

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ: ОПЫТ И СТРАТЕГИЯ МОСКВЫ



**РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЧЕРЕЗ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ
И СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ТЕХНОСФЕРЫ,
ЭКОСИСТЕМЫ И СОЦИУМА**

МОСКВА , 8 октября 2018 г.

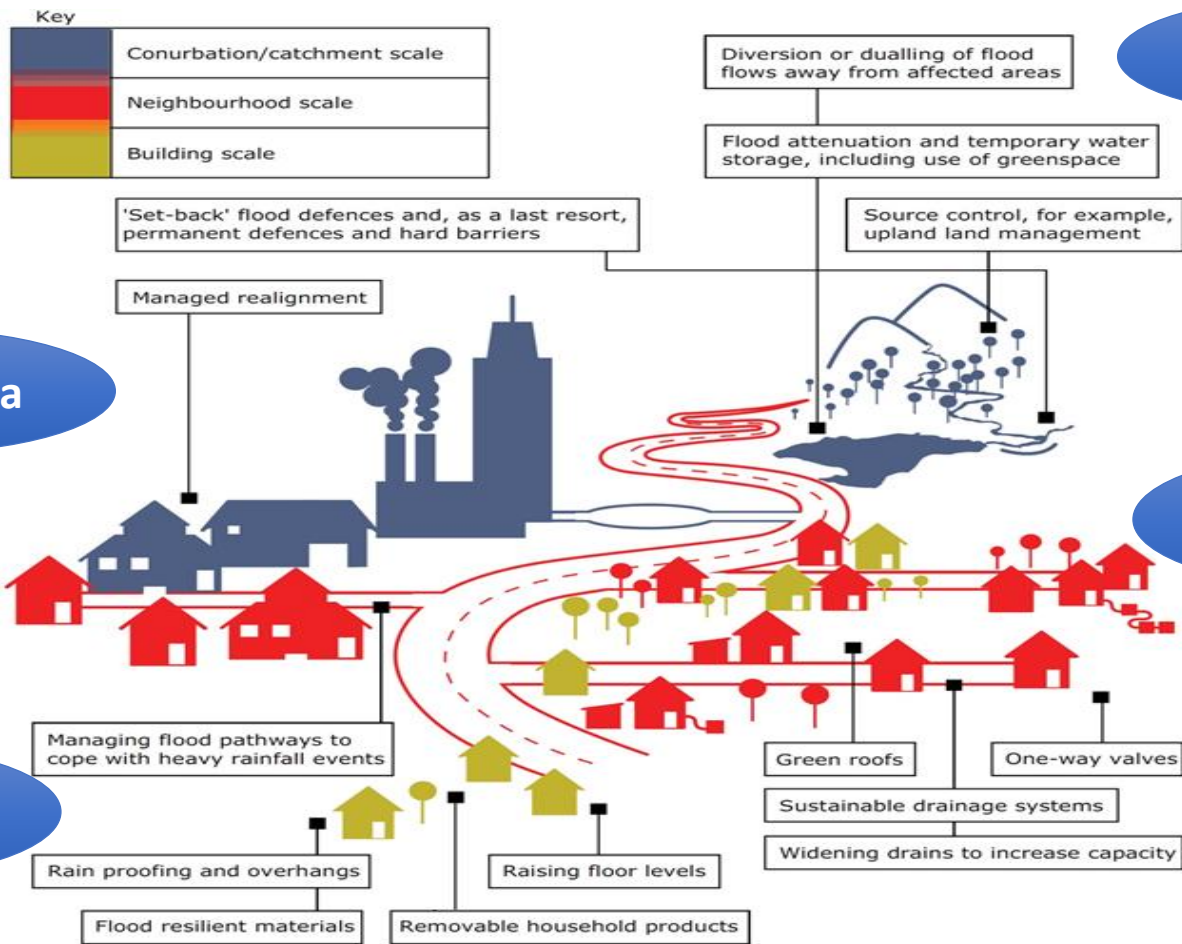
НИР «Разработка научно-обоснованного комплекса мер по адаптации к изменению климата, включая меры в области снижения выбросов парниковых газов» (Регистр.№ ЦИТИС АААА-А16-116120910043-0)

- Национальный исследовательский университет «МЭИ»**
- МГУ им. М.В. Ломоносова**
- Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова**
- «Мосэкомониторинг»**
- Научно-исследовательский институт строительной физики**
- Институт географии РАН**
- Институт физики атмосферы РАН**

при поддержке Российского научного фонда (грант № 16-19-10568)

**для Департамента природопользования и охраны окружающей среды города
Москвы**

Мегаполис Москва – как метасистема



техносфера

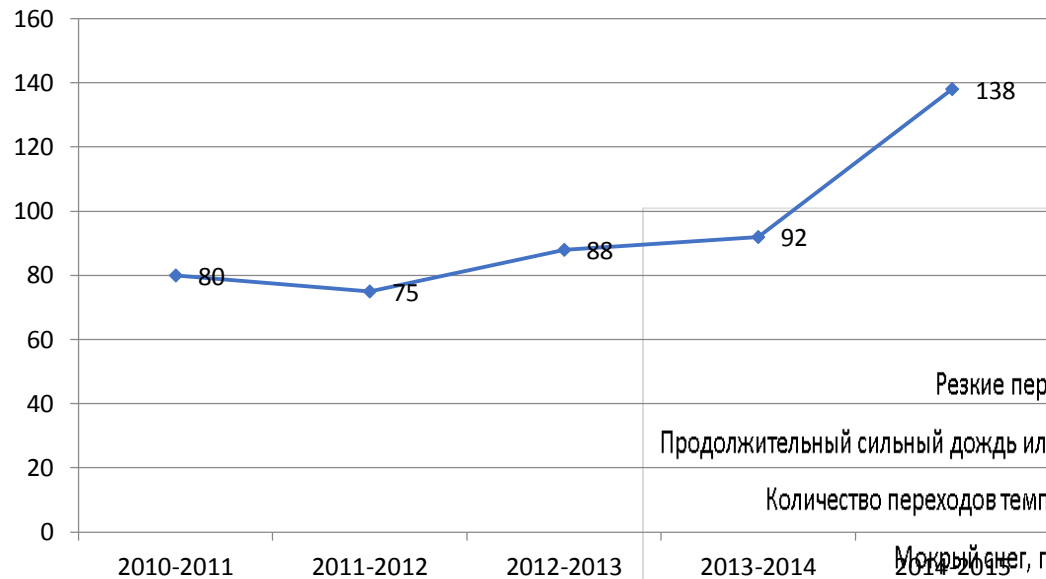
КЛИМАТ

флора и фауна

население

Опасные явления	Воздействия		
	Условия жизни и жилье	Работа	Передвижение
Волны жары	Нарушение уровня комфорта. Риск для здоровья и безопасности. Рост энергопотребления	Снижение производительности труда. Рост энергопотребления (на охлаждение)	Дискомфорт в общественном транспорте, деформация рельсов Рост энергопотребления
Наводнения, подтопления	Беспокойство, неудобство для жителей. Риск для здоровья и безопасности. Повреждение зданий, частной собственности. Перебои в энерго- и водоснабжении	Повреждение зданий и сооружений, частной собственности. Перебои в энерго- и водоснабжении	Заблокированные участки улиц, дорог, железнодорожных участков Нарушение графика работы общественного транспорта
Недостаток воды	Нарушение уровня комфорта Риск для здоровья	Угнетение растительности Перебои в водоснабжении	Ухудшение условий судоходства (транспортировки грузов)
Природные пожары	Риск для здоровья и безопасности жителей. Повреждение зданий, частной собственности	Повреждение зданий и сооружений, частной собственности	Блокирование улиц, дорог. Снижение видимости на дорогах Дискомфорт в общественном транспорте
Штормовые явления	Беспокойство, неудобство для жителей. Риск для здоровья и безопасности. Повреждение зданий, частной собственности.	Повреждение зданий и сооружений, частной собственности. Перебои в энерго- и водоснабжении	Блокирование улиц, дорог, железнодорожных участков Нарушение графика работы общественного транспорта

Циклы перехода температуры через "ноль"



Некоторая климатическая статистика для Москвы

Число случаев



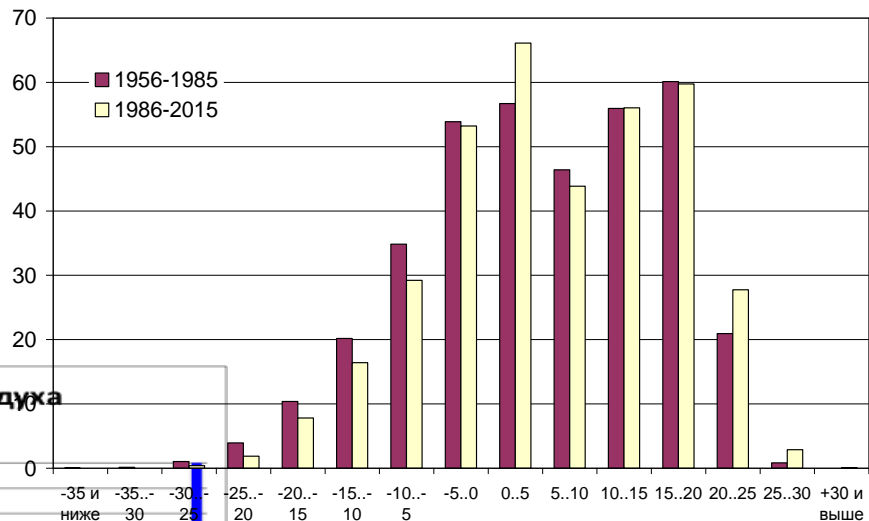
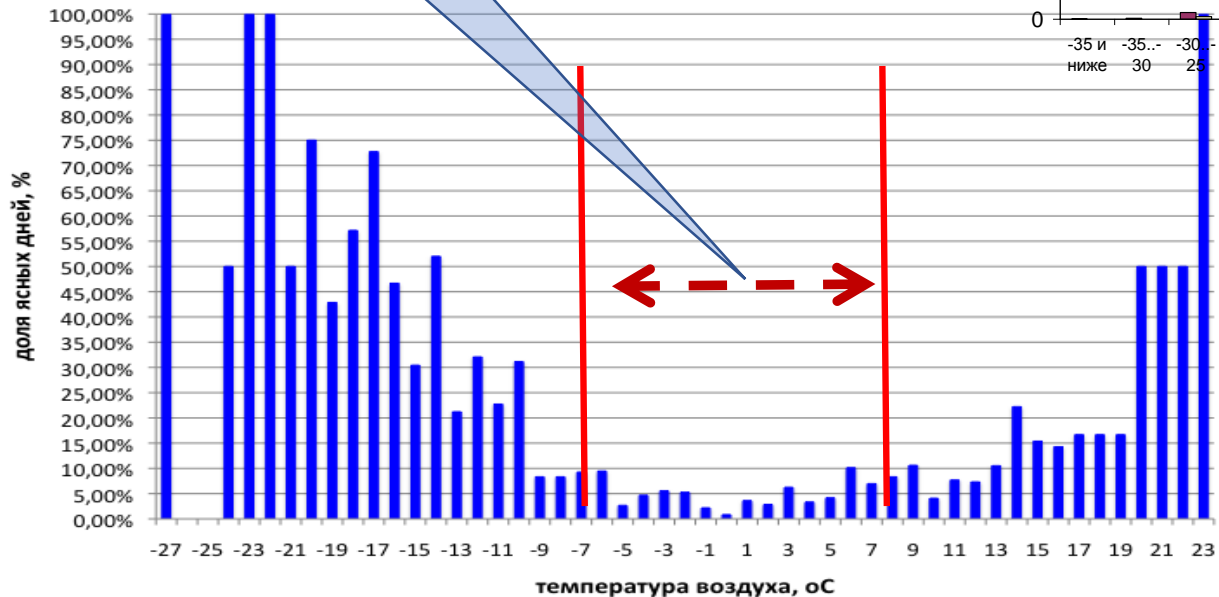
2005 – 2015 гг.

