



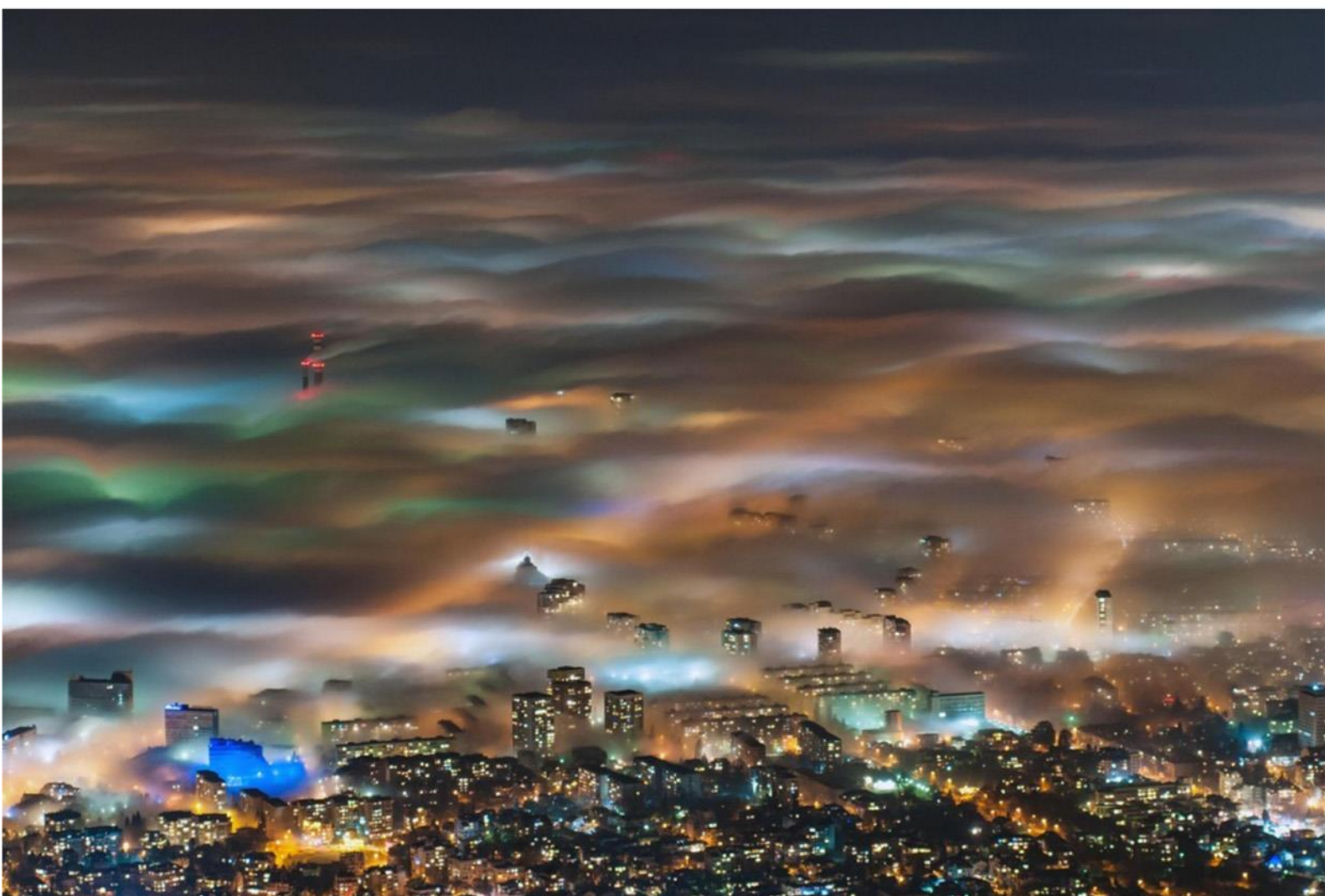
ПРАВИТЕЛЬСТВО  
МОСКВЫ



III КЛИМАТИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ ГОРОДОВ  
МОСКВА 2019

# **ПРИОРИТЕТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ МЕГАПОЛИСА: ЛЮДИ, ПРИРОДА, ТЕХНИКА**

**Алгоритм, стратегия и план действий**



УДК 574.

**Приоритеты климатической адаптации мегаполиса: люди, природа, техника. Алгоритм, стратегия и план действий. Научно-методическое издание. Под ред. Е. Гашо. – Москва, 2019 г.**

Издание представляет собой практическое пособие разработки комплексных стратегий и программ климатической адаптации мегаполисов на примере Москвы. Брошюра включает в себя результаты работ по климатической адаптации мегаполисов, выполненные в последнее время специалистами РАН, НИУ МЭИ, МГУ, МГСУ по заказу Департамента Природопользования и охраны окружающей среды Правительства Москвы. В брошюру включены материалы докладов I-II Климатических Форумов городов России, проведенных в Москве в 2017-2018 гг., материалы экологических конференций, Гражданского Форума Москвы 2019 г.

В брошюре на примере Москвы рассмотрены ключевые предпосылки и особенности климатической адаптации крупных городов, показана ведущая роль мер по адаптации населения, а затем уже объектов техносферы к изменениям климата. В работе обращается внимание на увязку мер по адаптации объектов инженерной инфраструктуры города, внедрению наилучших доступных технологий, восстановлению и развитию зеленых насаждений всех типов. Приведен алгоритм поэтапного подбора ключевых мер и формированию комплексных планов и программ климатической адаптации.

В работе использованы материалы С.С. Белобородова, Р.М. Вильфанда, Е.Г. Гашо, С.В. Гузова, Т.В. Гусевой, А.С. Гинзбурга, П.В. Захаровой, Э.В. Ибрагимова, И.В. Ирбитской, В.В. Кашубы, О.А. Климановой, Е.Ю. Колбовского, О.Е. Кондратьевой, А.А. Кролина, О.А. Локтионова, С.В. Макрушина, Р.Н. Разоренова, М.П. Роганкова, Е.Г. Семутниковой, Д.О. Скобелева, М.В. Степановой, Ю.А. Табунщикова, Б.Г. Шерстюкова, И.А. Ширяевой.

Издание может быть полезно для специалистов администраций регионов, муниципальных образований, научных работников, студентов профильных вузов.

ISBN 978-5-9909230-4-1



© Коллектив авторов, 2019

© ННФ «РиОС», 2019



### **Уважаемые коллеги и друзья!**

От имени Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы и от себя лично рад приветствовать участников и гостей III Климатического форума городов.

Адаптация городов к изменению климата является одной из важнейших задач, решение которой необходимо для реализации модели устойчивого развития и снижения экологических угроз для населения. Городские агломерации вносят ключевой вклад в выбросы парниковых газов – основную причину глобального потепления, но, несмотря на это,

поиск путей решения проблемы минимизации негативных последствий климатических изменений чаще всего проводится на федеральном и международном уровнях. Именно поэтому в настоящее время особую актуальность имеет необходимость выработки общей позиции городов по адаптации к климатическим изменениям.

Правительство Москвы проводит научно обоснованную климатическую политику. Для каждого сектора городского хозяйства определены свои цели и задачи, величина потенциального ущерба от климатических изменений и стоимость мер по адаптации к ним. Особое внимание в настоящее время уделяется здоровью населения и охране зеленых и природных территорий.

Москва – единственный российский город, который более 10 лет активно участвует в С40 – Партнерстве крупных городов по борьбе с изменением климата, и в настоящее время начал реализацию стратегии климатической адаптации, основанную как на результатах исследований ведущих российских ученых, так и на опыте таких крупных мегаполисов, как Лондон, Париж, Нью-Йорк и др.

Мы надеемся, что результаты научных исследований и передовой опыт, изложенный в данной брошюре, будет полезен коллегам, принимающим участие в разработке стратегий адаптации различных городов к климатическим изменениям.

**Руководитель Департамента  
природопользования  
и охраны окружающей среды**

**Антон КУЛЬБАЧЕВСКИЙ**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИОРИТЕТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ .....	5
НАСЕЛЕНИЕ – СУБЪЕКТ И ОБЪЕКТ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ .....	10
ПРИРОДНЫЕ СРЕДЫ МЕГАПОЛИСА. ЗЕЛЕНый КАРКАС ГОРОДА .....	15
ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРОДА МОСКВЫ .....	20
ДИНАМИКА И РЕЗЕРВЫ СОКРАЩЕНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ .....	26
НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЖКХ .....	32
ГОРОДСКАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ: НАИЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ В ЖКХ И УРБАНИСТИКЕ. «ЗЕЛЕНОЕ» СТРОИТЕЛЬСТВО .....	39
СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА .....	44
ЛИТЕРАТУРА .....	51
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	53



## ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИОРИТЕТЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

Мир становится все более изменчивым, растет скорость изменений во многих сферах человеческой жизни, и даже в тех сферах, которые традиционно считались консервативными – городское строительство, образ жизни, климат. Как свидетельствуют исторические документы, многие города создавались в первую очередь для защиты людей от внешних врагов или суровой природы. Где-то было больше врагов (например, в Европе), где-то больше суровой природы (на большей части территории России). Российские города в целом изначально более приспособлены к климатическим изменениям из-за наличия более мощных и разветвленных систем жизнеобеспечения. В силу этого обстоятельства далеко не все зарубежные подходы одинаково применимы для наших мегаполисов.

