬ ТЕРРИТОРИАЛЬНО
ДИФФЕРЕНЦИРОВАНА



РАЗМЕЩЕНИЕ ГРЭС И ЭНЕРГОСЕТЕЙ



ТЭЦ И ДОЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



РАЗМЕЩЕНИЕ КОТЕЛЬНЫХ



АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

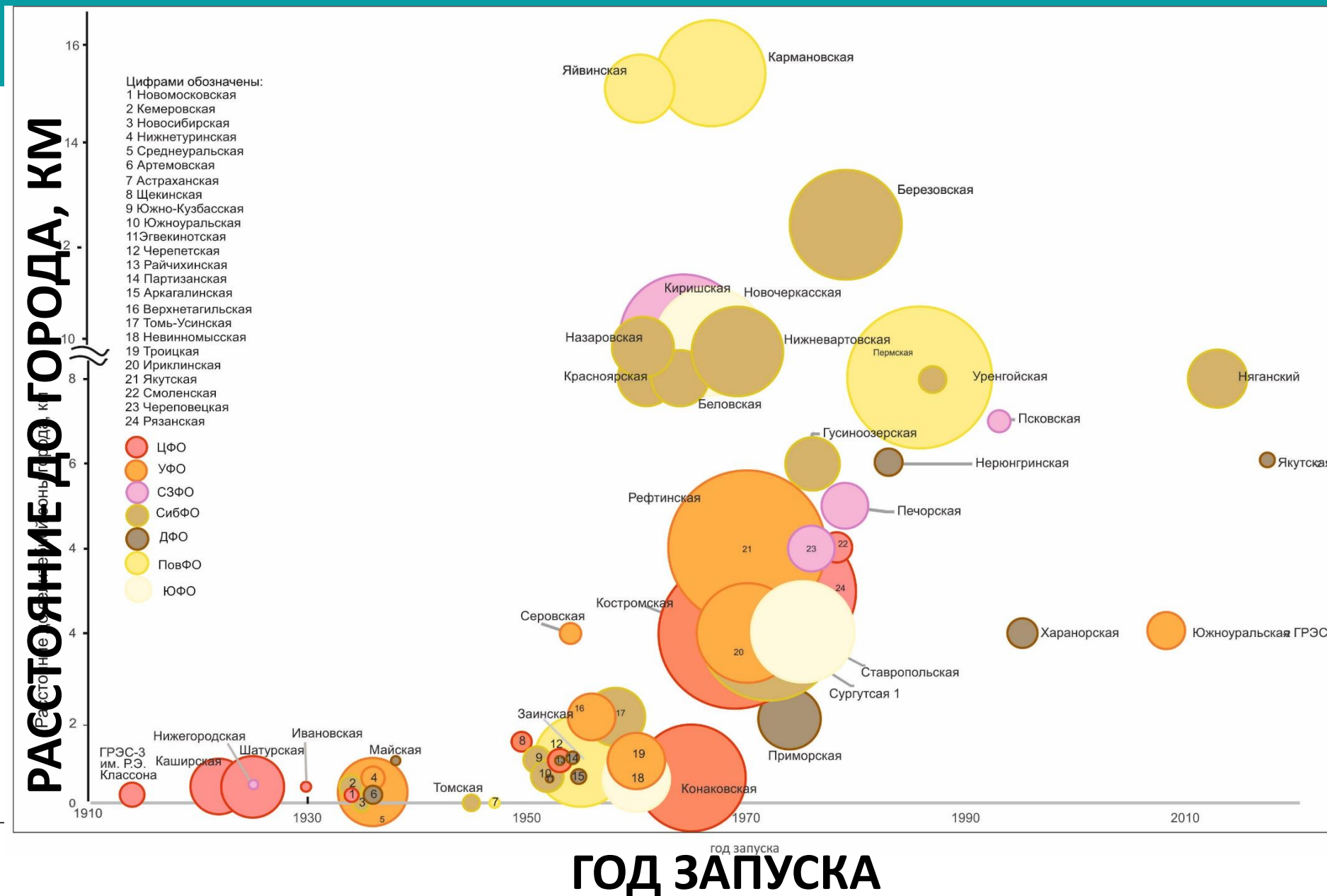
ГРЭС 50% ПРОИЗВОДСТВА