Ключевые климатические особенности Москвы на современном этапе

- Растут резкие перепады температур наружного воздуха в городе;
- За последние 30 лет рост интервала температур наружного воздуха от 0 до +5°C на 16%;
- Интенсивность «острова тепла» в центре города составляет 2-3оС – меньше, чем должна была быть по линейным корреляциям с размером мегаполиса;
- Значительный рост переходов температур наружного воздуха через 0 градусов (в том числе несколько раз в сутки);
- Наиболее неблагоприятный интервал температур наружного воздуха от -5 до +10°C составляет 44% времени года и 88% отопительного периода;
- Снижается количество ясных дней, растет облачность в зимнее время, абсолютная влажность с 1950 года выросла на 27%;
- Происходит наложение колебаний влажности и атмосферного давления на температурные аномалии и переходы через 0 градусов;
- Наложение аномалий температур наружного воздуха на эко-агрессивность мегаполиса;
- Сочетания нескольких НМЯ (ветер + ледяной дождь, сильный ветер + ливень).

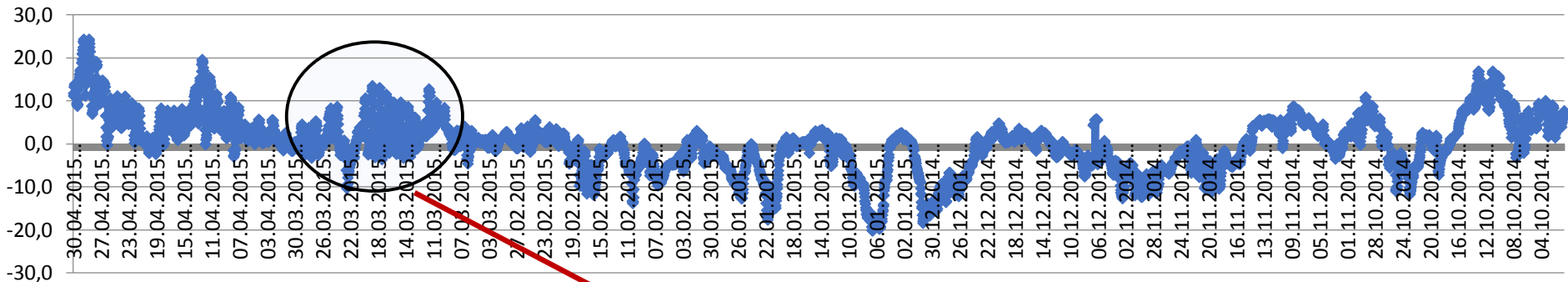
**Продолжительность
времени года от -7
до +7 оС составляет
в Москве свыше
40% времени года**

**Зависимость количества ясных дней от температуры воздуха
в Москве за период октябрь - январь**

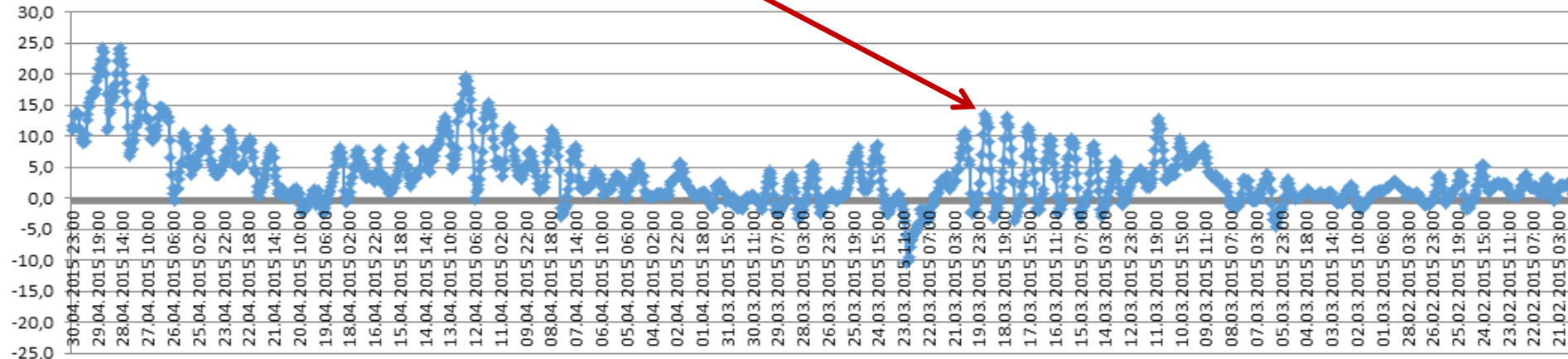


**Солнце,
облака и
погода в
городе**

Температура наружного воздуха в Москве зимой 2014/2015 гг.



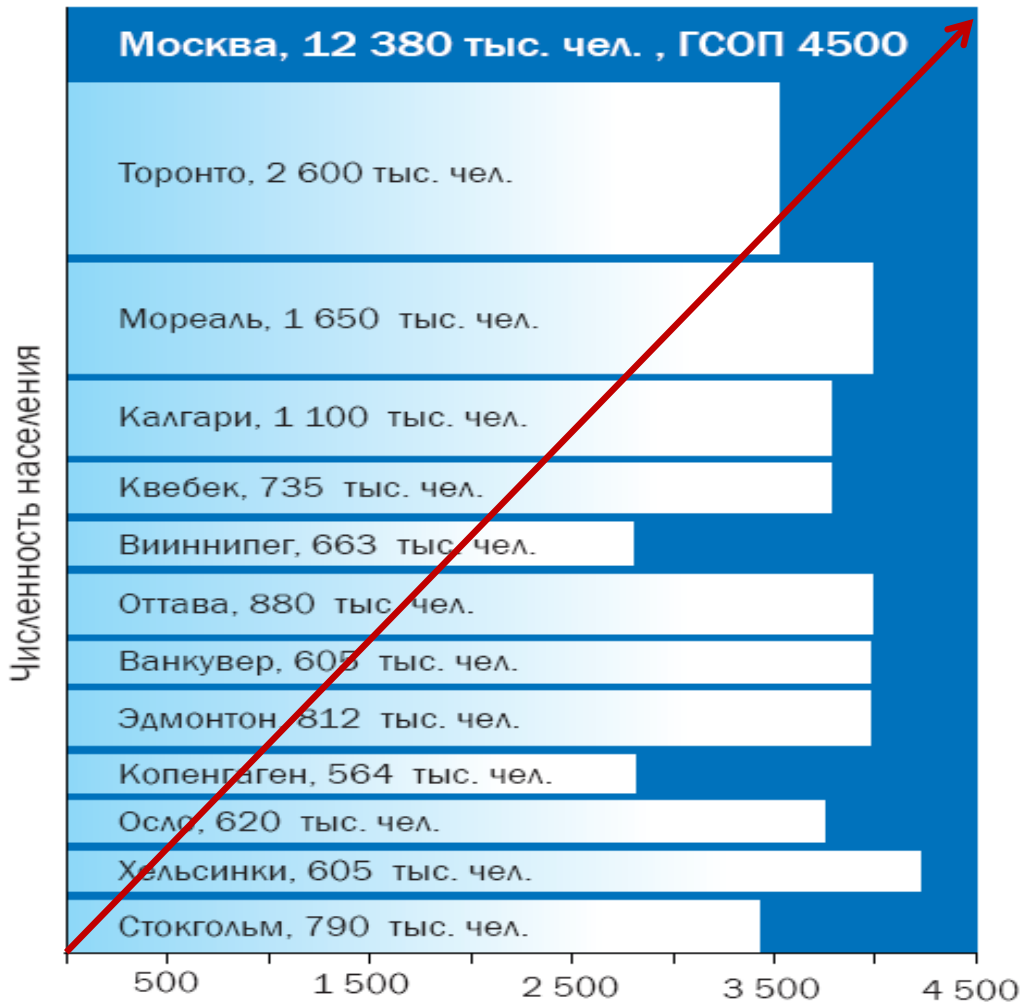
Температура наружного воздуха в Москве зимой 2014/2015 гг.



Насколько мегаполис Москвы уникален с точки зрения своей энергосистемы

Особенности	Последствия
Москва – самый холодный крупный мегаполис мира	Свыше 12 млн.человек проживают при параметрах зимы в 4500 градусо-суток
Самая высокая доля мощных энерго-источников (ТЭЦ)	Среди городов похожего размера (находящихся непосредственно в городской черте). 16 ГВт (эл) + 60 ГВт (т) (1,3 кВт (эл)/чел + 5 кВт (т)/чел)
Высокая изменчивость погодных условий и графиков нагрузки	Рост пиковых электрических нагрузок в 2,5-3 раза и тепловых в 8-9 раз, резерв 40-45% тепловых мощностей, наличие мощной ГАЭС
Увязка города и ближнего кольца области, новая Москва	Около 1 млн жителей города в «аппендиксах» за МКАД, еще 1,5 млн жителей в ближнем кольце крупных пригородов; 1 млн приезжает ежедневно на работу, 3 млн уезжают на лето в область
Мощное влияние ТЭК и транспорта на экологию	Забирая из атмосферы около 50 млн. м ³ кислорода, энергетика и транспорт «возвращает» около 45 млн т CO ₂ , свыше 95 млн т водяного пара, около 125 млн Гкал низкопотенциального тепла

Сравнение северных городов в шкалах: климат-население



Мощность энергосистемы (в Москве - 16 ГВт эл. и 60 ГВт тепл.) пропорциональна произведению (то есть ПЛОЩАДИ КВАДРАТА) климатической потребности (градусо-суток отопительного периода на число жителей).