Город представляет собой сложное сочетание материальных объектов – недвижимости, транспортной и инженерной инфраструктуры и тому подобного. Кроме того, он характеризуется сформированной специфической городской средой в составе зеленых насаждений, малых архитектурных форм, а главное – градостроительных решений, формирующих общественные пространства, соотношения строений и природных объектов, высотности рельефа, этажности зданий, плотности застройки, визуальных эффектов и так далее. Все это в целом определяет возможности для функционирования всего городского хозяйства и безопасность, а также комфортность города для его жителей и экономики, то есть для экономической активности и генерации добавленной стоимости.

Во многих мегаполисах мира влияние климатических изменений на экосистемы и общество становится все более и более ощутимым. Обеспечение устойчивости к таким изменениям становится одной из важнейших задач, поскольку изменение климата негативно сказывается на качестве жизни при наступлении экстремальных погодных явлений. При этом воздействие изменения климата может носить как эпизодический характер, например, проявляться в виде экстремальных погодных явлений, так и долгосрочный или постоянный характер, например, в виде изменения норм осадков или абсолютных значений водного баланса.

Для того, чтобы надлежащим образом учитывать существующую неопределенность в отношении направления, скорости и интенсивности изменения климата, в адаптации мегаполисов следует применять практические подходы, обеспечивающие экологическую чувствительность организационных мероприятий и их соответствие требованиям устойчивого развития в условиях широкого спектра возможных изменений климата в будущем.

В силу того, что влияние изменения климата на жизнь мегаполиса носит сложный характер и может влиять на ситуацию в разных сферах (люди, природа, техника), для того, чтобы меры по адаптации к изменению климата были эффективными, необходимо обеспечить координацию, интеграцию и согласованность соответствующей деятельности, т.е. обеспечить комплексный подход, не ограничивая его существующими политическими, секторальными, экологическими и институциональными рамками (рисунок 1).

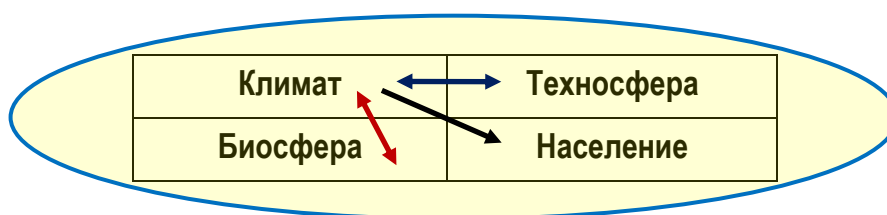


Рисунок 1. Основные связи климатического влияния и взаимовлияния

Так что же такое адаптация? Процесс? Количественная характеристика? Техническая или социотехническая система? Возьмем определение МГЭИК: адаптация – это приспособляемость естественных или антропогенных систем в ответ на реальные или ожидаемые климатические изменения, которая позволяет уменьшить собственную уязвимость и использовать благоприятные условия. Значит, это одновременно процесс, характеристика и система, обеспечивающие гомеостаз мегаполиса в самых разных и неблагоприятных условиях.

Определим цели климатической адаптации – повышение устойчивости экономики, обеспечение природного разнообразия и недопущение снижения здоровья населения городов в результате климатических изменений и флуктуаций.

В свою очередь, совокупность адаптационных механизмов также имеет междисциплинарный характер, влияет на все городские слои и компоненты, несет мультипликативные эффекты, а следовательно, не может рассматриваться исключительно в рамках того или иного компонента городской системы. Все это предполагает обязательную увязку любых предлагаемых механизмов и мероприятий, их верификацию на макроуровне города как системы, а не только в части эффекта в отдельных его компонентах (таблица 1).

Итак, исходя из поставленных целей и задач, система адаптационных мер должна быть в состоянии осуществлять предупреждение, повышать готовность мегаполиса и располагать широким диапазоном средств реагирования на возникающие изменения (таблица 2).

**ТАБЛИЦА 1. Основные задачи климатической адаптации в системной увязке с устойчивым развитием мегаполиса**

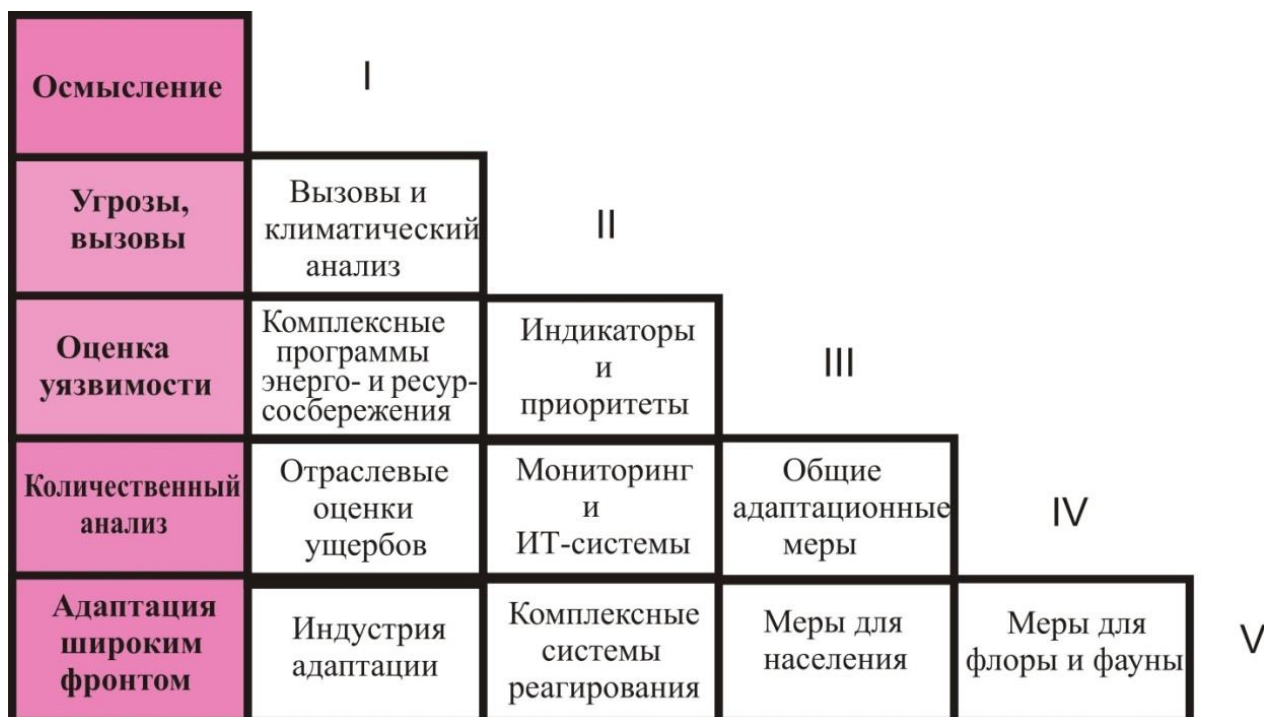
<b>Задачи климатической адаптации</b>	<b>– развитие экономики «высоких технологий»</b>
	<b>– рециклинг и безотходность, использование вторичных ресурсов</b>
	<b>– использование вторичных энергоресурсов (когенерация)</b>
	<b>– активное внедрение наилучших доступных технологий</b>
	<b>– повышение эффективности водопользования (использование дождевых стоков, конденсационные котлы)</b>
	<b>– активное лесовосстановление и развитие экологического каркаса</b>
	<b>– повышение готовности населения и формирование отрасли адаптации</b>

**ТАБЛИЦА. 2. Общий функционал и компоненты системы адаптации мегаполисов к климатическим изменениям**

<b>Общий функционал системы адаптации города</b>	<b>Обеспечивающие компоненты системы</b>
Предупреждение неблагоприятных климатических явлений	Системы мониторинга, выявления и раннего предупреждения неблагоприятных метеоусловий (НМУ)
Обеспечение готовности населения и городских служб к НМУ	Подготовка персонала, планов реагирования на различные НМУ. Профилактические работы
Комплекс мер, технологий и средств реагирования	Техника выявления, нейтрализации и устранения последствий аварийных ситуаций

Увязка технологических, организационных, социальных и психологических мер и действий наглядно доказывает, что систему адаптации нельзя просто так «приобрести» и установить, ее можно только поэтапно развивать, «вырастить» для конкретного мегаполиса и территории (рисунок 2).