Основной каркас
ГРЭС создан в
1960-1970-е

ГРЭС все
**дальше от
городов**

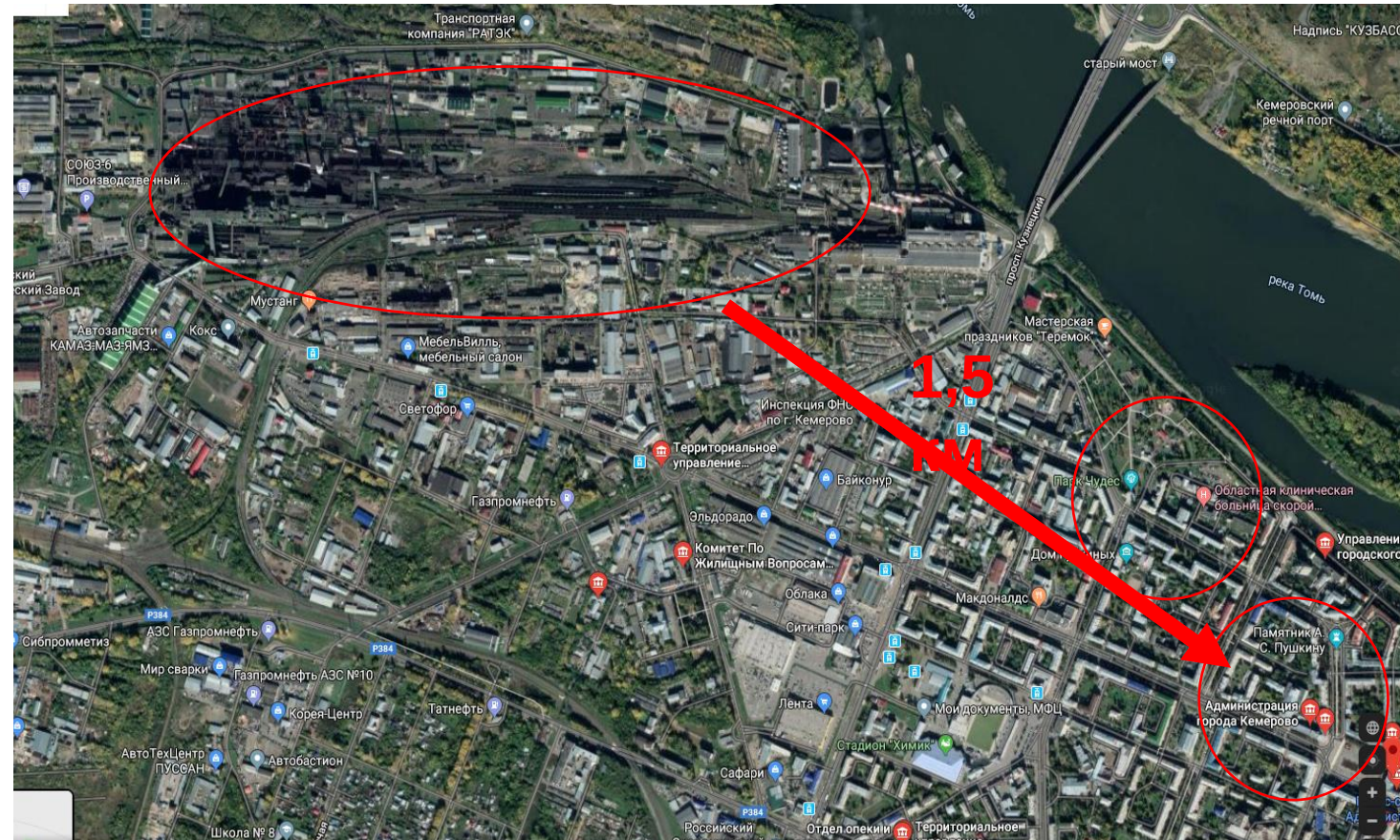
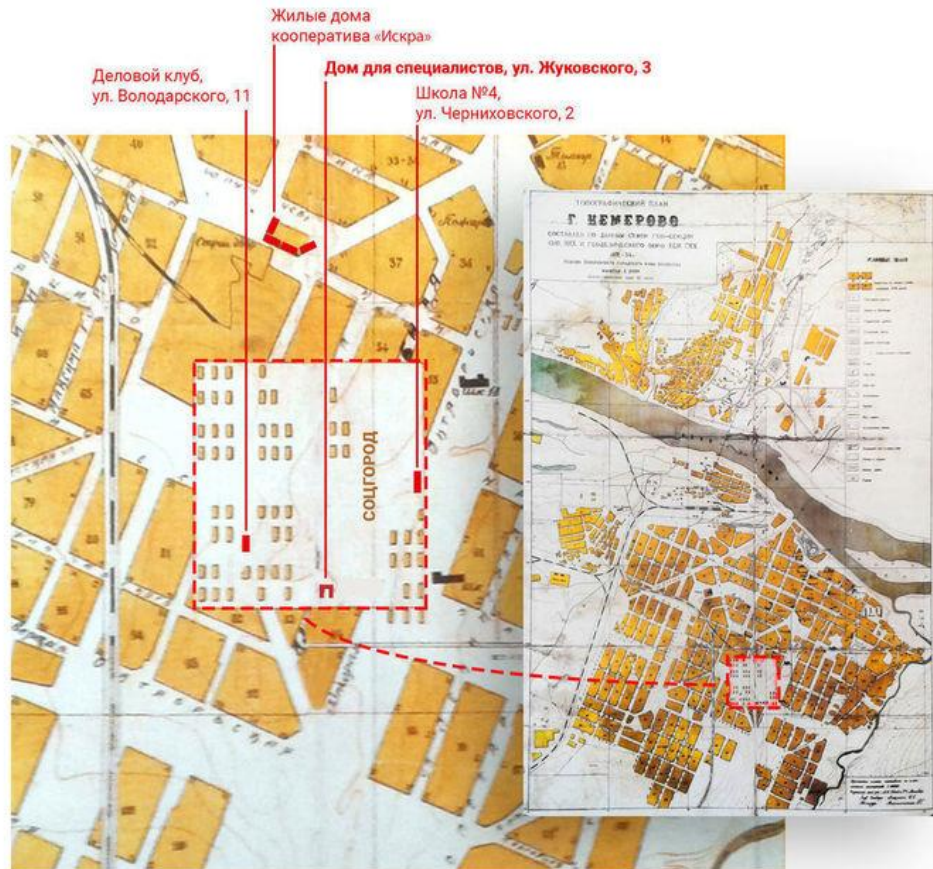
В ЕЧ постепенно
переходят **на газ**

Увеличивают
**эффективность
очистки**



Кемеровская ГРЭС 1930-1934 гг.