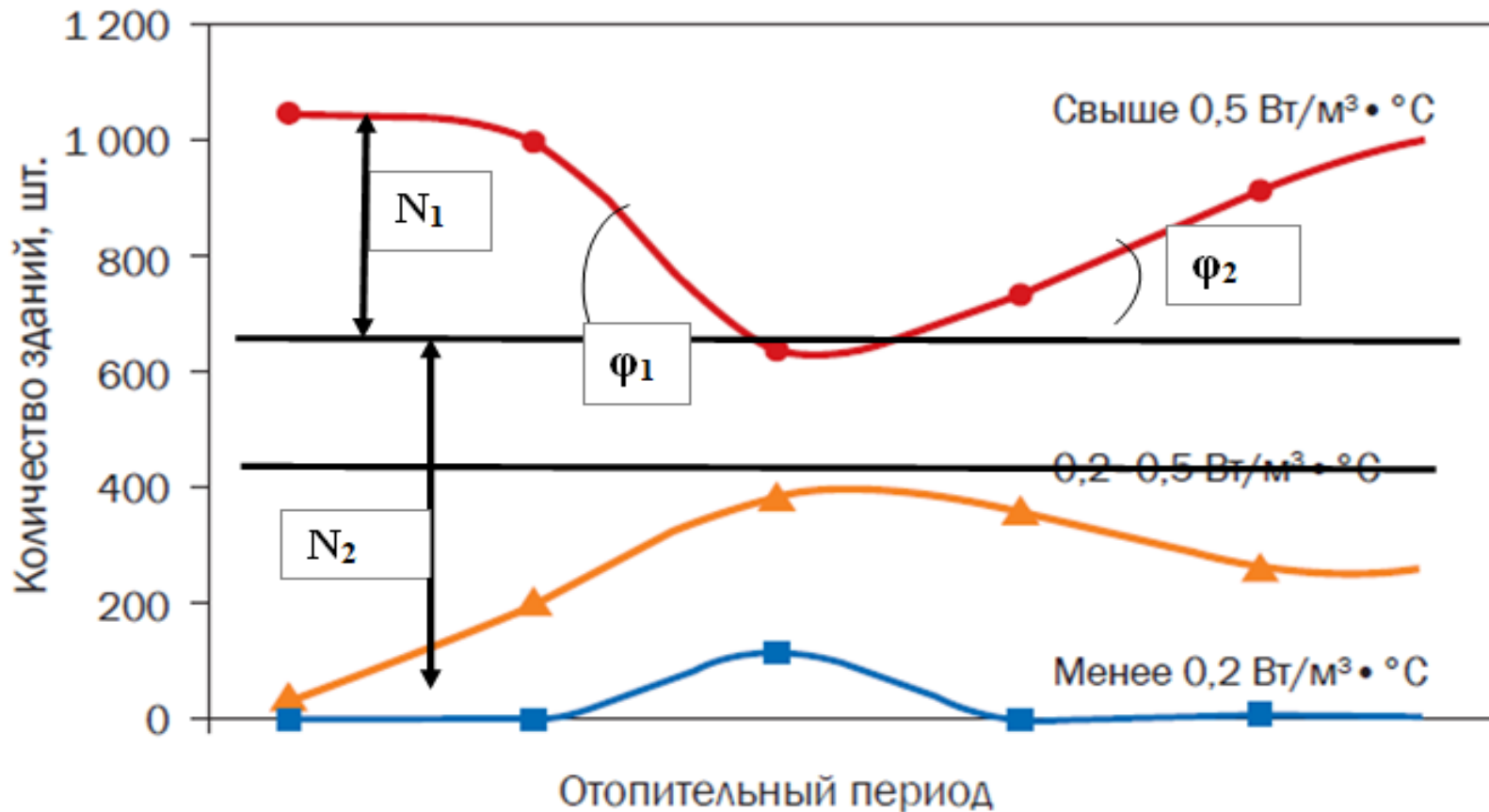
Тепловая мощность энерго-системы Москвы в 1,5 раза больше, чем всех Скандинавских столиц + 8 крупных городов Канады в сумме.

Соответственно, энергетика Москвы изначально более устойчива к проявлениям изменений климата

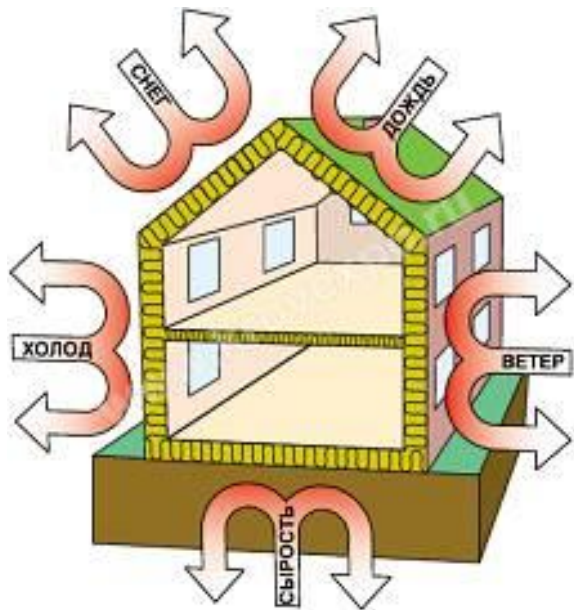
Факторы изменения ситуации на стороне потребителей и энергоисточников

Влияющие факторы на стороне потребителей	Влияющие факторы на стороне источников
Повышение теплозащиты строящихся зданий и снижение расчетных тепловых нагрузок на отопление	Реконструкция и вывод из эксплуатации устаревших котлов и турбин, с переходом на ГТУ и ПГУ
Рост доли новых (отремонтированных) зданий с повышенной теплозащитой	Строительство ТЭЦ с повышенной долей электрической мощности (ПГУ)
Проведение реконструкции зданий с заменой инженерных коммуникаций, систем освещения	Оснащение крупных котельных газотурбинными агрегатами для комбинированной выработки
Оснащение зданий системами управления теплопотреблением	Рост установок «распределенной генерации» разной мощности (в том числе на ВИЭ)
Рост оснащённости зданий бытовой электропотребляющей техникой (в том числе системами кондиционирования)	Наличие пиковых (аккумулирующих) энергоисточников разной мощности в городских районах
Рост числа торгово-офисных, развлекательных центров с преобладанием электрической нагрузки	Использование промышленных ТЭЦ, теплоутилизационных ТЭЦ, других различных ВЭР
Рост пиковых электрических нагрузок различной природы	Использование местных ресурсов для развития дополнительной тепловой и электрогенерации

Динамика количества зданий с разными показателями удельной поставки тепла (удельной отопительной характеристики) зимой 2013/2014 гг.



Воздействие переходов через 0оС и повышенной влажности на здания

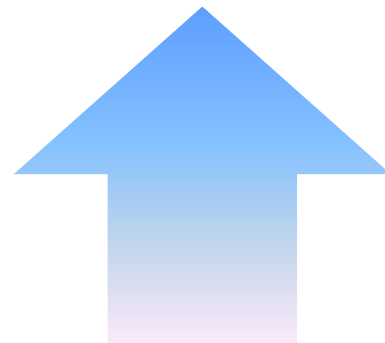


Влажность
Перепады температур
Сочетание неблагоприятных факторов



Снижение теплозащитных свойств

Разрушение ограждающих конструкций и рост износа зданий



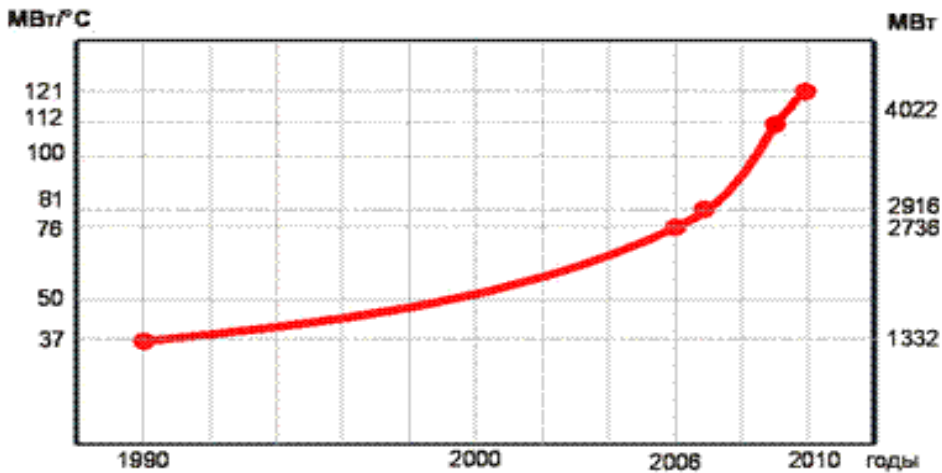
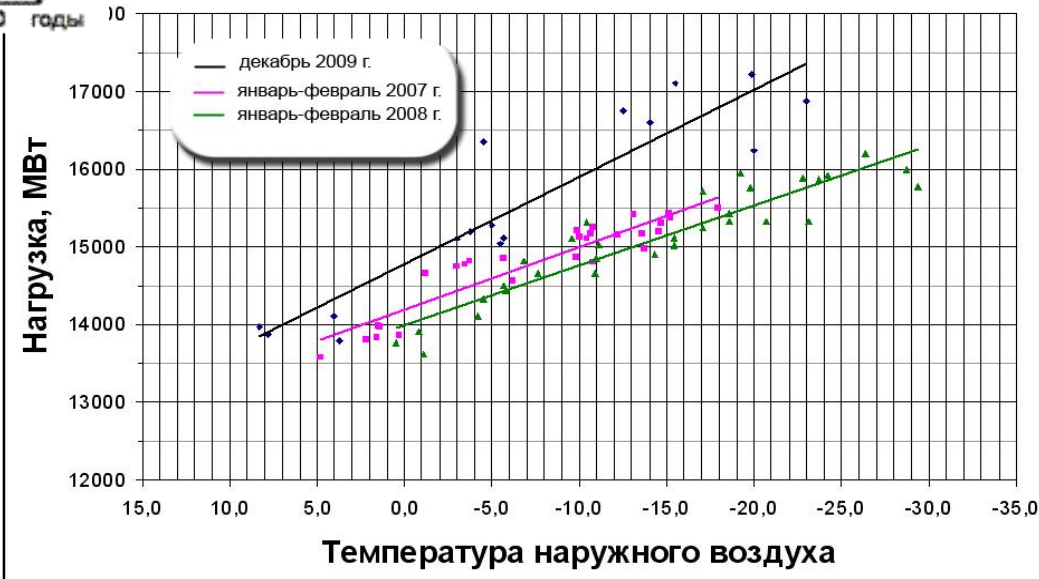