Города и регионы поэтапно движутся от простого осмысления угроз климатических изменений к оценке уязвимости и развитию мер реагирования. В таблице 3 приведен алгоритм формирования планов и программ климатической адаптации на основе поэтапного анализа соответствующих угроз и вызовов, разработки комплекса мер реагирования.



**Рисунок 2. Этапы развития планов и программ климатической адаптации**

**ТАБЛИЦА 3. Алгоритм комплексного подхода к формированию планов климатической адаптации**

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Показатели разделов
1.	Оценка существующего положения	Анализ существующего положения с уязвимостью мегаполиса (оценки ущербов от климатических изменений). Оценка вероятности наступления неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) для аддитивности воздействий	Показатели уязвимости секторов экономики, природных сред, населения, с учетом территориальной привязки
2.	Выбор приоритетов	Выбор мер снижения уязвимости, повышения адаптационного потенциала (по срочности (важности), территориальной привязке). Оценка возможности аддитивности мер по воздействию / территории города	Выбор критериев приоритизации (важность, срочность, воздействие, территории, эффективность)
3.	Оценка затрат и их эффективности	Оценка предлагаемых затрат на реализацию предлагаемых мер: расчет удельных затрат на снижение уязвимости и экономических ущербов. Оценка реализуемости дополнительных / мультипликативных эффектов	Удельные затраты на программы адаптации. Оценка масштабируемости, долгосрочных эффектов. Структура затрат
4.	Рост городских «зеленых зон»	Формирование и расширение «зеленых зон» и пространств для поглощения и нейтрализации климатических изменений в городе. Оценка приоритетности объемных и точечных высадок зеленых насаждений	Сбалансированность и удельное количество зеленых насаждений на 1 жителя, 1 Га территории, ВРП
5.	Формирование системы мониторинга	Разработка архитектуры и общих параметров системы мониторинга. Выбор ключевых точек/зон осуществления экологического контроля и мониторинга, увязка с системами социального, медицинского, биологического мониторинга	Измеримость ключевых показателей климатических изменений. Дополнительные индикаторы снижения уязвимости и ущербов

Ключевые особенности московского мегаполиса с точки зрения климатической адаптации – высокие тепловые и электрические нагрузки и их высокая вариативность. Изначально городская энергосистема была создана для обеспечения колоссальных тепловых (до 35-40 ГВт) и электрических (до 13-15 ГВт) нагрузок. В разрезе года Москва потребляет соответственно около 50 млн МВт·ч электрической и свыше 105 млн МВт·ч тепловой энергии. Электрические нагрузки меняются в течение года в 2-2,5 раза, тепловые – в 7-8. Этим Москва принципиально отличается от большинства мегаполисов планеты, и это же обстоятельство предопределяет наличие резервов для обеспечения тепловых нагрузок при колебаниях температуры наружного воздуха.



**ТАБЛИЦА 4. Особенности Москвы как мегаполиса и последствия для развития города**

<b>Ключевые особенности</b>	<b>Последствия для города</b>
Значительная численность и плотность населения в городе на маловодной реке	Необходимость эффективной очистки и расходования воды
Высокая доля зеленых насаждений разного типа (охраняемых лесных территорий, парковых зон, лужаек и др.)	Высокая поглощающая способность зеленых насаждений. Необходимость ухода и реновации зеленых территорий
Наличие маятниковой миграции населения Подмоскovie на работу (~ 1 млн.чел) и летней миграции населения Москвы в область (до 2,5-3 млн чел.)	Увязка энергетических нагрузок Москвы и прилегающего кольца городов ближнего Подмоскovie (до 1,5 млн чел.). Согласование режимов энергокольца Москвы
Наличие мощных энергоисточников тепловой и электрической энергии (ТЭЦ, котельных) внутри города – 15 ГВт эл. и до 60 ГВт тепл.	Насыщенность городской территории сетями газо-, водо-, тепло- и электроснабжения. Выбросы парниковых газов (CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O и др.) на территории города
Значительная вариативность тепловых (7-8 раз) и электрических (2-2,5 раза) нагрузок мегаполиса	Необходимость пиково-аккумулирующих источников (Загорская ГАЭС), резервов тепловой мощности (~45%)
Увязка тепловых и электрических нагрузок города. Снижение тепловых и рост электрических нагрузок.	Рост маневренных характеристик (ГТУ) энергоисточников. Изменение соотношения Q/N на источниках (ПГУ-блоки)

Разговор про климат и адаптацию городов – это не обсуждение погоды, а анализ системной устойчивости крупных городов в новых экономических, экологических и климатических условиях.

Это ответы на вопросы – как повысить ресурсную и энергетическую эффективность городского хозяйства, обеспечить активное внедрение наилучших доступных технологий? Какие транспортные системы и с какой скоростью оптимизировать?

Сколько и где высадить новых деревьев, какие скверы и парки можно сохранить и развить?

Как повысить готовность города и людей к изменениям климата?

Москва активно движется по пути энергосбережения, развития новых транспортных инфраструктур, повышения надежности и устойчивости городского хозяйства.

Удельное потребление ресурсов в городском хозяйстве (воды, электроэнергии, тепла) в основном снижается разными темпами, сокращаются потери в тепловых и электрических сетях. Растет структурная и режимно-параметрическая сбалансированность энергетического комплекса Москвы, надежность энергообеспечения в целом. Уязвимость энергосистемы от неблагоприятных климатических явлений (в частности ледяного дождя) сократилась за прошедшие 8-9 лет практически на порядок.

В дальнейших разделах брошюры представлен более подробный анализ ситуации (особенности, проблемы и приоритеты действий) по секторам мегаполиса.

## НАСЕЛЕНИЕ – СУБЪЕКТ И ОБЪЕКТ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Зависимость здоровья населения городов от метеорологических факторов приобретает всё более конкретный характер, вследствие происходящих в них неблагоприятных климатических изменений, оказывающих влияние на показатели смертности и заболеваемости. Влияние изменения климата на человека разнообразно. Прямое воздействие связано с усилением экстремальности климата – ростом количества дней с неблагоприятными метеорологическими явлениями (стихийные бедствия), увеличением числа экстремально высоких и/или низких температур, количества резких перепадов температур, а также ростом количества переходов через 0 °С. Косвенное воздействие связано с увеличением частоты повышенных уровней загрязнения воздуха при аномальных метеоусловиях и со стабильным положительным трендом среднегодовой температуры в регионе.

Воздействия, связанные с климатом экстремальных явлений, включают увеличение показателей заболеваемости и смертности, а также изменение психического здоровья людей. Влияние на здоровье включает высокую вероятность увечий, болезней и смертельных случаев. Из 102 важнейших болезней, групп болезней и травм, которые рассмотрены в Докладах ВОЗ о состоянии здравоохранения в мире, факторы экологического риска вносят свой вклад в общее бремя болезней по 85 категориям. На региональном уровне вклад экологических факторов в развитие различных болезней характеризуется неодинаковым воздействием окружающей среды и климата. Так в развивающихся странах экологическим причинам приписывается 25% всех случаев заболеваемости и смертности, а в развитых странах – лишь 17%.

Экологические факторы и факторы климатической среды также вносят существенный вклад в бремя болезней. Инфекционные заболевания нижних дыхательных путей, связанные с загрязнением воздуха, ориентировочно на 20% обусловлены экологическими причинами в развитых странах, а в развивающихся странах этот показатель достигает 42%. Также с экологическими факторами риска связывается 42% бремени хронического обструктивного заболевания легких, которое выражается в постепенном ослаблении легочной функции.