Фрагмент топографического плана
г. Кемерово 1932-1936 гг



Кемеровская ГРЭС



Высота трубы определяет радиус загрязнения от СТАНЦИЙ

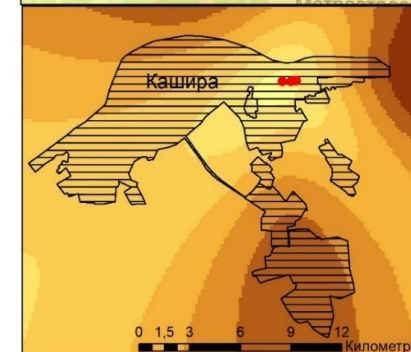
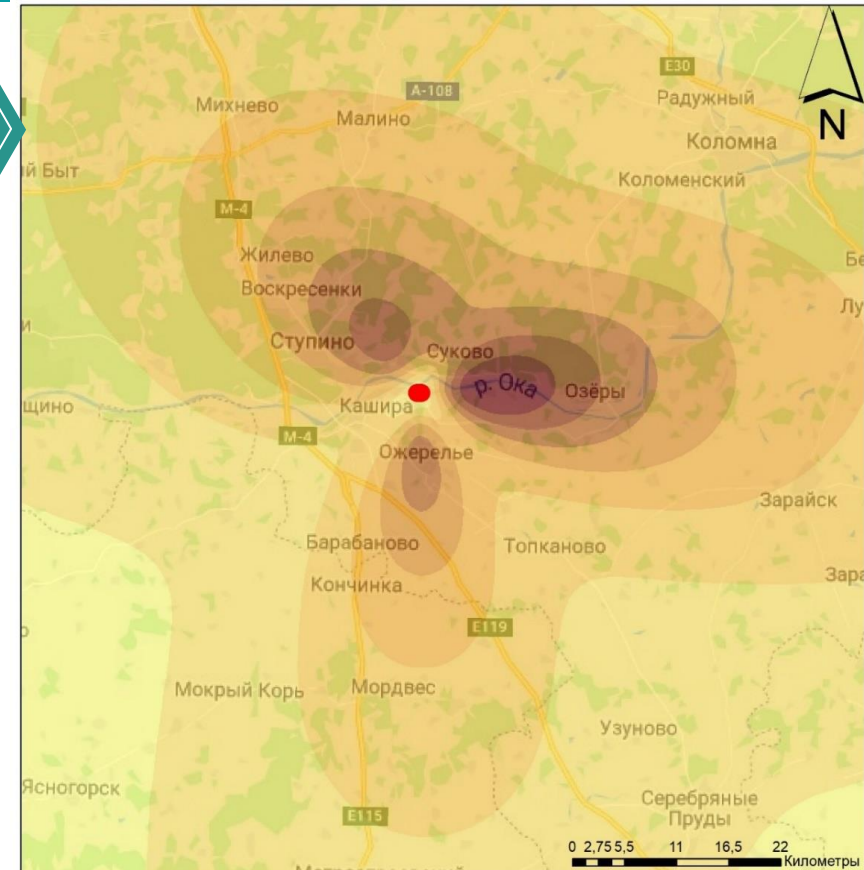
Каширская ГРЭС, Московская обл.



ТЭЦ Улан-Удэ

В непосредственной близости от трубы наблюдается зона пониженных концентраций

- ✓ При высоте трубы более 250 м может быть 2-3 максимума загрязнения
- ✓ Максимум концентраций наблюдается на расстоянии 1,5-3 км
- ✓ Затем концентрация постепенно падает



Условные обозначения

- Источники загрязнения
- ▨ Территория города Кашира

Индекс загрязнения атмосферы

0 - 0,003	0,012 - 0,016
0,003 - 0,006	0,016 - 0,019
0,006 - 0,009	0,019 - 0,022
0,009 - 0,012	0,022 - 0,025

Структура топливного баланса станций России, 2023 г.