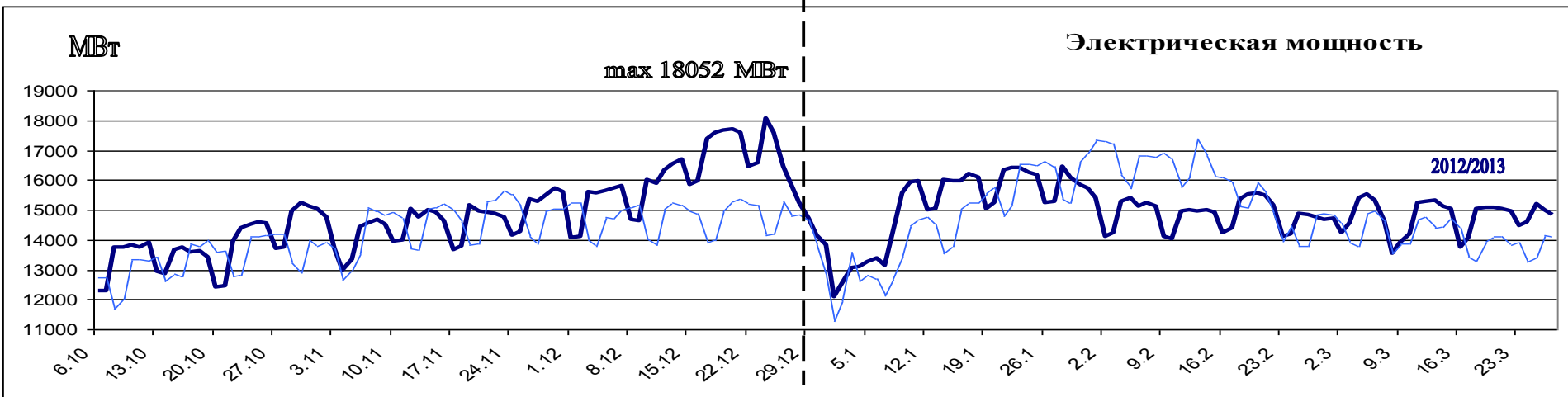
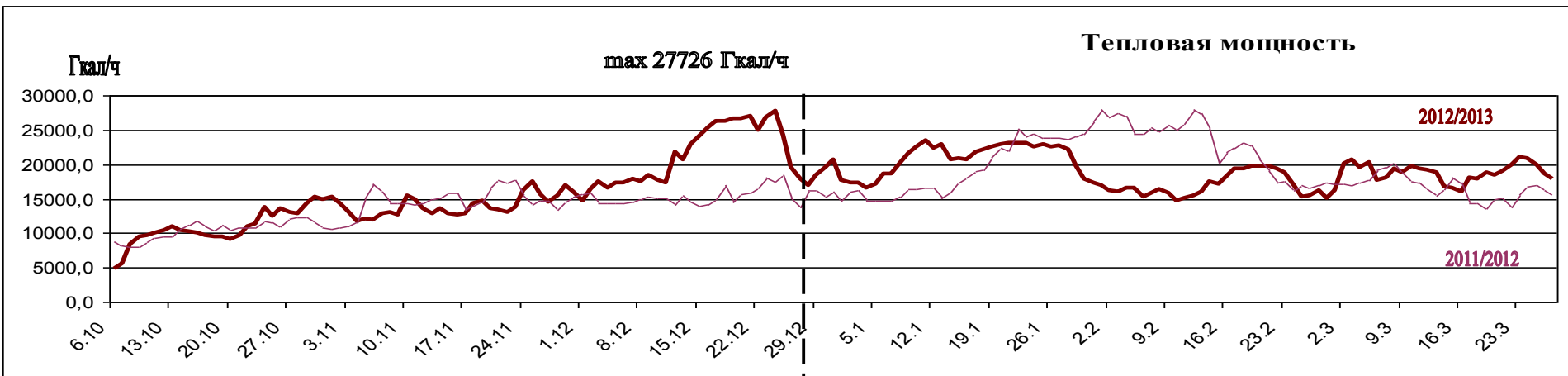
Рис. 2. Потребление мощности в Московском регионе на электроотопление при расчетной температуре

**Рост пиковой мощности
Москвы на отопление при
низких температурах
наружного воздуха**

График зависимости потребления электрической мощности от температуры наружного воздуха



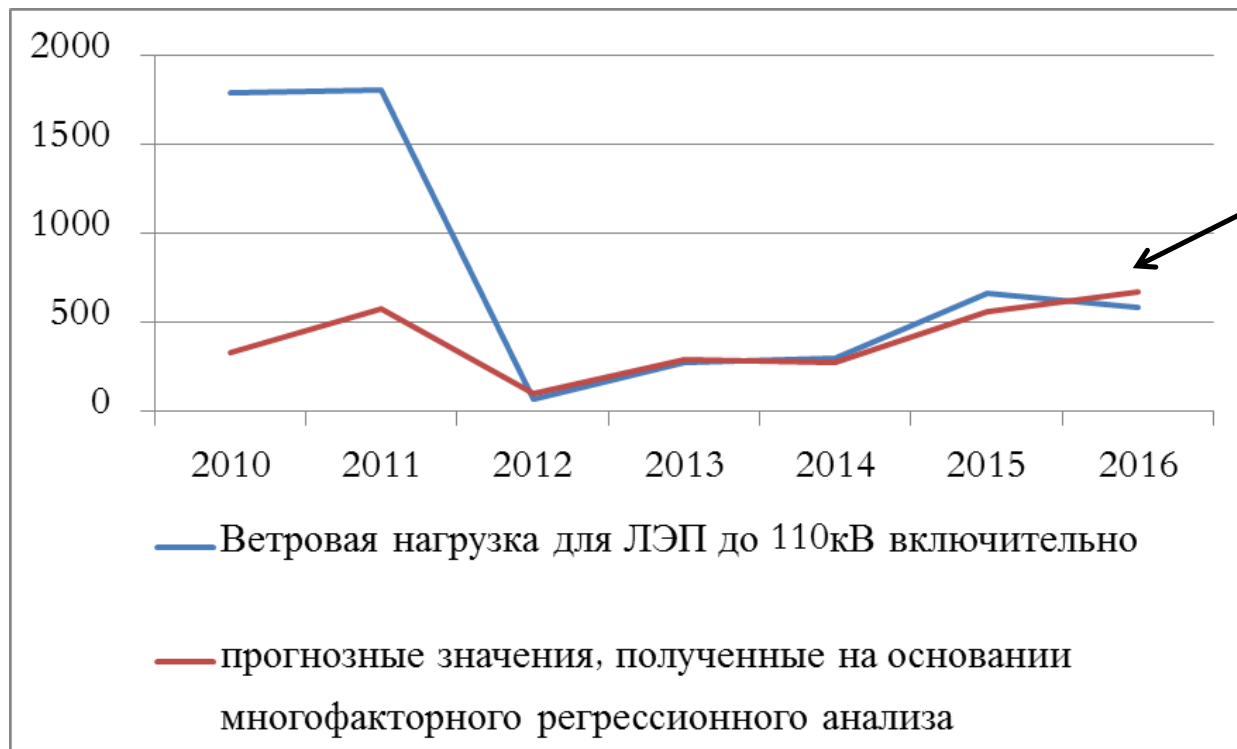
Увязка тепловых и электрических нагрузок Москвы



Угрозы устойчивости системы энергоснабжения Москвы, связанные с последствиями климатических изменений

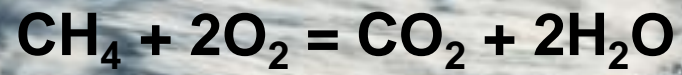
Функциональная уязвимость	Экономическая уязвимость
Угроза перерывов в энергоснабжении и снижение его надежности вследствие аварийных ситуаций при производстве и транспортировке	Повышение потерь энергии при транспортировке и распределении свыше нормативного уровня
Угроза снижения энергетической безопасности ТЭК города при глубоком ограничении подачи газа потребителям в условиях аномально низких температур наружного воздуха -20 -30 °С; угроза полного прекращения подачи газа	Снижение энергетической эффективности производителей энергии, в том числе за счет нерасчетных режимов работы
Рост потерь и аварийных ситуаций с ростом электрических (тепловых) нагрузок	Убыточность производства энергии вследствие повышения себестоимости
Угроза неспособности поставить энергоресурсы в необходимом потребителю объеме, в соответствии с его графиком потребления	Угроза снижения выручки из-за оплаты отклонений от торгового графика на оптовом рынке электроэнергии

Прогнозные и фактические значения ущербов от обрывов проводов высоковольтной распределительной сети до 110 кВ включительно



Десятки ледяных дождей 2016-2017 прошли практически бесследно для энергосистемы и экономики г.Москвы

Оценка фактического влияние на город парниковых газов



Совокупные потоки эмиссии парниковых газов в атмосферу Москвы

Источники	CO ₂ , млрд м ³ (млн.тонн)	H ₂ O, млрд м ³ (млн.тонн)
Дымовые трубы ТЭЦ	21 (24,2)	42,2 (27,43)
Дымовые трубы РТС	2,1 (2,41)	4,4 (2,86)
Промышленные котельные и выбросы	2,8 (3,22)	5,7 (3,7)
Градирни ТЭЦ	-	~ 24,6 (~16)
Автотранспорт	~ 16,5 (18,97)	~ 24,2 (15,7)
Прочие	-	-
Итого	~ 42,4 (48,8)	~ 101 (65,3)

21,2 млрд. м³ CH₄ + 45 млрд. м³ O₂ = 24 млрд. м³ CO₂ + 43 млрд. м³ H₂O

Что хуже: прозрачный CO₂ или водяной пар?