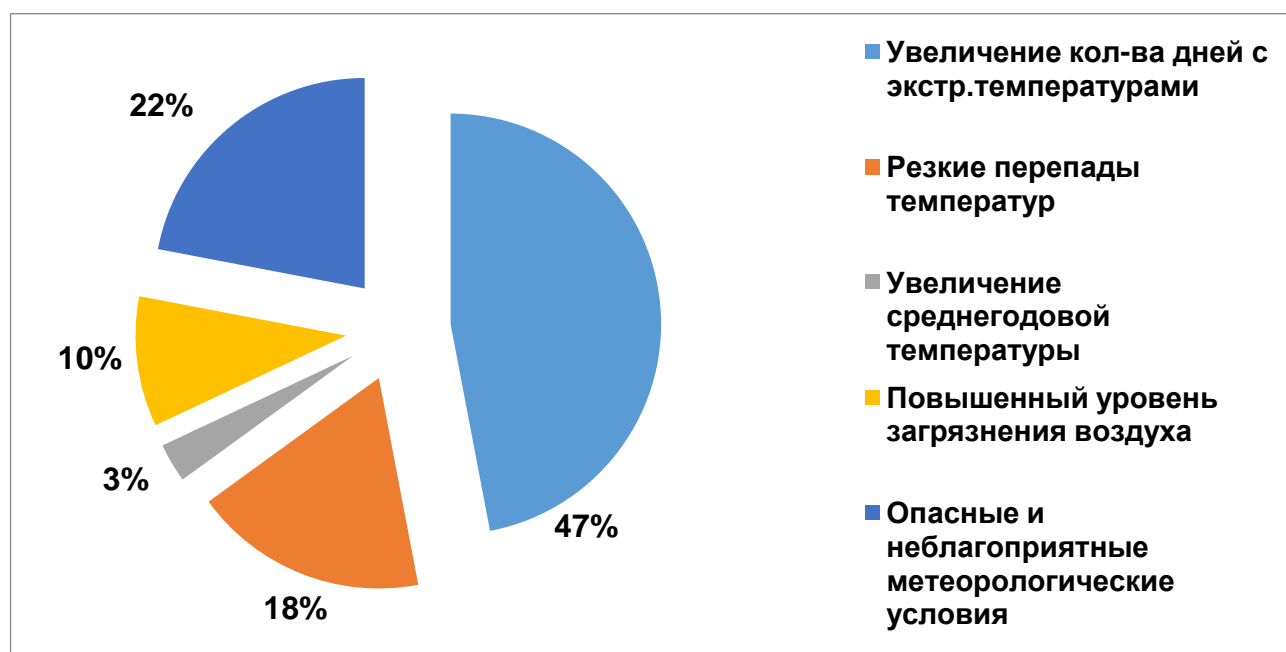


Рисунок 3. Основные климатические факторы г. Москвы, оказывающие влияние на население

В развитых странах факторам среды обитания приписывается более существенное бремя сердечно-сосудистых и онкологических болезней. Число здоровых лет жизни, потерянных в результате сердечно-сосудистых болезней, в 7 раз выше в расчете на душу населения в развитых странах, нежели в развивающихся, а показатели онкологических заболеваний – в 4 раза выше.

Непосредственное влияние погоды заключается в воздействии на теплообмен, способствуя таким проявлениям, как тепловой удар, переохлаждение, снижение иммунитета, рост простудных заболеваний, заболеваний периферической нервной системы воспалительного характера в виде невритов, радикулитов, невралгий и т.д. Также характерны значительные суточные и сезонные колебания метеорологических факторов, вследствие чего к адаптационным механизмам организма предъявляются повышенные требования. В зависимости от приспособления организм использует разнообразные физиологические механизмы, например; учащение пульса, расширение периферических кровеносных сосудов, увеличение частоты дыхания.

Практически всем здоровым людям характерна метеочувствительность, последствия которой, протекают чаще всего бессимптомно, вследствие того, что амплитуда реакций находится в пределах физиологической нормы. Тем не менее, метеочувствительность означает недостаточный запас приспособительных (адаптивных) возможностей организма к изменению внешних условий существования. Если под запасом приспособительных сил подразумевать здоровье, то понятие «метеочувствительность» означает слабое здоровье, а именно не достаточно эффективно работающую вегетативную нервную систему, отвечающую в организме за приспособление внутренних функций организма к изменяющимся внешним условиям.

Повышенная метеочувствительность встречается у 20-30% практически здоровых лиц, а у больных с различными заболеваниями в 45-90% наблюдений. Метеочувствительность у городских жителей в 1,5-2 раза выше, чем у сельских, что связано как с особенностями проживания в городах, так и с особыми биоклиматическими условиями, формирующимися в городской среде.

Развитие метеочувствительности зависит от возраста. В основном, проявления метеочувствительности отмечаются еще в детском возрасте, в особенности у детей грудного возраста, когда у новорожденного организма еще не сформировались окончательно адаптационные механизмы. К 14-20 годам метеочувствительность снижается и минимальна, но с возрастом возрастает, и к 50-ти годам практически половина людей являются метеочувствительными. Это

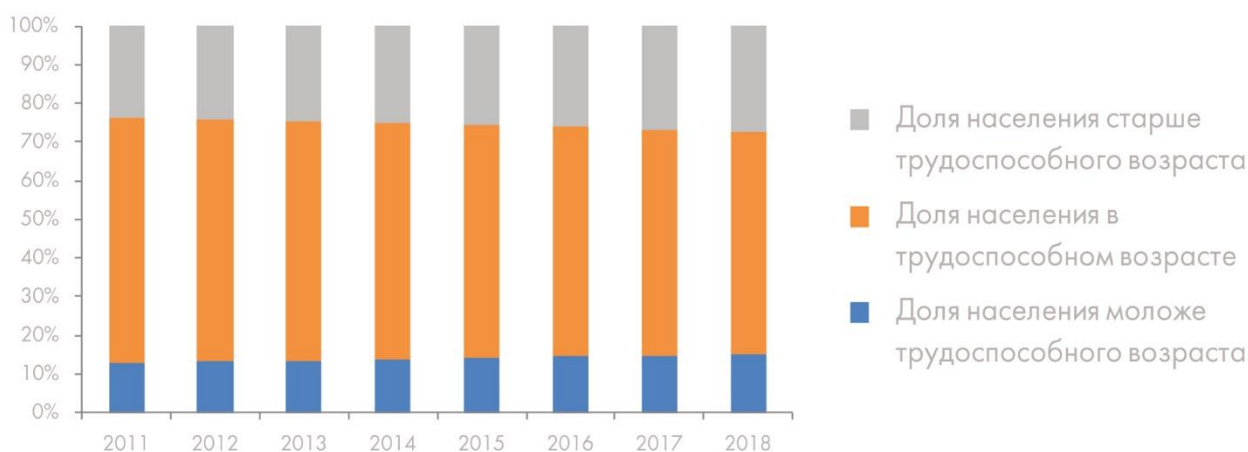


Рисунок 4. Структура населения города Москвы.

объясняется тем, что адаптационные возможности организма в этом возрасте уже существенно ослабевают, и человек приобретает всё больше хронических заболеваний. Также метеозависимость чаще наблюдается у женщин, чем у мужчин. Основная причина таких различий кроется в различиях мужского и женского гормонального статуса, а также в природном различии реакции женского и мужского организма на внешние факторы

Изменение климата, несомненно, влияет на всех людей, однако не все люди одинаково уязвимы к климатическим изменениям. На глобальном уровне число здоровых лет жизни, потерянных в расчете на душу населения в результате воздействия экологических факторов риска, в 5 раз выше среди детей, чем среди всего населения в целом. К группам наибольшего риска относятся дети младшего возраста, люди пенсионного возраста, лица, профессиональная деятельность которых связана с пребыванием на открытом воздухе. В крупных городах, группой риска также являются люди, живущие и работающие в «островах тепла». Под этим термином подразумевается часть города, характеризующаяся плотной многоэтажной застройкой, большими заасфальтированными пространствами, минимальным количеством зеленых насаждений и открытых водоемов.

Наибольшему риску негативных воздействий изменения климата подвергаются дети, что объясняется как продолжающимся развитием их организма, так и тем фактом, что они будут подвергаться таким воздействиям наибольший период времени.

От жары и холода больше всего страдают люди пожилого возраста, так как при нарушениях сердечно-сосудистой системы и множественных хронических заболеваниях может возрасти риск смерти, обусловленной жарой. Что касается экстремальных погодных явлений, то наибольшее воздействие они оказывают на работников экстренных служб и рабочих, работающих на открытом воздухе. Наиболее уязвимыми системами с точки зрения влияния климатических факторов на заболеваемость и смертность являются системы, приведенные на рисунке 5 (в первую очередь сердечно-сосудистая система и дыхательная система).