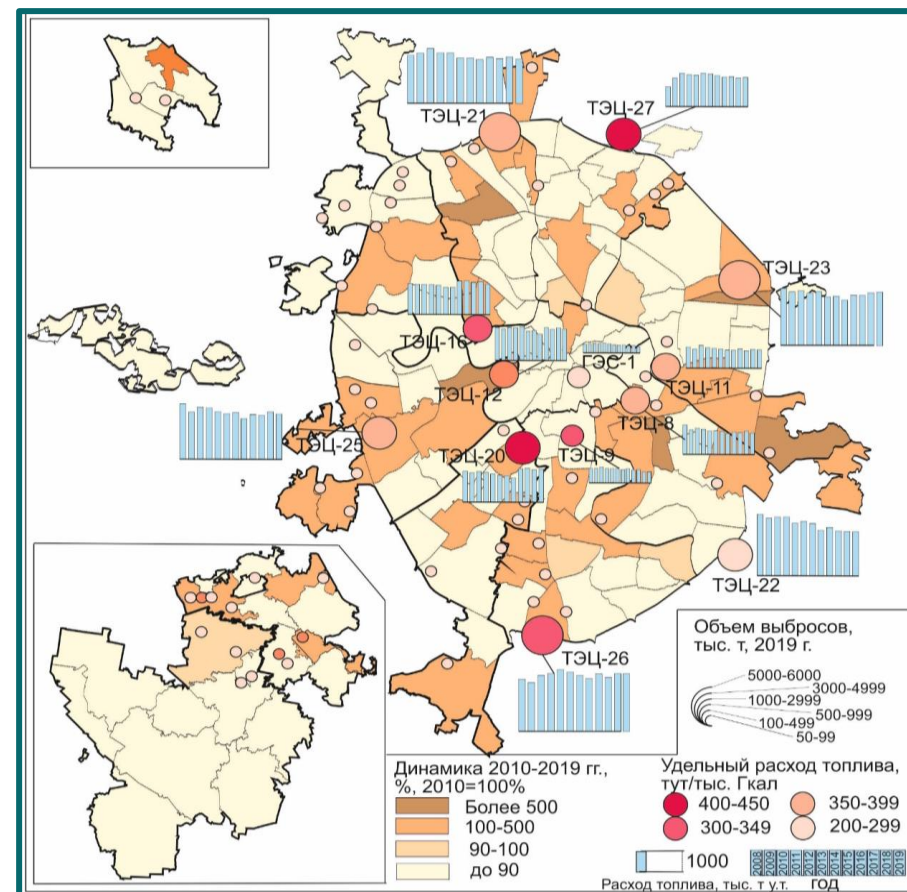
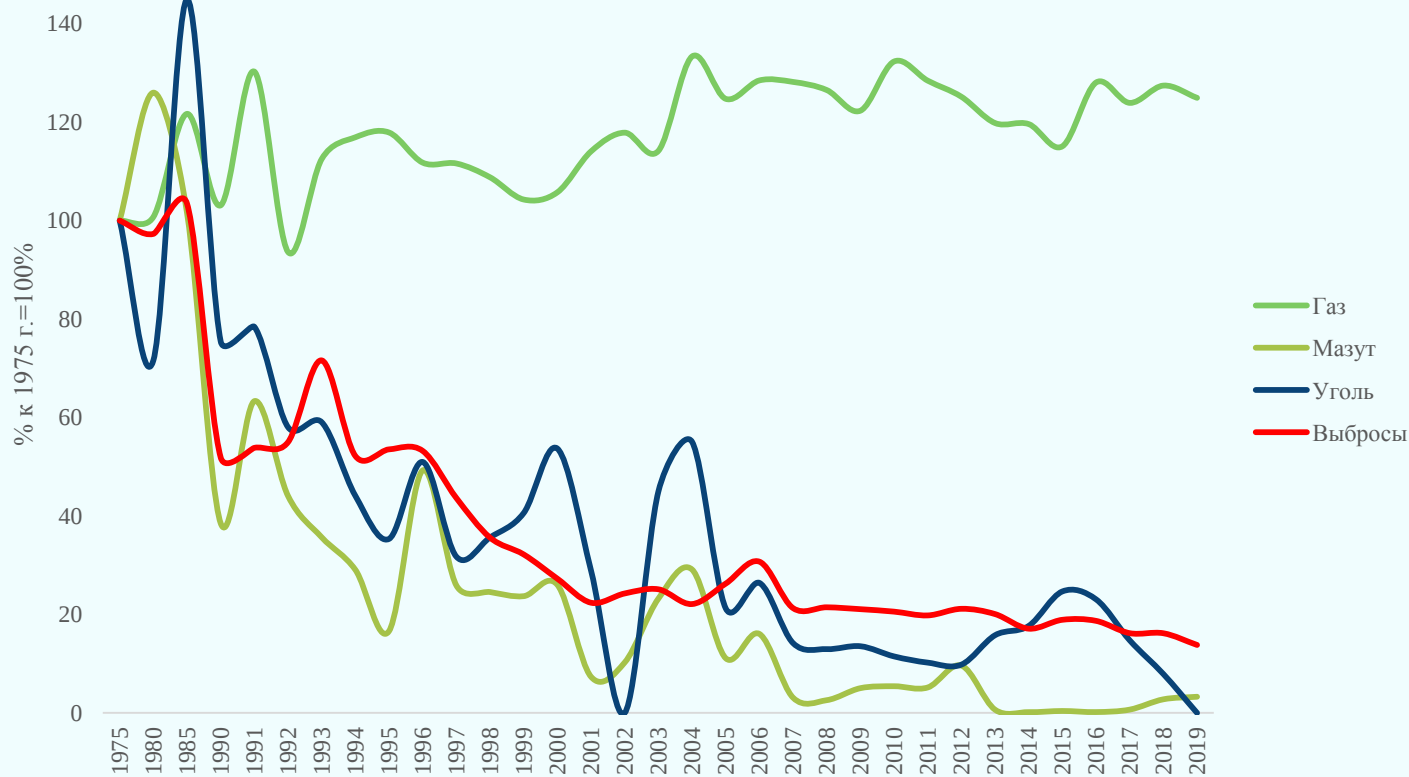
СТРУКТУРА ТОПЛИВНОГО
БАЛАНСА
СФОРМИРОВАЛАСЬ В
РАМКАХ ЕДИНОЙ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ
ОЧЕНЬ КОНСЕРВАТИВНА
МЕНЯЕТСЯ В СТОРОНУ
ВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛИ ГАЗА