Источники низкопотенциального теплового загрязнения города (млн. Гкал)

**Итого – около 125 - 130
млн Гкал/год**

**Стационарные
источники**

**Автотранспорт – 16-18
(мобильные источники)**

Прочее - 2,5

Промышленные стоки - 4

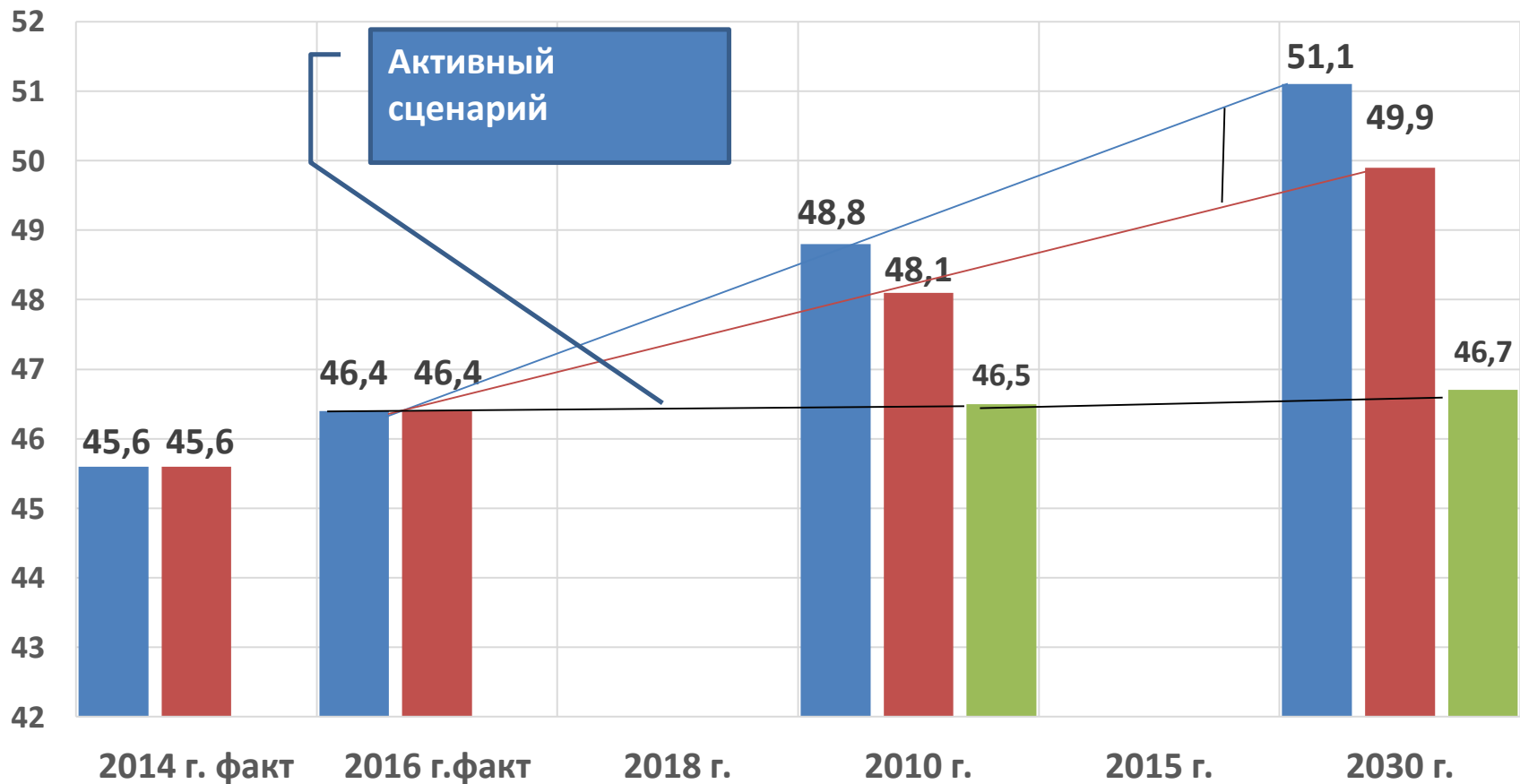
Дымовые газы - 17

Канализационные стоки - 24

Стоки ТЭЦ (градирни) - 35

Вентвыбросы зданий - 41

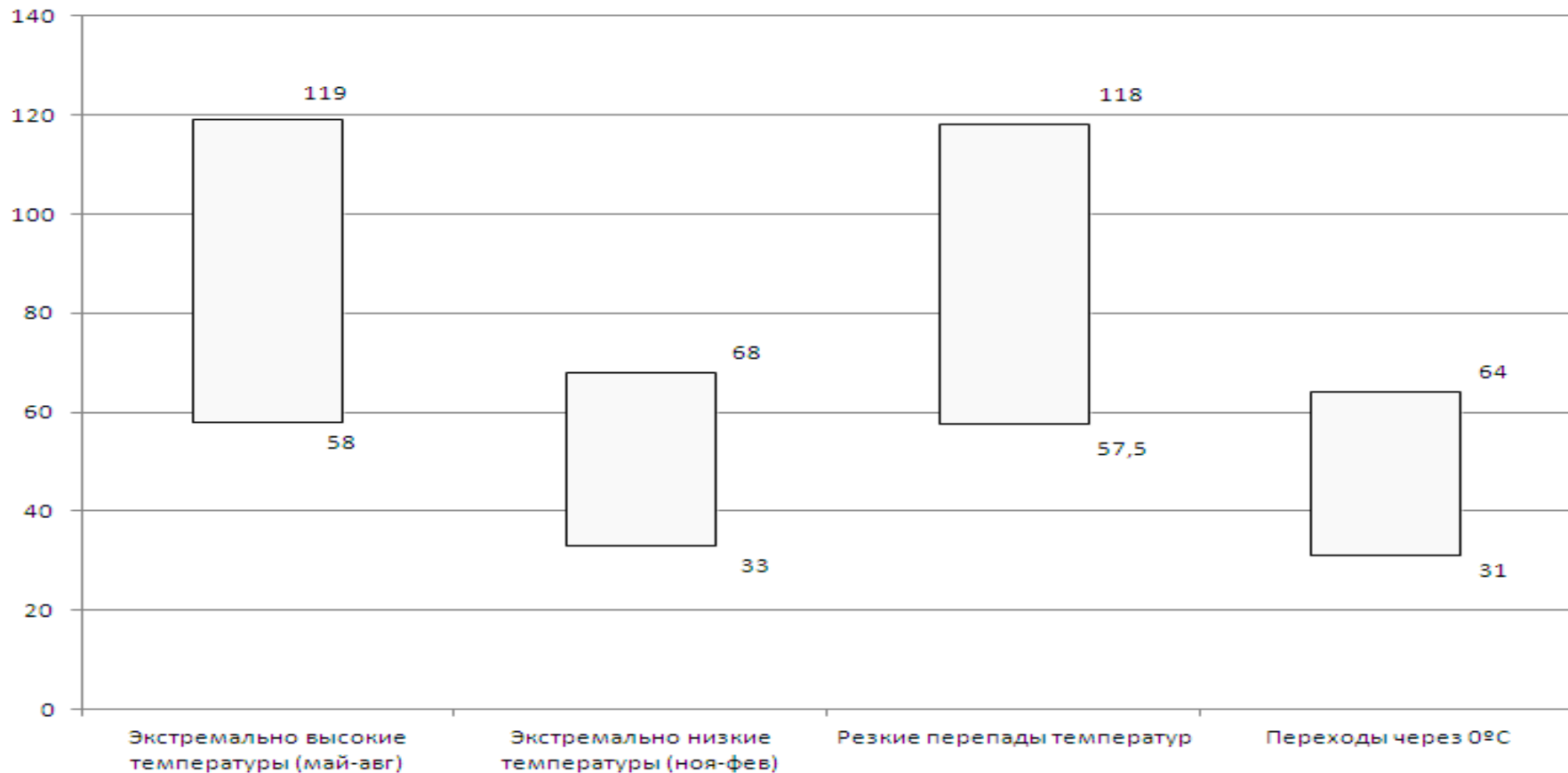
Резервы сокращения выбросов парниковых газов ТЭК г. Москвы



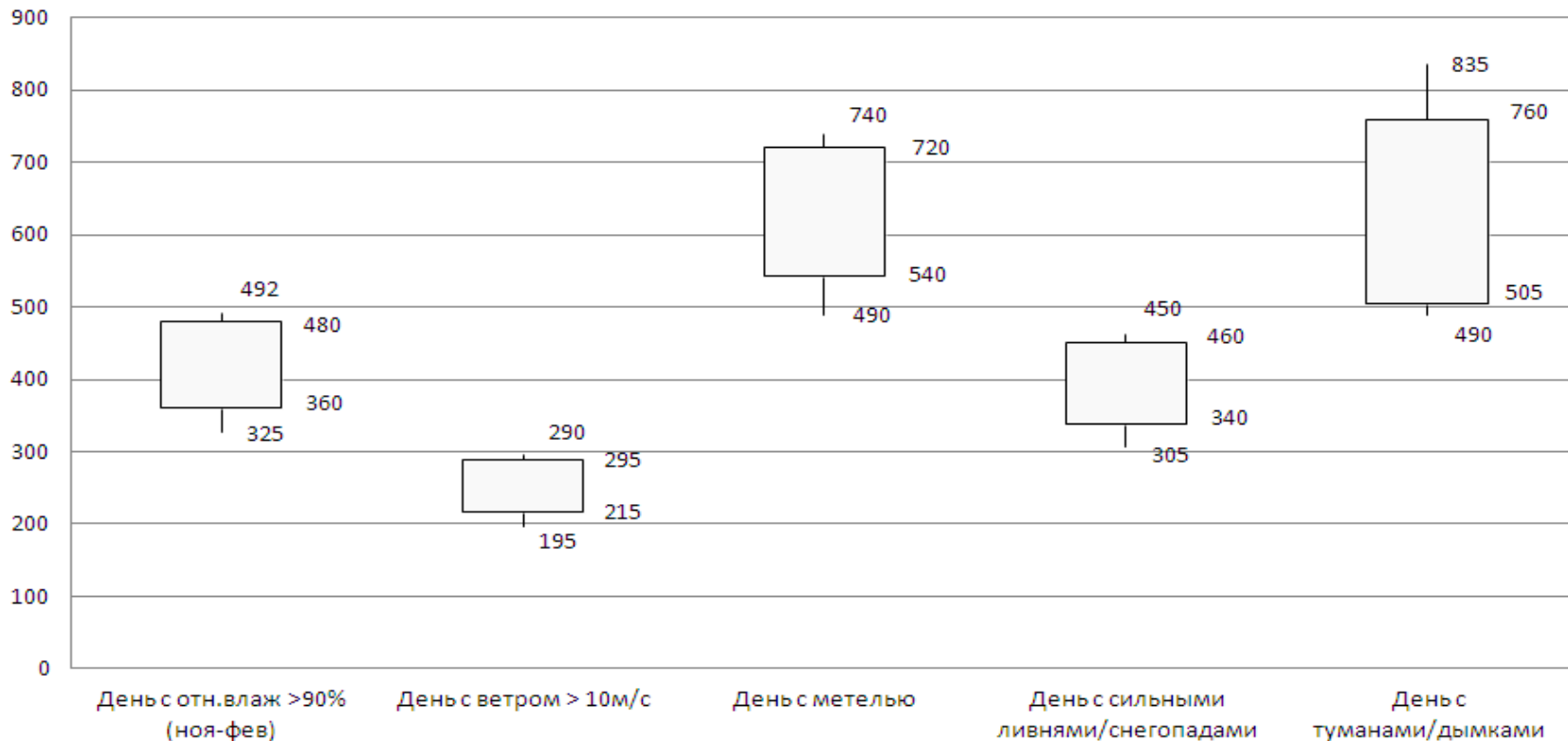
5 не самых лучших друзей Оушена экологии и климата г.Москвы