Рисунок 5. Наиболее уязвимые системы с точки зрения влияния климатических факторов

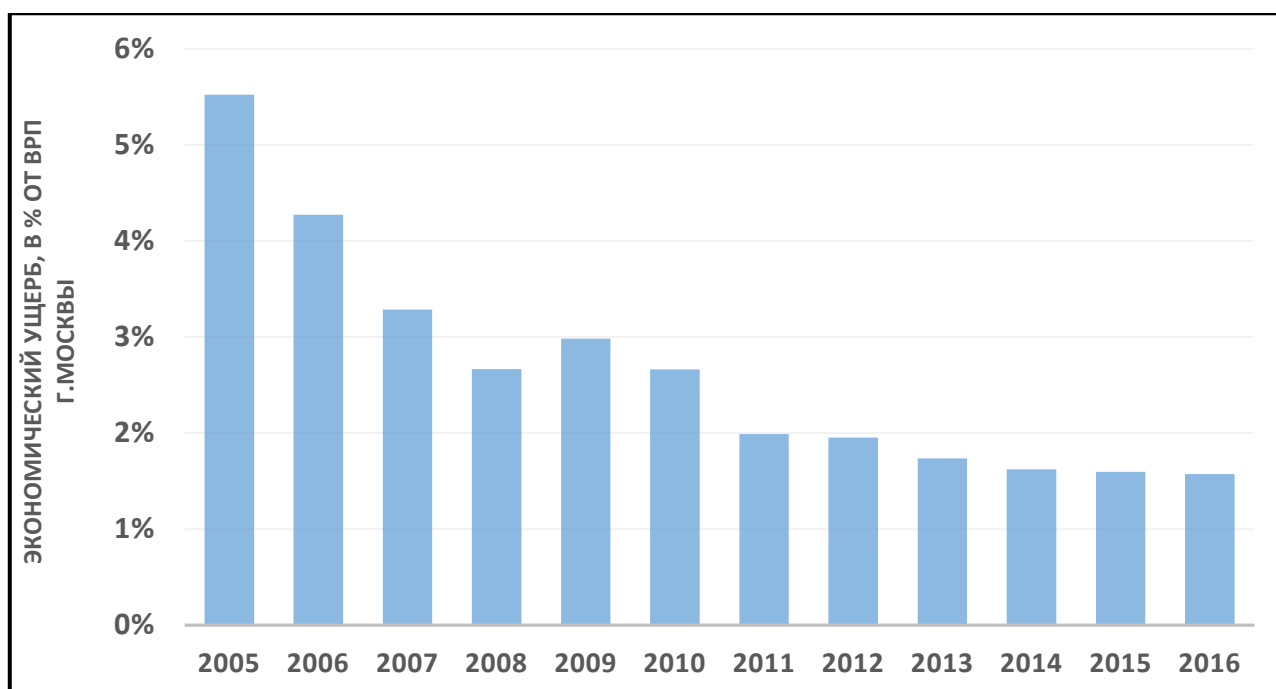


Рисунок 6. Динамика изменения экономического ущерба от преждевременной смерти, выраженного в процентном соотношении от внутреннего регионального продукта

В результате проведения анализа установлено, что наибольшим влиянием обладают такие явления климатических изменений, как экстремальные температуры (волны жары, волны холода), резкие перепады температуры по среднесуточным интервалам и индекс загрязненности атмосферного воздуха, как косвенный показатель. Все рассмотренные виды смертности от различных типов заболеваний обладают статистически значимой зависимостью от неблагоприятных факторов климатических изменений, но наиболее уязвимыми считаются смертность от заболеваний сердечно-сосудистой системы, пищеварительной системы и новообразований. Наибольший вклад в смертность имеют дни с экстремальными температурами и резкими перепадами температур (рисунок 6).

#### Меры по адаптации

Для снижения влияния климатических факторов на здоровье населения необходимо разработать и обозначить ряд адаптационных мероприятий, направленных на снижение заболеваемости и смертности населения в результате воздействия климатических факторов.

К мероприятиям немедицинского характера отнесены:

- 1) развитие системы общественного транспорта параллельно с сокращением числа индивидуальных автомобилей, развитие экологически чистых видов транспортных средств для снижения загрязнения воздуха выхлопными газами автомобилей;
- 2) программа дополнительного озеленения городов;
- 3) формирование инфраструктуры для велосипедных дорожек;
- 4) организация проведения очистительных работ для приведения существующих водоемов в соответствии с нормами санитарных норм и правил с целью использования их для отдыха и купания в жаркое время года.



Мероприятия медицинского характера включают в себя четыре направления.

1. Профилактические мероприятия, направленные на предотвращение воздействия факторов риска и развития заболеваний, связанных с их воздействием.

2. Лечебно-диагностические мероприятия, направленные на организацию лечения, распределения потоков больных и пострадавших, включая порядок взаимодействия всех структурных звеньев системы здравоохранения.

3. Мероприятия по надзору в сфере здравоохранения и социального развития, включающие организацию деятельности органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

4. Мероприятия по информационному обеспечению населения, направленные на сохранение психосоциального статуса населения и предотвращение неблагоприятных воздействий экстремальных ситуаций на здоровье граждан.

В таблице 5 приведен оценочный диапазон возможных положительных эффектов от внедрения адаптационных мероприятий от влияния факторов климатических изменений на здоровье населения города Москвы.

На стыке «отрасли здоровья» и общей экономики городов видится развитие так называемой «отрасли адаптации» к климатическим изменениям. Укрупненно можно предположить следующие группы товаров "климатического спроса" – товары диагностического и «защитного» характера, товары и услуги экстренной помощи, материалы и технологии управления микроклиматом, лекарственно-адаптационные продукты и др.

В определенной мере подобные товары могут рассматриваться как товары первоочередного спроса в тех случаях, когда они обеспечивают безопасность и здоровье граждан, способствуют своевременному информированию о чрезвычайных ситуациях либо сохранению качества жизни при их наступлении. Параллельно развитие получают рынки соответствующих услуг, в первую очередь цифровых и электронных, развитие платформ и мобильных приложений - в тех случаях, где необходимую информацию (о прогнозе погоды и ее изменениях, качестве воздуха, необходимости оказания помощи) можно передавать в цифровом виде.

**ТАБЛИЦА 5. Оценка диапазонов положительных эффектов от внедрения комплекса мер для здоровья населения от воздействия климатических изменений**

<b>Меры по адаптации</b>	<b>Диапазон возможных положительных эффектов</b>
Информационное обеспечение	Осведомленность населения о поведении и действиях в периоды абсолютно всех неблагоприятных климатических явлений с целью снижения смертности и заболеваемости
Введение дополнительных центров, стационаров	Повышение доступности медицинской и паллиативной помощи для населения в периоды неблагоприятных погодных ситуаций в целях улучшения показателей здоровья и снижения уровней смертности и заболеваемости
Выдача питья	Снижение уровня заболеваемости и смертности путём повышения адаптационных способностей организма в периоды аномальных холодов и волн жары
Выдача повязок и масок	Снижение уровня заболеваемости и смертности от заболеваний органов дыхания в периоды повышенного загрязнения атмосферного воздуха путём защиты верхних дыхательных путей от воздействия $PM_{2,5,10}$ и т.д.

## ПРИРОДНЫЕ СРЕДЫ МЕГАПОЛИСА. ЗЕЛЕНый КАРКАС ГОРОДА

Москва – один из наиболее богатых зелёными насаждениями городов мира. Зеленая инфраструктура города представлена 120 особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) суммарной площадью 17,6 тыс. га, а также зелеными насаждениями, составляющими природный комплекс города. «Старая» Москва (в границах города до 1 июля 2012 г.) сохранила радиально-кольцевую структуру планировки, сформировавшуюся исторически и отраженную в рамках Генеральных планов разных периодов развития. Ее зеленая инфраструктура включает разные по площади фрагменты сохранившихся природных территорий, входящие в систему городских ООПТ, и зеленые насаждения, образующие систему внутриквартального и уличного озеленения. Особо охраняемые природные территории находятся в периферийных частях города и представлены большей частью лесами: смешанными (преимущественно с сосной), широко- и мелколиственными; встречаются также луговые и болотные экосистемы.

В последнюю четверть XX в. некогда единое «зелёное кольцо» столицы стало распадаться на отдельные сужающиеся клинья, «съедаемые» новыми «спальными» районами застройки – Строгино, Тушино, Крылатское, Южное Измайлово, Чертаново и др. Одновременно застройка вторгалась в долины и поймы рек Яузы и Чермянки. Несмотря на экореабилитацию отдельных участков речных долин, создание новых парков и особо охраняемых природных территорий, общая эффективность средостабилизирующих функций была существенно сокращена вследствие строительного бума и активного освоения природных территорий. Ситуация изменилась в результате расширения в 2012 г. границ города в юго-западном направлении, после чего удельный вес зелёных насаждений в Москве составил около 44%.



Рисунок 7. Урбанизация и зеленые насаждения – кто кого...

Согласно официальным данным последних докладов о состоянии окружающей среды в городе, состояние зелёных насаждений Москвы в целом (этот параметр непосредственно влияет на их средостабилизирующий и экосервисный потенциал) нельзя считать благополучным. Ослабленная в результате воздействия атмосферного и иных видов загрязнения растительность располагается в пределах широкой полосы, протянувшейся через центральную часть города с северо-северо-запада на юго-юго-восток, в то время как зоны здоровой растительности локализируются по окраинам города, где расположены крупные лесопарковые районы.

Кроме того, в числе основных проблем, характерных для природно-лесного комплекса:

- неравномерность «озелененности» территории города и, прежде всего, низкая обеспеченность зелеными насаждениями в центральных районах;
- сочетание в составе растительности лесных массивов (фрагментов зональной растительности) с историческими культурными ландшафтами и искусственными насаждениями различного породного состава и степени ухоженности;
- увеличивающаяся разомкнутость зеленого пояса ближайшего Подмосковья, в т.ч. и Новой Москвы с природными территориями периферийных районов столицы;
- отсутствие утвержденного адресного ландшафтного плана развития зеленых насаждений с учетом их особенностей, территориальной приуроченности и новых функций в связи с новыми, в т.ч. и климатическими вызовами.