1 ПЕРЕХОД НА ГАЗ

2 ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЕ

3 ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ



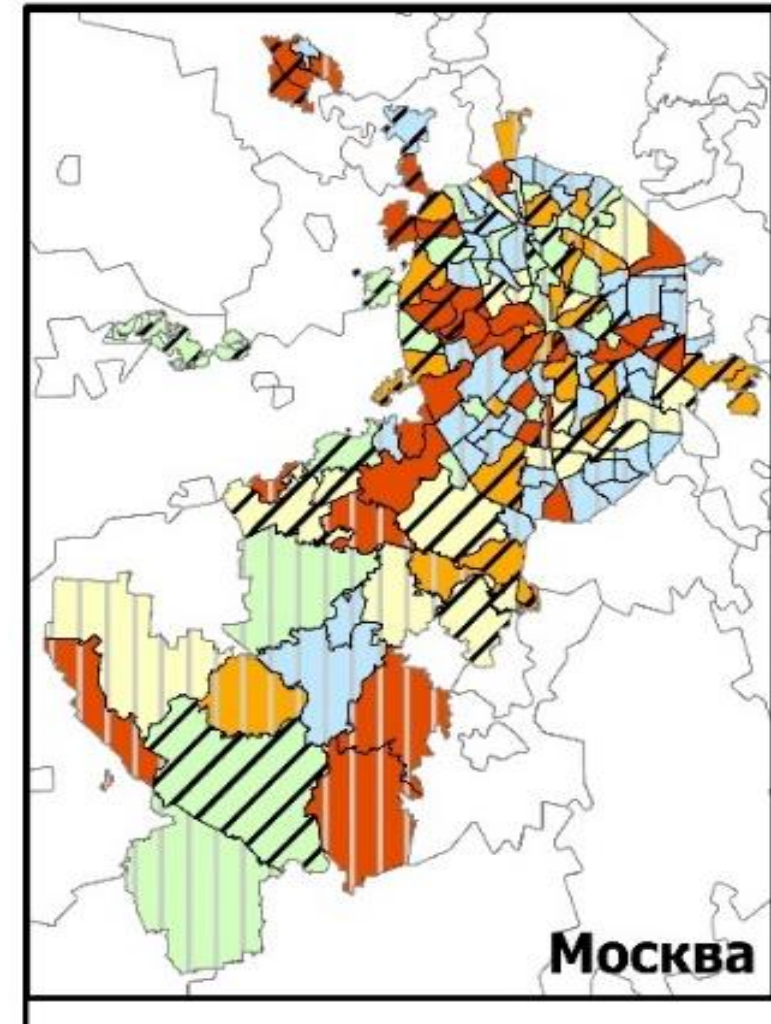
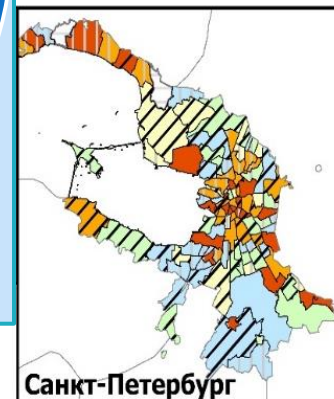
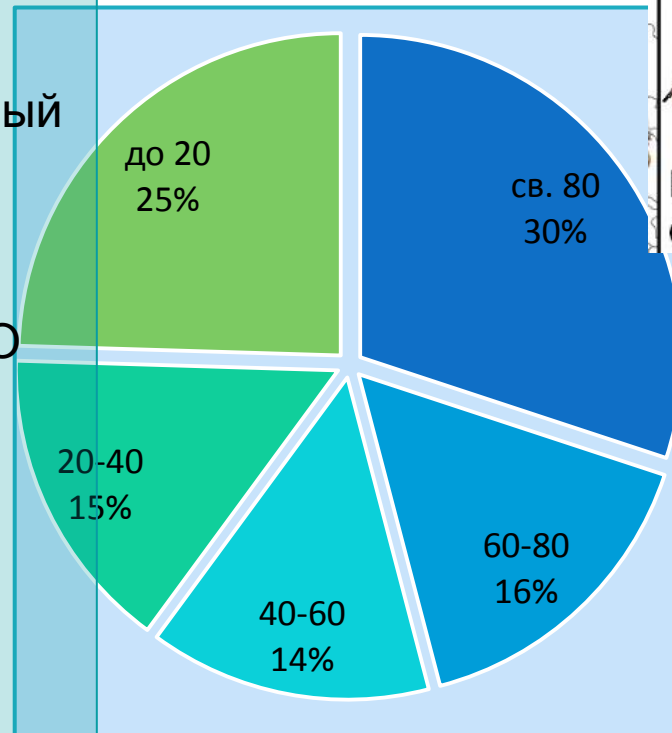
Муниципальные образования России по доле выбросов от сжигания топлива и общему объему выбросов в атмосферу от стационарных источников

В более, чем половине муниципальных образований России сжигание топлива – главный источник загрязнения