Загрязнители	Последствия для города
Водяной пар разной температуры	Рост облачности, высокая влажность, повышение среднегодовой температуры
Низкопотенциальное тепло от разных источников	«Тепловой остров» в холодное время года, усиление эффектов парообразования
Пылевое загрязнение	Строительная пыль, дорожная пыль (частицы асфальта, резины), продукты сгорания жидкого и твердого топлива
Шумовое загрязнение	Автотранспорт, строительство промышленные источники, развлекательные мероприятия
Автомобильный транспорт	Загрязнение атмосферы, почв, водных источников, территориальная экспансия, шум

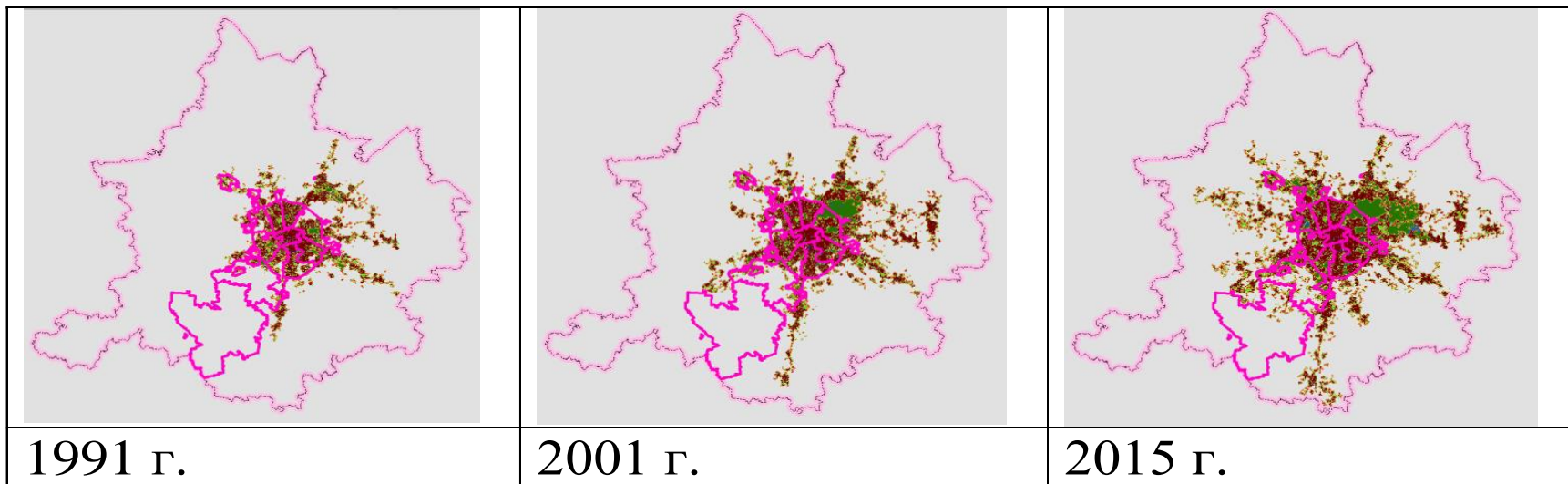
Оценки ущерба для дорожно-транспортной инфраструктуры на 1 случай возникновения климатических факторов, млн. руб.



Оценки ущерба для градостроительной отрасли на 1 случай возникновения климатических факторов, млн. руб.

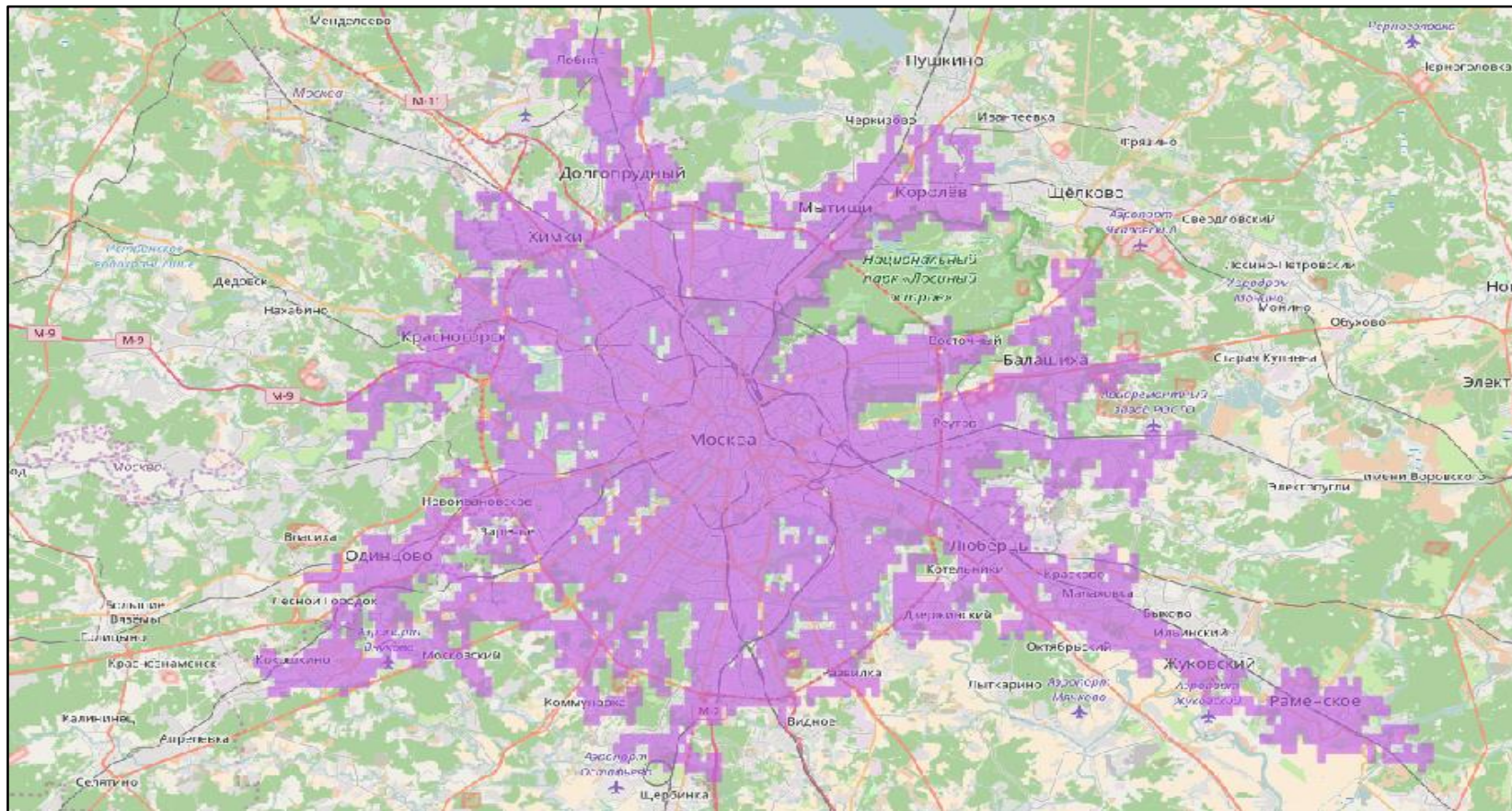


Процессы трансформации зеленой инфраструктуры Москвы в 1990-2015 гг.



- В период 2001-2015 гг. в наибольшей степени трансформированными оказались зеленые территории на юг, восток и северо-восток от столицы.
- Наиболее сильно трансформированными оказались «открытые» - незастроенные – территории; 8% территории города охватили процессы уплотнения уже существующей или появление новой застройки на них.
- Включение Новой Москвы не сказалось существенно на характере урбанизации.
- С позиций адаптации к глобальным климатическим изменениям неблагоприятным трендом следует считать трансформацию сельской и пригородной застройки в плотную городскую застройку (1,69% от площади города).

Фактическая граница Москвы (по связности территории)



Факторы уязвимости зеленых насаждений города в условиях потенциальных климатических изменений

Увеличение темпов роста городской застройки, в т.ч. и в пределах «открытой» сельской местности «Новой Москвы» - урбанизация;

Неравномерная обеспеченность зелеными насаждениями и особо охраняемыми природными территориями районов города и пригородной зоны – разорванность связей;

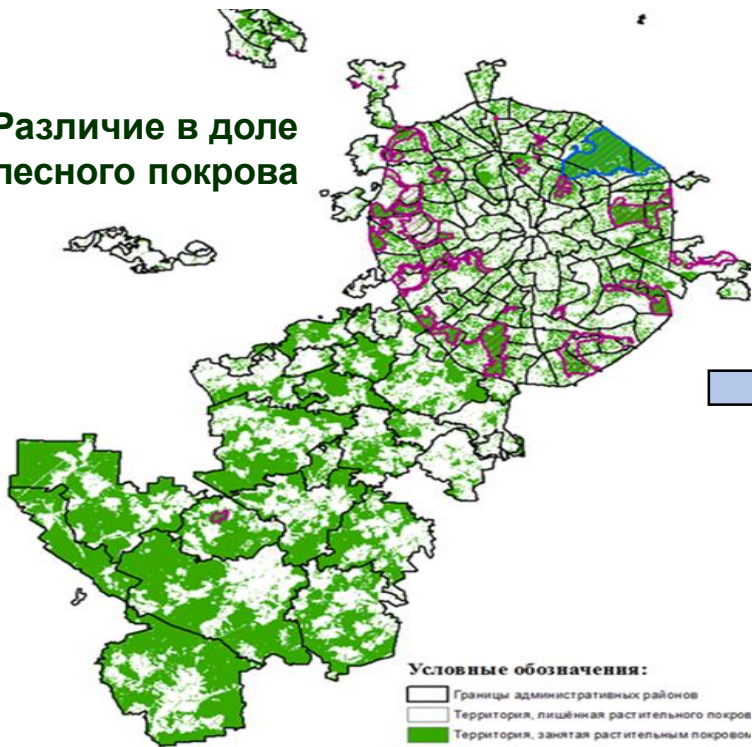
Сочетание в составе зеленой инфраструктуры лесных массивов, луговых экосистем, водно-болотных угодий, исторических культурных ландшафтов и искусственных зеленых насаждений – опасность унификации подходов по адаптации;

Ослабленное состояние многих зеленых насаждений, в т.ч. вследствие активной реализации работ по городскому благоустройству и строительству – отсутствие адресного плана действий

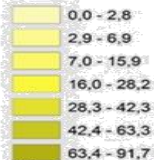
**Зеленые насаждения под двойным прессом –
изменений климата и агрессивной городской экспансии**

Лесной покров города Москвы – важнейший фактор климатической адаптации для города