Зеленая инфраструктура как «старой», так и «новой» Москвы чрезвычайно уязвима в условиях нарастающего девелоперского пресса. Анализ данных дистанционного зондирования о ходе урбанизации, полученных на основе обработки снимков Landsat, показал, что площадь непрерывно продолжающейся застроенной территории Московской агломерации вместе с прилегающими к ней открытыми пространствами с 1991 по 2014 г. возросла с 1762,7 кв. км до 3575,95 км<sup>2</sup>, что практически на 1000 кв. км больше, чем площадь города, заключённая в его формальных границах. В 1991–2001 гг. область зоны непрерывной застройки увеличивалась в размерах, в среднем, со скоростью 3,4% в год, в 2001–2015 гг. чуть медленнее – 2,8%.

В период 2001-2014 гг. экспансия городского застроенного пространства происходила вне зависимости от административных границ и носила звездно-лучевой характер. В наибольшей степени трансформированными оказались зеленые территории на юг, восток и северо-восток от столицы. Открытая сельская местность с ее наиболее высоким средостабилизирующим потенциалом оказалась наиболее востребованным территориальным ресурсом нынешней фазы урбанизации. Она поглощается всеми видами застройки, и, кроме того, переходит в урбанизированные открытые пространства и замкнутые открытые пространства, что в первом случае полностью сводит на нет её ключевые экосистемные услуги, во втором – существенно их ограничивает.

Зеленые насаждения целесообразно рассматривать в классификации в зависимости от приоритетных функций, которые они должны выполнять. Насаждения общего пользования – парки, скверы, бульвары как объекты шаговой доступности выполняют рекреационную функцию. Лесопарки и городские леса – санитарно-гигиеническую. Эти зеленые насаждения существенно влияют на формирование микроклимата прилегающих территорий.

Озеленения улично-дорожной сети выполняют декоративно-художественную функцию, в которой озеленение улиц определяется их значением и характером окружающей застройки.

**ТАБЛИЦА 6. Экосистемные услуги, оказываемые зеленой инфраструктурой**

Экосистемные услуги	Зеленые крыши/стены	Деревья вдоль улиц	Реки и речные долины	Леса	Луга и пустоши
Сокращение риска наводнений	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓	✓✓
Снижение эффекта острова тепла	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓
Сокращение потребностей в энергии	✓✓	✓✓			✓
Снижение атмосферного загрязнения / шума		✓✓		✓✓	
Сохранение биоразнообразия	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Обеспечение условий для отдыха и рекреации	✓		✓✓	✓✓✓	✓✓✓

В текущем году годовой объем ассимиляции углерода лесными насаждениями Москвы оценивается в 73,8 тыс. т/год, а поглощение углекислого газа – 270,2 тыс. т/год. Если тренды урбанизации, наблюдавшиеся в 2001-2015 гг., сохранятся, то без дополнительных мер по экореабилитации и озеленению площадь элементов зеленой инфраструктуры будет сокращаться, хотя и разными темпами. Наиболее существенным будет сокращение площади лесов и лесопарков, наиболее низкими темпами будет снижаться площадь территорий для спорта и отдыха.

**ТАБЛИЦА 7. Стоимостные оценки экосистемных услуг зеленой инфраструктуры в городах (2013)<sup>1</sup>** (n – количество городов, использованных в анализе)

Услуга	Среднее значение (US \$/га/год*)	Диапазон показателей
Снижение загрязнения атмосферного воздуха	647 (n = 9)	60–2106
Секвестрация углерода (годовой цикл)	395 (n = 5)	58–702
Сокращение ливневого стока	922 (n = 6)	615–2540
Энергосбережение/регулирование температуры	1412 (n = 4)	34–1908
Рекреация и отдых	6325 (n = 2)	2133–10 517
<b>Всего</b>	<b>9701</b>	<b>3212–17 772</b>

<sup>1</sup><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343515000433#bib0510>



Таблица 7 демонстрирует значительные цифры экономического эквивалента экосистемных услуг зеленых насаждений, даже средние значения для Москвы дают общую сумму в пределах от 90-95 млрд руб. (только по ООПТ Москвы) до полутора триллионов (с учетом природных комплексов новой Москвы).

Осредненные в границах Москвы показатели обеспеченности города экосистемными услугами могут характеризовать общегородскую ситуацию как достаточно благополучную на фоне городов подобной людности и площади. Однако во внутригородском разрезе обеспеченность районов и частей города экосистемными услугами резко различается (рисунок 8). Подобные результаты, на первый взгляд, создают впечатление, что территория новой Москвы (Ти-НАО) может рассматриваться как экологический донор для остальных округов города, однако это впечатление верно лишь частично – прежде всего, в отношении качества воздушного бассейна с учетом преобладания ветров западного переноса.

Другие функции элементов зеленой инфраструктуры новой Москвы либо имеют транзитный (регулирование стока), либо локальный характер (снижение температурного фона в аномально жаркие дни). Очевидно, что в более благоприятном положении находятся округа, на территории которых располагаются особо охраняемые природные территории или крупные лесопарки – они представляют своеобразные «острова холода» и стабилизации экологической обстановки в городском мегаполисе (например, Восточный округ Москвы).

Ряд мер и механизмов решения проблем сбалансированного роста зеленого каркаса города приведены в таблице 8.