Преимущественно северные и восточные МО

Определяющие факторы:

- ✓ Топливо
- ✓ Наличие промышленности
- ✓ Благоустройство жилого фонда



ДОЛЯ ВИДОВ ТОПЛИВА, ОТПУСКАЕМЫХ НАСЕЛЕНИЮ

- ✓ доля площади жилищного фонда, необорудованной централизованным отоплением в России составляет 38%,
- ✓ в республиках Северного Кавказа, Калмыкии и на Алтае 60-75%.
- ✓ Однако в большинстве этих регионов уровень газификации превышает 80%

Оценка объемов выбросов загрязняющих веществ от автономных систем отопления жилых строений Байкальской природной территории

1. Выявление границ отдельных частных подворий в пределах населенного пункта методом автоматического дешифрирования космоснимков с применением сегментации изображения

2. Визуальная проверка и коррекция границ подворий с применением снимков, доступных в сервисах «Google Earth» и «Яндекс-Панорамы»

3. Подсчет количества подворий в разрезе населенных пунктов

4. Распределение площади индивидуальных жилых строений городских и сельских поселений пропорционально количеству подворий в пределах населенных пунктов, входящих в поселение

5. Оценка среднего потребления топлива (угля и дров) для отопления 1 м² жилой площади по данным опросов населения и администраций

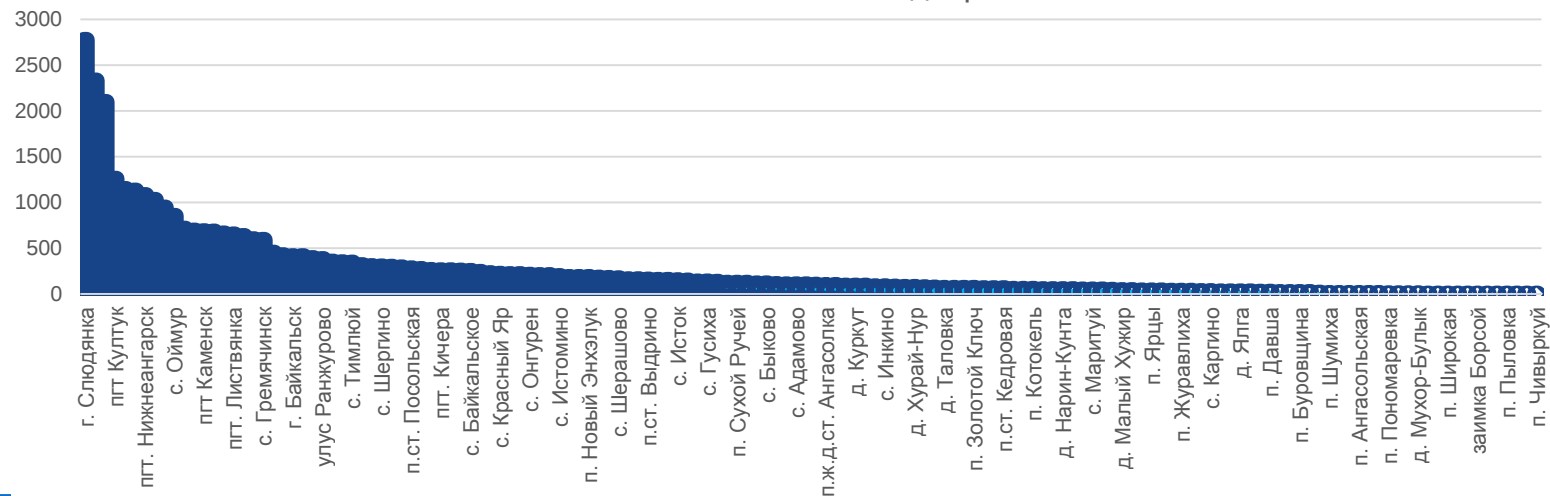


Пример результатов промежуточных этапов автоматического дешифрирования границ подворий в зонах индивидуальной жилой застройки



Пример использования сервиса «Яндекс Панорамы» для визуальной проверки и коррекции результатов автоматического дешифрирования космоснимков