Различие в доле лесного покрова



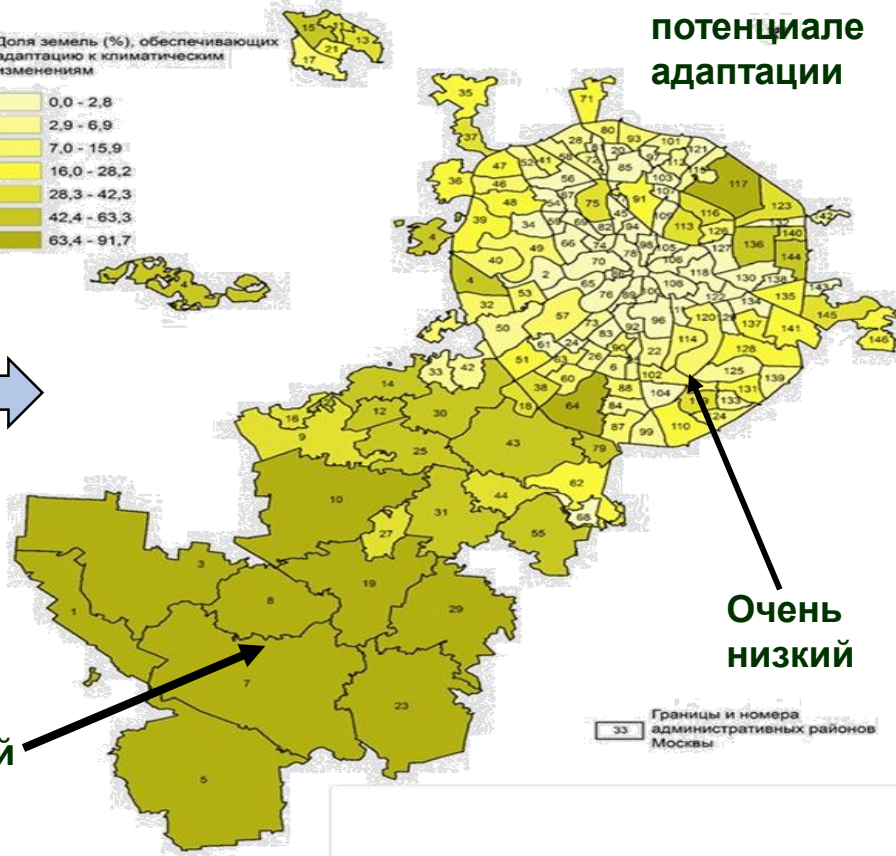
Доля земель (%), обеспечивающих адаптацию к климатическим изменениям



Различие в потенциале адаптации

Высокий

Очень низкий



Оценка значимости влияния климатических факторов на здоровье населения

Климатические факторы	Количественное значение весового коэффициента, б/р				
	Болезни органов дыхания	Болезни сердечно-сосудистой системы	Инфекционные и паразитарные болезни	Болезни пищеварительная система	Смертность
Экстремальные температуры	0,325	0,184	0,346	0,338	0,47
Резкие перепады температур	0,182	0,212	0,216	0,236	0,18
Увеличение среднегодовой температуры	-	-	-	-	0,03
ИЗА*	0,373	0,160	0,327	0,294	0,1
ОиНМЯ**	-	-	-	-	0,22
Переходы через 0°С	0,120	0,444	0,111	0,132	-

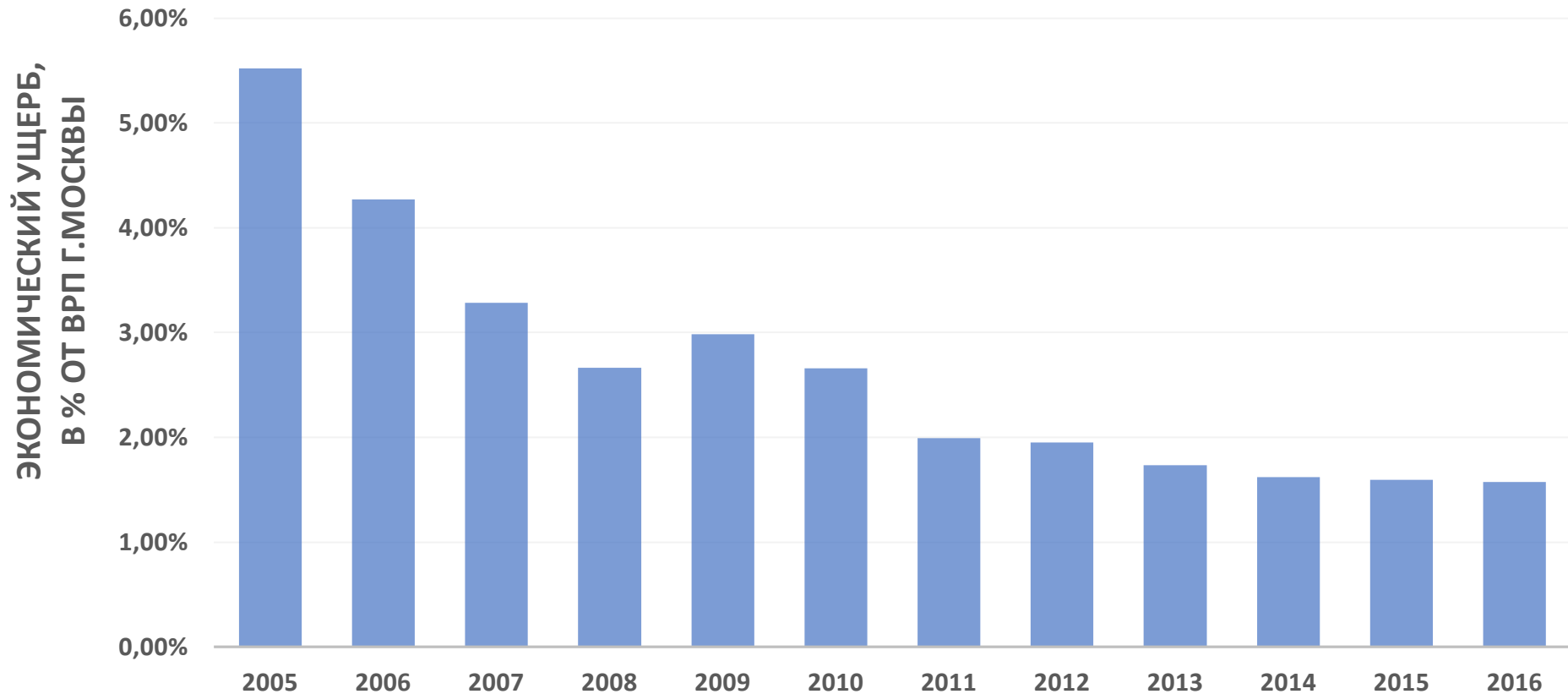
* ИЗА – повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха

** ОиНМЯ – количество опасных и неблагоприятных метеорологических явлений

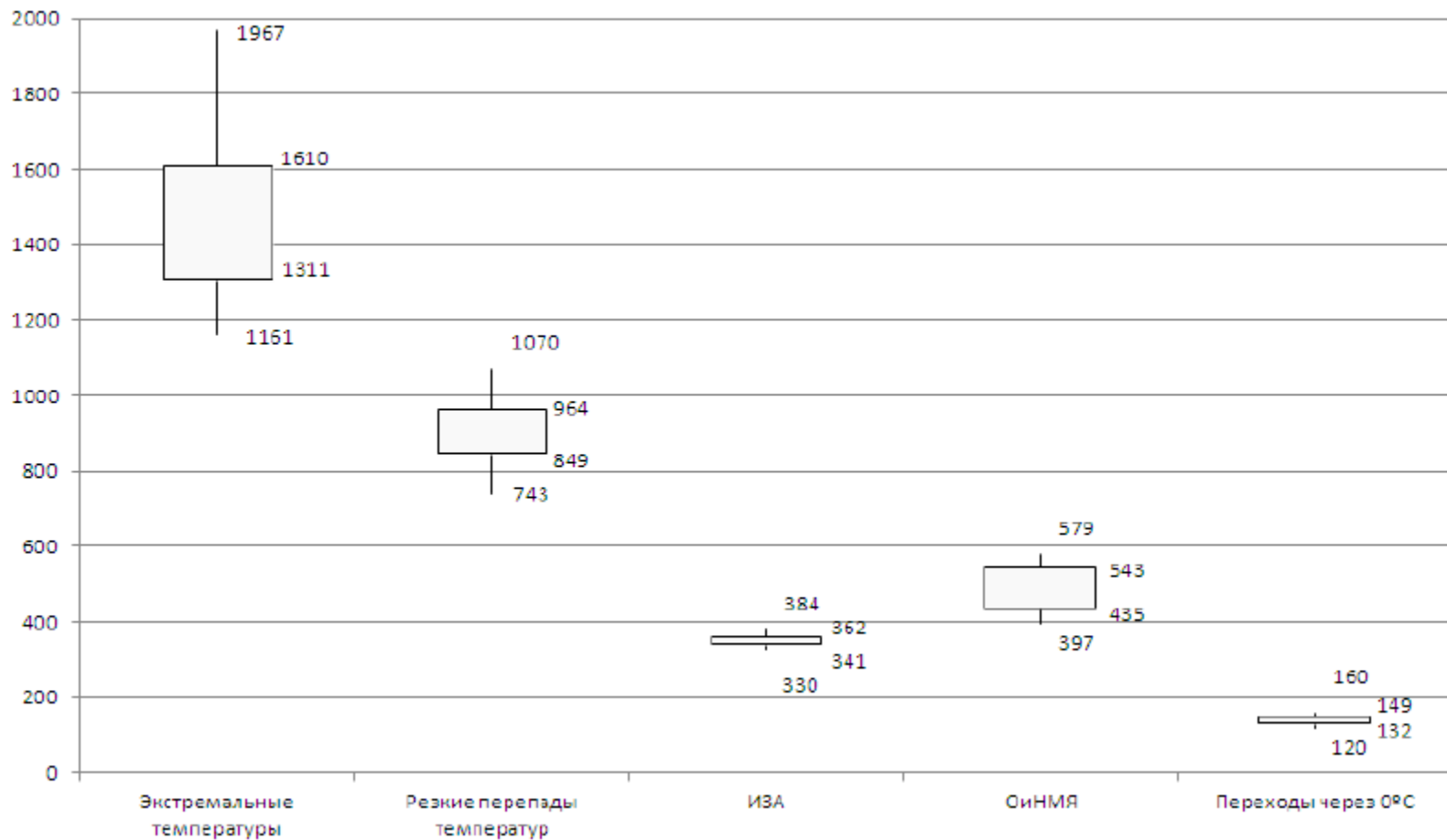
«Красная» группа (значение весового коэффициента $\geq 0,25$).

«Желтая» группа (значение весового коэффициента $< 0,25$).