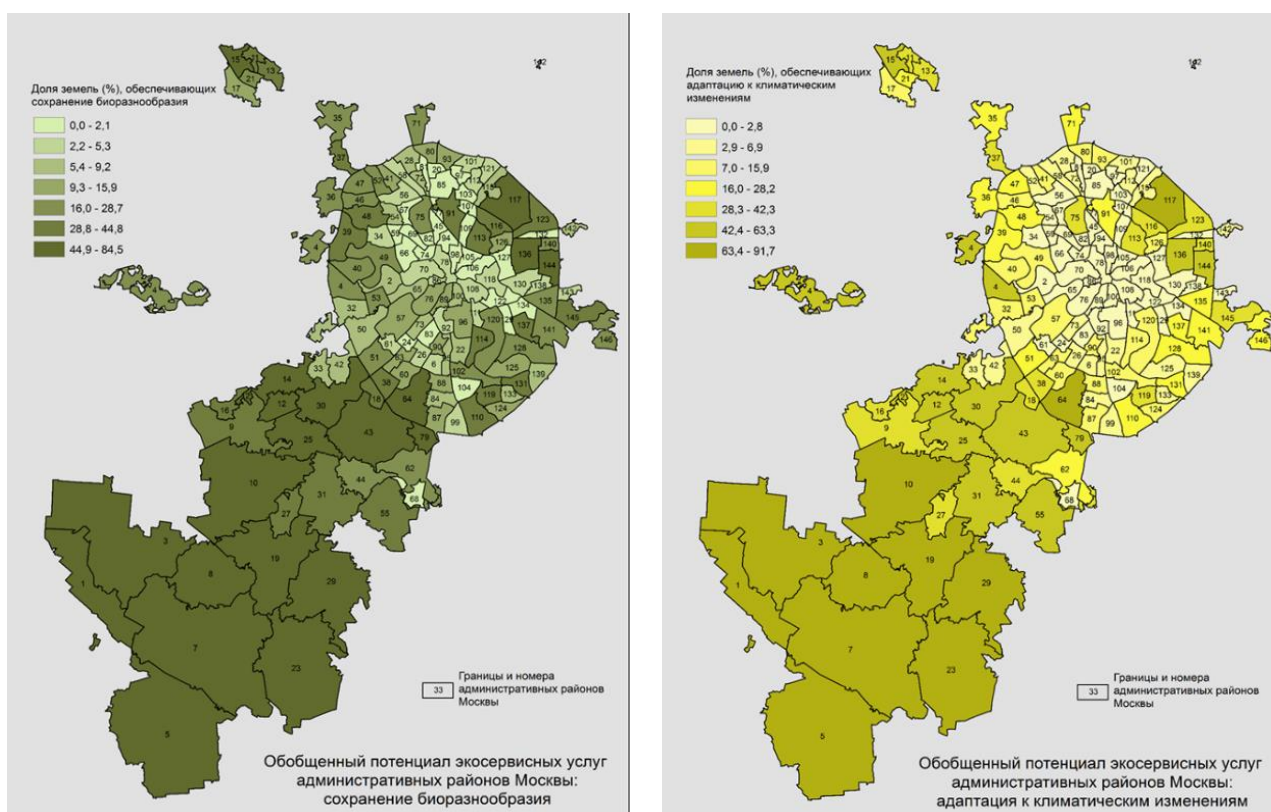


Рисунок 8. Карты обобщенного потенциала экосистемных услуг территорий Москвы



**ТАБЛИЦА 8. Пути и меры решения существующих проблем сбалансированности «зеленого каркаса» города**

Пути решения задач роста «зеленого каркаса»	Меры и механизмы реализации
Разработка адресных мер по улучшению состояния природно-лесного комплекса для разных частей города и категорий насаждений	Выполнение демонстрационных пилотных проектов по озеленению крыш и стен общественных зданий различных типов и видов использования в центральной части города
Сохранение существующих площадей зеленых насаждений на территории Москвы, и, прежде всего, крупных ареалов зеленой инфраструктуры - городских лесов, самосевных зеленых массивов, парков	Внедрение механизма обязательного озеленения части площадей, высвобождающихся от старой застройки (в центральной части города – до 20%). Разработка механизма замены погибших новыми зелеными насаждениями с учетом условий их выживаемости и экологической обоснованности посадок
Увеличение количественных и качественных показателей озелененности в высокоурбанизированных зонах города, прежде всего, в области действия городского «острова тепла» – в пределах третьего транспортного кольца и Центрального административного округа	Установление особого природоохранного статуса для долинно-речных экологических коридоров и водораздельных транзитных крупных ООПТ, пересекающих административные границы города
Применение научно обоснованных методик и стандартов ухода за ландшафтом, базирующихся на естественных природных механизмах, в пределах особо охраняемых природных территорий и крупных ареалах зеленой инфраструктуры – городских лесах	Изменение системы индикаторов зеленых насаждений, перевод ее с количественных показателей, зависящих только от площадей насаждений, к количественно-качественным, учитывающим рекреационные и другие полезные функции;
Максимальное сохранение лесных массивов в районах новой Москвы и достижение их пространственной непрерывности с основной территорией города	Экореабилитация русел малых и самых малых рек, и ручьев, а также звеньев овражно-балочной сети для сохранения их в качестве открытых водотоков, обеспечивающих нормальный водный режим и восстановление связи между небольшими фрагментами «патчами» городской зеленой инфраструктуры
Оптимизация стоково-бассейновых функций городского природного комплекса с целью снятия рисков развития неблагоприятных процессов и предотвращения чрезвычайных ситуаций	Освобождение пойм и террас долин крупных рек от фрагментов устаревшей производственной, транспортной и коммунальной инфраструктуры и включение их в зеленую инфраструктуру как в статусе открытых и полуоткрытых ландшафтов – частей водно-зеленого диаметра

## ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРОДА МОСКВЫ

Москва как мегаполис характеризуется рядом особенностей, которые влияют как на уязвимость ее хозяйства к изменениям климата, так и на выбор адаптационных мер и их эффективность. Метасистема московского мегаполиса обеспечивает жизнедеятельность около 15 млн горожан и гостей города. На территории около 256,7 тыс. га сосуществуют и взаимодействуют население, разнообразная экосистема, комплекс систем жизнеобеспечения самого холодного и крупного мегаполиса в Северном полушарии. Москва – самый крупный из холодных мегаполисов мира, который по тепловой нагрузке и мощности энергосистемы превосходит суммарную нагрузку всех столиц скандинавских стран и восьми крупнейших городов Канады. Москва потребляет тепла больше, чем Финляндия, Дания, Швеция и Норвегия вместе взятые.

Уязвимость – комплексная характеристика, определяющая склонность или предрасположенность объекта (города, энергосистемы, населения, природного комплекса) к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает самые разнообразные параметры, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справиться с этой проблемой и адаптироваться. Можно условно разделить уязвимость городского хозяйства к внезапным и неблагоприятным метеорологическим явлениям (сильный ветер, ливни, перепады температур), и уязвимость к факторам относительно незаметных, но важных климатических изменений (росту переходов через «ноль градусов», диапазона повышенной влажности воздуха и др.).

Соответственно, наиболее распространенным видом разрушающего воздействия городских сооружений являются температурно-влажностные деформации, в результате которых материалы ограждающих конструкций под переменным воздействием теплоты и холода разрушаются. Увеличение количества жидких осадков, сопровождающих оттепели, а также быстрая смена температуры и перепады температуры, связанные с переходами через 0 °С являются дополнительными факторами, усиливающими процесс старения. Увлажнение стен зданий, особенно интенсивное при сильном ветре, и последующее охлаждение приводит к замерзанию воды в порах материалов, и оказывает разрушительное воздействие на конструкции. На основании оценки влияния неблагоприятных метеорологических явлений на ущерб от приостановления деятельности объектов строительства в городе Москве определено, что максимальный вклад приходится на повышенную влажность в зимний период года и повышенные ветровые нагрузки.

Для подземного строительства на территории Москвы существуют дополнительный фактор, ограничивающий строительную деятельность и приносящий дополнительные расходы на устранение последствий, а именно пучение грунта. Влияние данного явления непредсказуемо и пренебрежение им приводит к тому, что здания (особенно легкие) поднимаются вместе с фундаментами при замерзании грунтов и опускаются во время их таяния. Неравномерность этих процессов часто приводит здание в аварийное состояние и даже вызывает полное его разрушение.

**ТАБЛИЦА 9. Особенности и факторы уязвимости систем жизнеобеспечения города**

Инженерные системы	Факторы уязвимости
<p><b>Система водоснабжения</b>                      Москвы: 500 насосных станций. Общая протяженность водопроводной сети города Москвы составляет более 13 тыс. км, износ труб водопроводной сети города около 49%, запас мощности около 50%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- рост загрязненности поверхностных вод Замоскворецко-Вазузской и Волжской систем, используемых для питьевого водоснабжения города Москвы;</li> <li>- недостаточная надежность и эффективность действующих насосных станций 1-4-го подъемов системы водоснабжения города, канализационных насосных станций;</li> <li>- значительный физический износ труб и оборудования водопроводно-канализационного хозяйства и системы технического водоснабжения города;</li> <li>- повышенная уязвимость объектов водоотведения поверхностного стока</li> </ul>
<p><b>Система электроснабжения:</b> общая протяженность сетей энергосистемы – 153 тыс. км. Протяженность кабельных линий всех классов напряжения составляет 108 тыс. км</p>	<p>Интенсивное обледенение проводов линий электропередач, резкие и систематические повышения температуры воздуха в зимний период, увеличение случаев выпадения жидких осадков приводит к росту рисков опасного гололедообразования и аварий на ЛЭП. Также весомый вклад имеют такие опасные явления, как грозы, смерчи, шквалы в теплое время года, сопровождающиеся высокими ветровыми нагрузками</p>
<p><b>Система газоснабжения</b>                      Москвы: Суммарная протяженность газопроводов высокого давления 2 категории, среднего и низкого давления, составляет 10,7 тыс. км</p>	<p>Воздействие опасных природных явлений на систему газоснабжения Москвы минимально и ограничивается повышенными рисками возникновения пожаров в периоды аномально сильной жары. Жаркая погода не являлась причиной пожаров, но одновременно с другими причинами, такими как износ трубопроводов и несанкционированные действия, способствовала повышению рисков их возникновения</p>
<p><b>Система теплоснабжения</b>                      Москвы: Общая протяженность тепловых сетей в однотрубном исчислении составляет 18,5 тыс. км</p>	<p>Высокоцентрализованная система теплоснабжения Москвы имеет наибольшее из инфраструктурных систем инженерного обеспечения города количество энерготехнологических связей и зависимостей, каждое из которых обуславливает надежность функционирования системы теплоснабжения в целом</p>

Необходимо отметить, что комплекс работ по модернизации тепловых и электрических сетей за последние 7-8 лет привел к существенному, на порядок, сокращению ущербов от неблагоприятных климатических явлений (ураганных ветров, ледяного дождя и др.). Оценка уязвимости различных секторов экономики города (система водоснабжения, ЖКХ, ТЭК, дорожно-транспортная система.) приведены ниже в таблице 10.