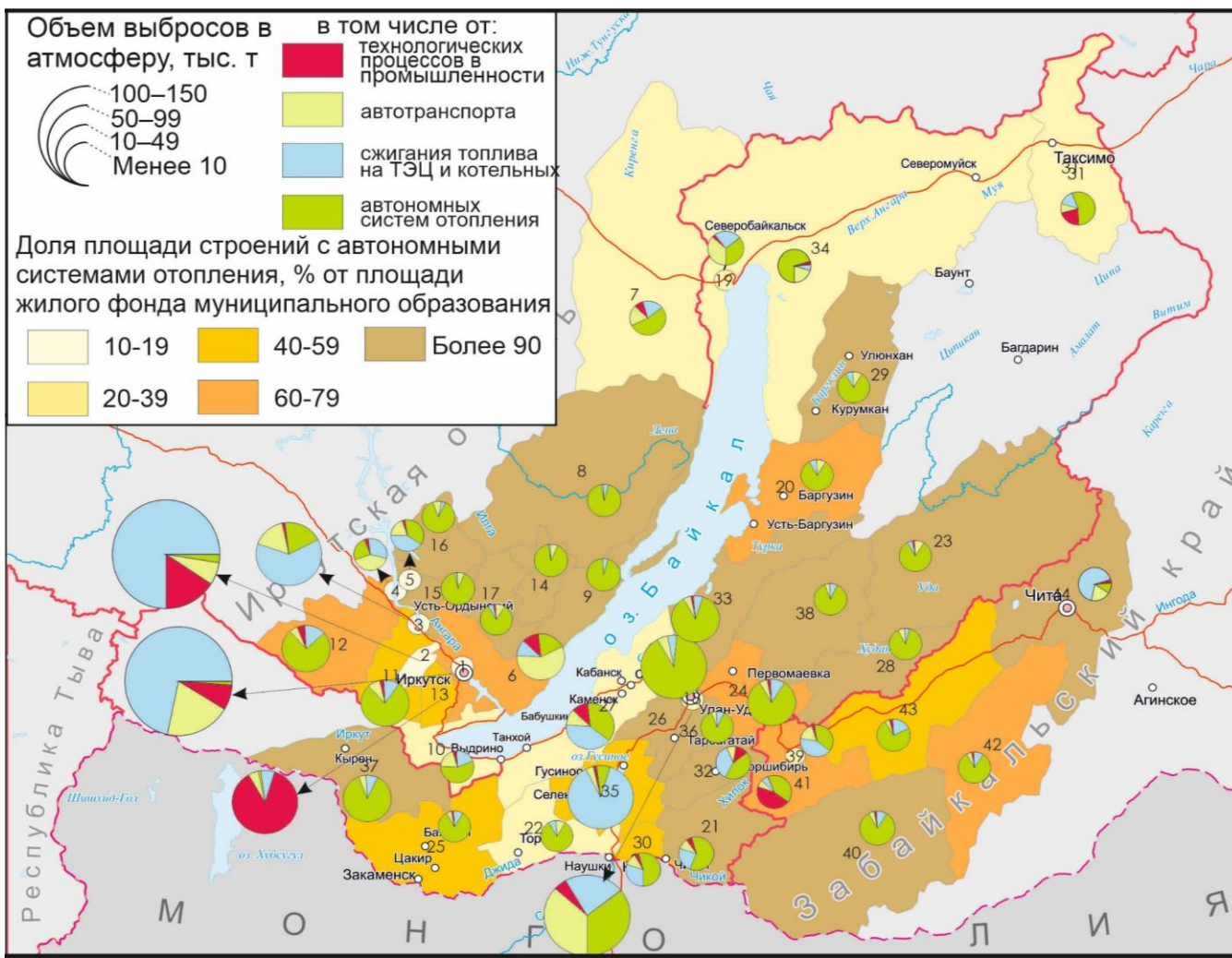
Количество частных подворий



6. Расчет выбросов загрязняющих веществ от сжигания топлива по Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 20 Гкал в час. – М.: Госкомэкология РФ, 1999.

ВЫБРОСЫ ОТ АСО

Структура выбросов от промышленности, энергетики ИЖС, автотранспорта



ДОЛЯ ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА, НЕОБОРУДОВАННОЙ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ ОТОПЛЕНИЕМ