Динамика изменения экономического ущерба от преждевременной смерти, (в процентном соотношении от ВРП)



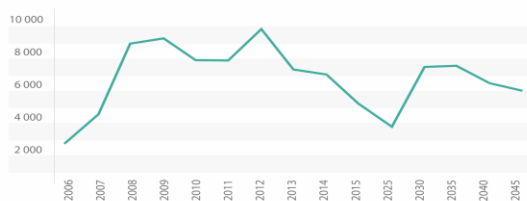
Оценки ущерба от смертности жителей г. Москвы на 1 случай НМЯ



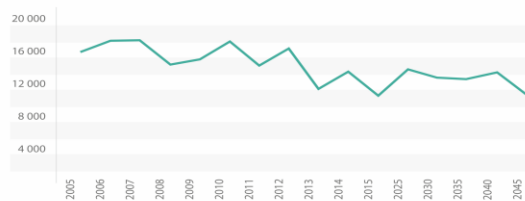
Оценка ущерба от климатических факторов

Дополнительные расходы на устранение последствий воздействия климатических факторов, млн. руб. в год

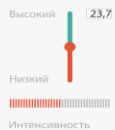
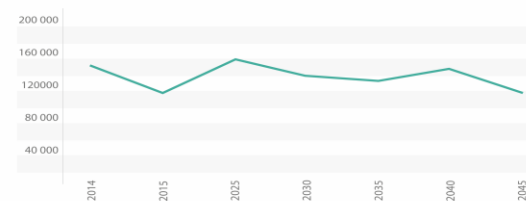
Транспортная система



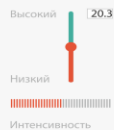
Заболееваемость населения



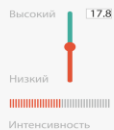
Смертность населения



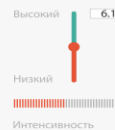
Аномально жаркая погода



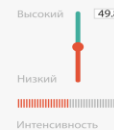
Аномально холодная погода



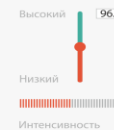
Резкие перепады температур



Повышенный уровень загрязнения воздуха

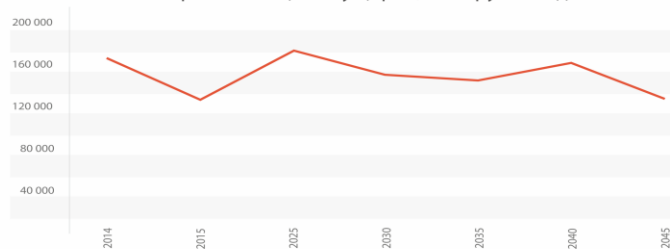


Количество переходов температуры через 0°C



Количество дней со стихийными аномалиями

Интегральная оценка ущерба, млн. руб. в год



Увязки схемных решений как ключевые меры адаптации

Связать разные части отраслевого управления – интеграция схем тепло-, водо-, электро-, газоснабжения, ГИСы и т.д.

- Формирование основ правового регулирования г. Москвы по климатической адаптации
- Разработка подзаконных актов во исполнение изменений, внесенных в законы города Москвы в целях сокращения выбросов парниковых газов и повышения адаптации экономики города к климатическим изменениям

Механизмы реализации резервов
повышения энергетической и
экологической эффективности



- Разработка подзаконных актов, направленных на сбор и систематизацию информации, необходимой для реализации мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов и по повышению адаптации экономики города к климатическим изменениям
- Разработка подзаконных актов по информационному обеспечению мер климатической адаптации и по подготовке кадров, необходимых для реализации мер климатической адаптации
- Разработка актов в области сертификации оборудования и экологического аудита
- Использование программного метода для повышения адаптации экономики города к климатическим изменениям

Стратегия климатической адаптации: от простого к сложному

Осмысление	I				
Угрозы, вызовы	Вызовы и климатический анализ	II			
Оценка уязвимости	Комплексные программы энерго- и ресурсосбережения	Индикаторы и приоритеты	III		
Количественный анализ	Отраслевые оценки ущербов	Мониторинг и ИТ-системы	Общие адаптационные меры	IV	
Адаптация широким фронтом	Индустрия адаптации	Комплексные системы реагирования	Меры для населения	Меры для флоры и фауны	V

Что произошло в Москве за 2008 – 2017 гг.?

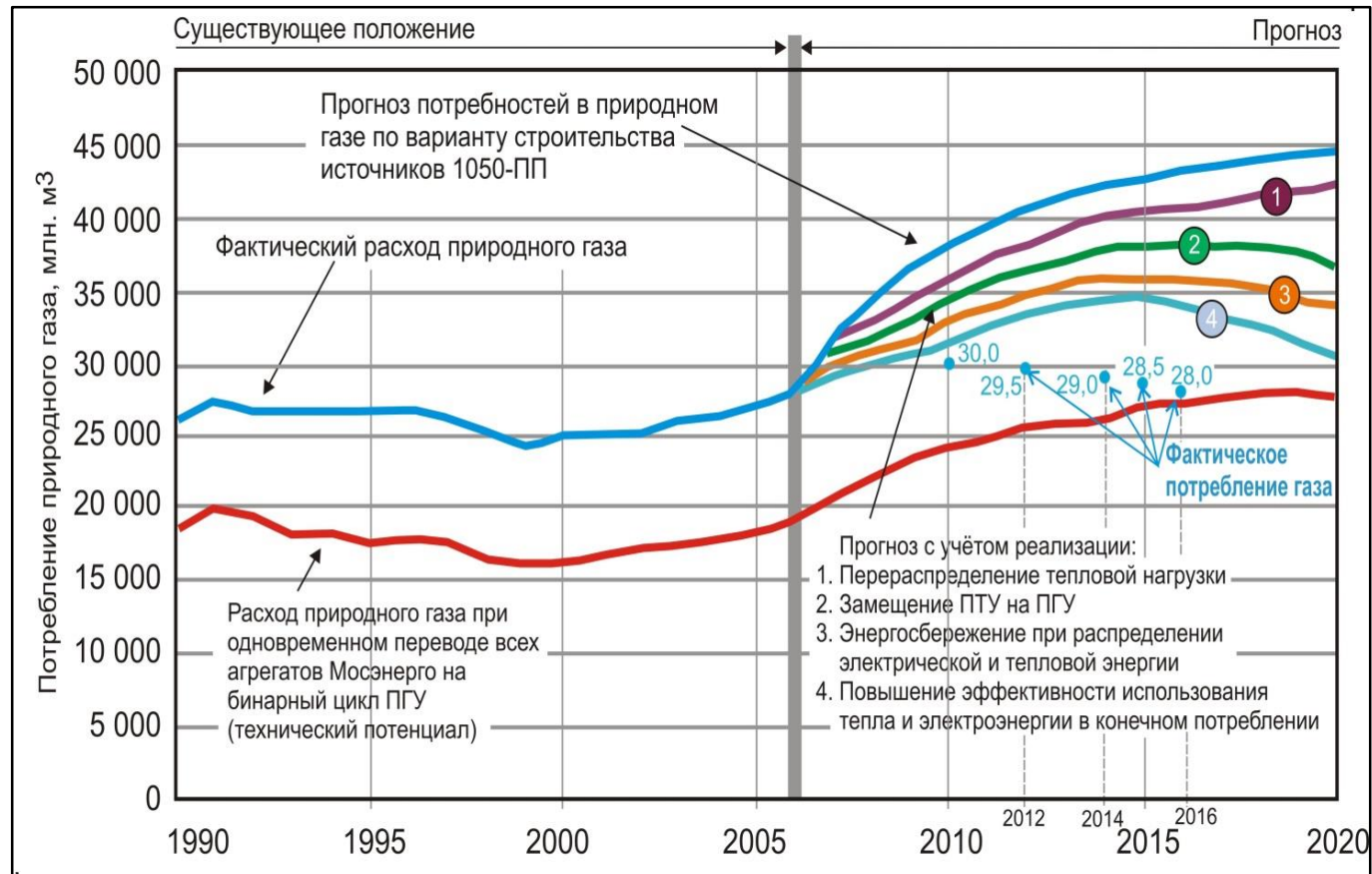
На источниках введены блоки ПГУ суммарной мощностью 2861 МВт (эл), несколько ГТУ.

Модернизированы тепловые и электрические сети, активно проводится переключение тепловой нагрузки.

Идет капитальный ремонт и модернизация жилого фонда и бюджетной сферы.

Планируемый во всех прогнозах рост потребления газа на рубеже 2012-2013 годов сменился на спад, и по отношению к 2008 сокращение составляет около **12-12,5%**.

55 млн м2 недвижимости подключены к сетям без роста теплотребления



Развитие нового сектора городской экономики – отрасли адаптации

Возможные товары / услуги

Товары «защитного» характера

Одежда и обувь (и материалы для них) с характеристиками всесезонности, для резких перепадах температур, смене влажности, сохраняющие эстетическую привлекательность для повседневной жизни - в офисе, в особых случаях и проч.

Средства защиты от погодных явлений (зонты от дождя и от солнца, защитные тенты, стекла с покрытием, жалюзи, воздушные пушки и т.д.) - как индивидуальные, так и для квартир и общественных пространств

Средства предсказания погоды и ее изменений (барометры, метеостанции и проч.) - удобные, компактные и недорогие

Товары диагностического характера

Товары диагностического спектра - термометры, аппараты измерения давления, глюкометры, портативная индивидуальная экспресс-диагностика деятельности сердца

Датчики и сенсоры качества и характеристик воздуха, воды для общественных пространств (в рамках развития технологий умного города)

Товары и услуги экстренной помощи

Системы экстренного вызова помощи и сигнализации об опасности ("тревожная кнопка")

Системы реагирования на сигналы опасности и вызовов помощи

Товары оказания первой помощи

Материалы и технологии управления микроклиматом

Более совершенные теплоизолирующие материалы и любые технологии, обеспечивающие лучшую управляемость климатом в помещениях

Товары и технологии климат-контроля для помещений различного типа и назначения, для транспорта, в т.ч. индивидуального, городских общественных пространств

ISO 37101:2016

Охрана биоразнообразия и развитие экосистемных услуг
Обеспечение мобильности
Развитие городской инфраструктуры
Обеспечение благоприятной окружающей и рабочей среды
Обеспечение безопасности населения
Развитие экономики, устойчивого производства и потребления
Поддержка взаимодействия различных культур
Поддержка культуры и формирование социальной сплочённости
Развитие здравоохранения и социального обеспечения
Поддержка инноваций в интересах развития города
Развитие образования и просвещения горожан
Структура руководства городом

- Развитие

- экономики
- здравоохранения и социального обеспечения
- образования и просвещения

- Обеспечение

- благоприятной окружающей и рабочей среды
- безопасности – экологической и климатической, в том числе

- Формирование

- социальной сплочённости
- устойчивого потребления

Охрана биоразнообразия и развитие экосистемных услуг



Приоритеты климатической адаптации Москвы и их увязка



Спасибо за внимание!

Евгений Геннадьевич ГАШО

Председатель Комиссии по экологии, энергетике и устойчивому развитию
Общественной Палаты Москвы

Зав. лабораторией методологии энергосбережения НИУ МЭИ

+7 495 362-3889

www.mpei.ru

gashoyg@mpei.ru