- Бурятия - 52%,
- Забайкальский край – 48%,
- Иркутская область – 33%

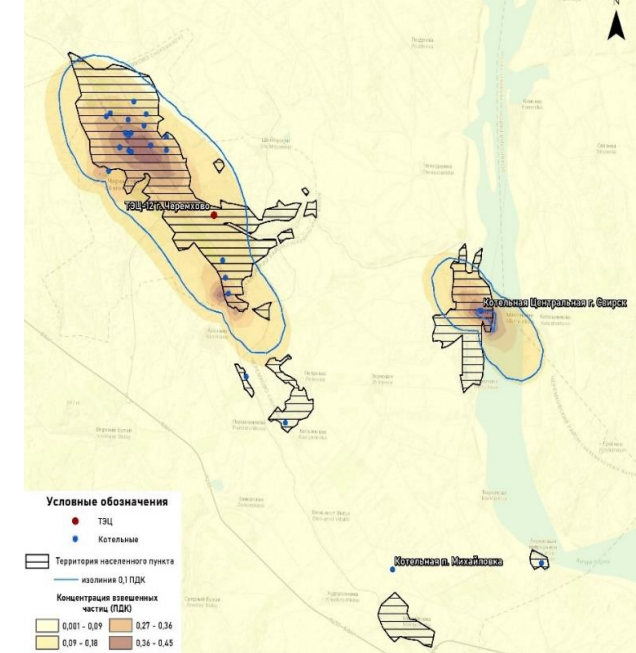
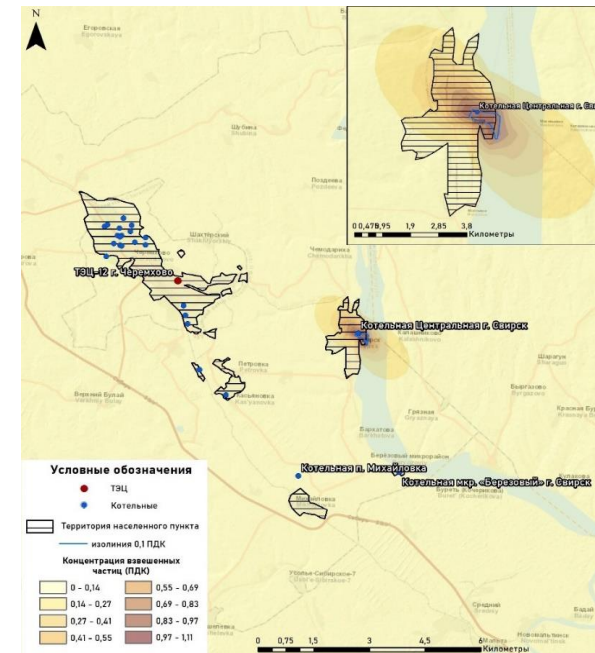
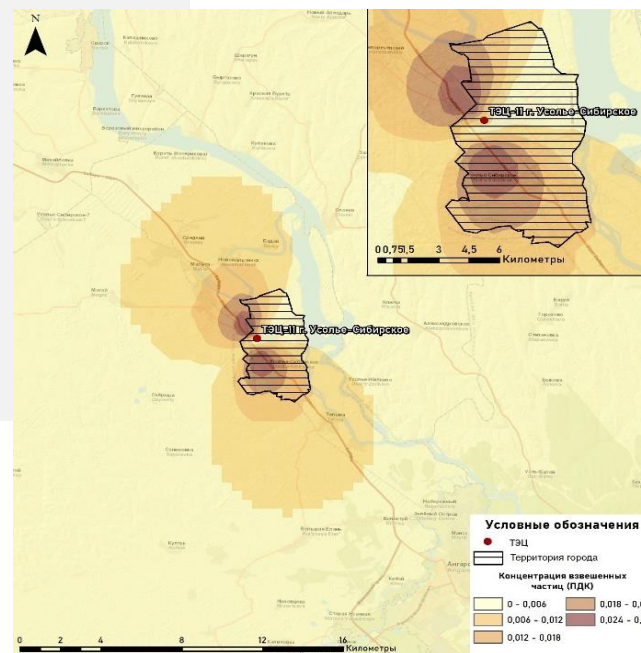
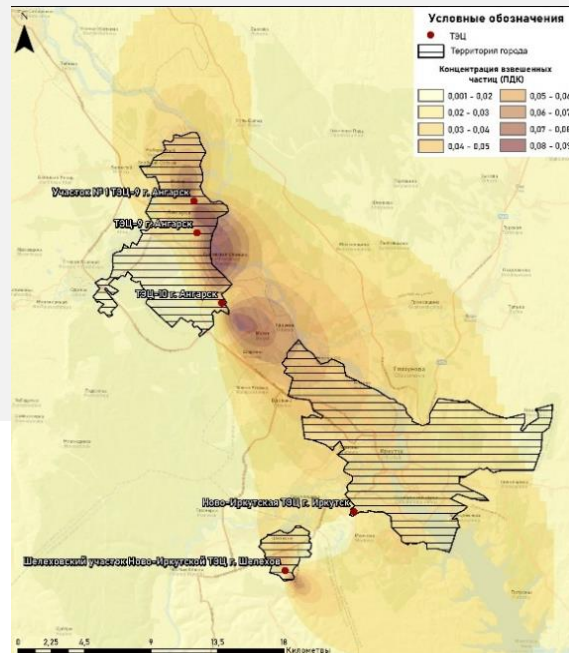
Рассеяние загрязняющих веществ от топливных источников разных типов

1 ТЭЦ ГО Иркутск,
Ангарск и МР
Шелеховский

2 ТЭЦ-11, ГО Усолье-
Сибирское

3 Котельные и ТЭЦ
г. Черемхово

4 Котельные и ТЭЦ
г. Черемхово и
частный сектор



Большой радиус зоны (более 0,1 ПДК), который может достигать 5-10 км от источника и выходить за пределы населенного пункта. Смещение локальных максимумов концентрации от источников вдоль преобладающих направлений ветра на расстояние до 1,5 км. Достаточно низкая концентрация в пределах всей зоны воздействия

Превышение ПДК наблюдается только при сочетании низких и высоких источников, использующих уголь

Заключение – территориально дифференцированные стратегии

КРУПНЫЕ ИСТОЧНИКИ

ГРЭС

- 1 Изменение топливного баланса
- 2 Энергосбережение

ТЭЦ

- 3 Внедрение парогазовых установок
- 4 Оптимизация баланса производства тепла и электроэнергии - **внедрение когенерации тепловой и электрической энергии, позволяющей повысить эффективность (коэффициент) использования теплоты топлива;**
- 5 Повышение КПД при производстве электрической энергии на конденсационных электростанциях (КЭС) в результате модернизации действующего и внедрения нового оборудования, вывод из эксплуатации устаревшего неэффективного оборудования (доля оборудования, введенного до 2001 г., в отечественной теплоэнергетике превышает 90 %)



ЛОКАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- ✓ Котельные Полнота раскрытия аспектов предлагаемыми показателями, значимость и достаточность включенных показателей, потребность в дополнительных показателях
- ✓

АСО:

- ✓ **Понимание масштабов** – нигде не учитываются
- ✓ **Население** : - недоучет мнения населения
- ✓ **Характер расселения** - очень дорого переводить на газ
- ✓ **Законодательное обеспечение:** ужесточение охранных мер приведет к дополнительным штрафам
- ✓ **ВИЭ никто не рассматривает**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