**ТАБЛИЦА 10. Оценка уязвимости различных секторов экономики города Москвы к неблагоприятным последствиям изменения климата и связанных с ними потерь/ущербов**

Природные явления	Возможный ущерб/потери
<b>Система водоснабжения</b>	
Периоды аномальной жары (волн жары) и засухи	Возможный дефицит воды в водохранилищах, обеспечивающих водоснабжение в городе  Повышается нагрузка на систему холодного водоснабжения.
<b>Топливоно-энергетический комплекс</b>	
Повышение среднегодовой температуры воздуха	Снижение экономичности ТЭЦ, перерасход топлива, дополнительные выбросы в атмосферу  Дополнительное потребление и генерация электроэнергии на вентиляцию и кондиционирование в летний период
Сильные морозы (в период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает $-35^{\circ}\text{C}$ и ниже)	Повышается нагрузка на теплогенерирующие объекты. Повышается риск аварийных ситуаций на теплосетях и отключения предприятий от энергоснабжения.  Повышается использование электронагревательных приборов.
Периоды аномальной жары (волн жары) и засухи	Дополнительное потребление электроэнергии на максимальную вентиляцию и кондиционирование, дополнительные выбросы в атмосферу
Очень сильный ветер (порыв не менее 25 м/с) и шквал (резкое кратковременное усиление ветра до 25 м/с и более)	Повреждение воздушных линий электропередач в результате падения деревьев/веток, схлеста или обрыв проводов
Гололедно-изморозевые отложения, ледяные дожди	Локальные повреждения системы электроснабжения (сильное провисание проводов линий электропередач, частичный обрыв линий электропередач падающими деревьями).  Возрастает риск отключения энергоснабжения предприятий.
<b>Жилищно-коммунальное хозяйство</b>	
Повышение среднегодовой температуры воздуха	Нерациональное использование тепловой энергии в связи с отсутствием автоматического регулирования потребления тепловой энергии (перетопы)
Сильные морозы (в период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает $-35^{\circ}\text{C}$ и ниже)	- повышается нагрузка на теплогенерирующие объекты; - повышается риск аварийных ситуаций на теплосетях и отключения предприятий от энергоснабжения; -повышается использование электронагревательных приборов
Периоды аномальной жары (волн жары) и засухи	Возникают пиковые нагрузки на внутренние инженерные сети многоквартирных и жилых домов

Природные явления	Возможный ущерб/потери
Очень сильный ветер (порыв не менее 25 м/с) и шквал (резкое кратковременное усиление ветра до 25 м/с и более)	Сверхнормативная нагрузка на ограждающие конструкции зданий, вследствие чего, ускоряется их износ и старение
Увеличение циклов перехода температуры через «ноль»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенный износ элементов ограждающих конструкций зданий (фундаменты, стены, плоская кровля и т.п.)</li> <li>- циклическая нагрузка на внутренние инженерные системы многоквартирных и жилых домов</li> </ul>
Продолжительный сильный дождь (дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм за период не более 12 ч)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенная нагрузка на фундаменты зданий – высокая вероятность подтопления подвальных помещений</li> <li>- размывание и подтопление придомовой территории</li> </ul>
<b>Дорожно-транспортная сеть</b>	
Периоды аномальной жары (волн жары) и засухи	Способствование возникновению эффекта «колеяности», возможные ДТП
Очень сильный ветер (порыв не менее 25 м/с) и шквал (резкое кратковременное усиление ветра до 25 м/с и более)	На территориях вдоль тротуаров отмечается падение отдельных деревьев с развесистой кроной (ветровал)
Увеличение циклов перехода температуры через «ноль»	Интенсификация разрушения дорожного полотна, элементов конструкций
Продолжительный сильный дождь (дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм за период не более 12 ч)	Пониженные участки дорожной сети и улиц заполняются водными стоками, затрудняется движение транспорта
Сильные туман и мгла	Затруднено движение транспортных средств, увеличение числа ДТП
Сильное гололедно-изморозевое отложение, ледяные дожди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- затруднено движение электротранспорта.</li> <li>- затруднено передвижение транспортных средств по наледям на дорожной сети</li> </ul>



Общая обслуживаемая площадь дорог Москвы составляет 32 млн м<sup>2</sup>. Учет многообразных погодно-климатических факторов, их интенсивности, продолжительности и вероятности появления при выборе параметров и характеристик дорог в процессе проектирования, строительства, ремонта и содержания направлен на повышение безопасности движения, снижение затрат на ремонт и содержание и повышение экологической безопасности придорожных территорий.

Климатические проявления являются основными факторами, существенно влияющими на транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, которые подразделяются в свою очередь на:

- воздействие на состояние земляного полотна и дорожные одежды как на несущую конструкцию, в результате которого изменяется ее прочность, долговечность и работоспособность;
- воздействие на состояние поверхности дорог как поверхности качения, в результате которого изменяется состояние этой поверхности, сопротивление качению, сцепные качества и, как следствие этого, ухудшается взаимодействие автомобиля с дорогой.

Изменение климата, в первую очередь экстремальные температурные параметры, негативно воздействует на состояние и качество дорожных покрытий. К экстремальным параметрам относятся: рост максимальной температуры в летний период, рост количества аномально низких температур в зимний период, рост количества температурных перепадов с переходом нулевой отметки, количество интенсивных снегопадов.

Новая транспортная политика Москвы ориентирована на решение экологических задач и предусматривает эффективные меры, направленные на снижение загрязнения атмосферного воздуха и улучшение состояния окружающей среды. С 2010 г. в Москве проводится планомерная сбалансированная политика, направленная на улучшение экологических характеристик городского автопарка, снижение интенсивности транспортных потоков и увеличение количества жителей, пользующихся общественным транспортом.

Значительное влияние на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха оказывает модернизация автомобильного парка столицы. Учитывая высокий уровень автомобилизации москвичей, улучшению экологической обстановки во многом способствуют постепенный переход на двигатели высоких экологических категорий (Евро-4, Евро-5), повышение интенсивности использования общественного транспорта, а также популяризация электромобилей. Более 62% автотранспортных средств города соответствуют стандарту экологического класса Евро-4 и выше. Приоритетным является развитие экологически чистых видов транспорта. В 2018 г. в Москве на маршрутах наземного городского пассажирского транспорта начали работать первые электробусы. К 2030 г. городской автобусный парк будет состоять только из электробусов.

Для стимулирования использования электромобильной техники отменена плата за размещение электромобилей на городских объектах парковочного пространства, на парковках Москвы установлено 119 зарядных станций для электромобилей, только в 2019 г. будет установлено 38 зарядных станций.

Кроме того, в целях улучшения экологической обстановки и уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух Правительство Москвы приняло ряд правовых актов, устанавливающих:

– запрет на въезд в часть города, ограниченную МКАД, и движение по МКАД автобусов, соответствующих по экологическим характеристикам требованиям ниже экологического класса Евро-3;

– критерии оценки и сопоставления заявок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, оказывающих услуги по транспортному обслуживанию населения, на участие в конкурсе на право получения свидетельства об осуществлении перевозок по соответствующим маршрутам регулярных перевозок; осуществляющих таксомоторные перевозки, и для операторов каршеринга (не ниже класса Евро-4);

– запреты на въезд и передвижение грузовых транспортных средств, соответствующих по экологическим характеристикам требованиям ниже экологического класса Евро-2 и Евро-3, на отдельных территориях города Москвы.

**ТАБЛИЦА 11. Матрица адаптационных мер в дорожном комплексе, соответствующих климатическим факторам**

<div>Климатические факторы</div> <div>Адаптационные меры</div>	Экстремально высокие температуры	Экстремально низкие температуры	Резкие перепады температур	Переходы через 0 °С
<b>Строительство и реконструкция дорожного полотна</b> а) ориентированность на мелкозернистые асфальтобетонные смеси; б) укладка асфальтового покрытия горячим методом; в) использование полимерных модификаторов и их добавление в битумные вяжущие.	•	•	•	•
<b>Рациональное использование ПГМ (противогололедных материалов)</b> а) комбинированный химико-фрикционный способ распространения горячих ПГМ; б) технология распыления водно-солевых растворов ПГМ.		•		•
<b>Оптимизация дорожного движения</b> а) уменьшение плотности автомобильного потока и снижение аварийности путем sms-оповещений в периоды неблагоприятных метеорологических явлений; б) увеличение платы за въезд грузового автотранспорта.	• •	•	•	•
<b>Снижение теплового воздействия</b> - организация посадки высокотеневых деревьев вдоль дорожного полотна	•			

## ДИНАМИКА И РЕЗЕРВЫ СОКРАЩЕНИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Как уже отмечалось выше, Москва – самый холодный крупный мегаполис планеты, топливно-энергетический комплекс – основа разветвленной и сложной системы жизнеобеспечения города. Цель развития топливно-энергетического комплекса Москвы (топливо-, тепло-, электро-снабжение) – повышение устойчивости к климатическим изменениям и снижение воздействия на окружающую среду. Климатические изменения вызывают высокую изменчивость погодных условий и сопутствующих графиков тепловой и электрической нагрузки в Москве. Вместе с увеличением жилых площадей в городе и развитием энергосбережения это вызывает постепенный рост электрических нагрузок при «замораживании» тепловых нагрузок для отопления жилья, офисов, помещений промышленной и бюджетной сферы. Адаптация города к уже наблюдаемым и возможным в ближайшие десятилетия климатическим изменениям требует дальнейшего совершенствования системы энергоснабжения Москвы и постоянного общественного контроля.

Понятно, что процесс обеспечения жизнедеятельности такого крупного города создает дополнительную экологическую нагрузку. Ее минимизация – важная составляющая развития современного мегаполиса. Кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах – это еще один национальный приоритет, обозначенный Указом президента России. Энергетический комплекс Москвы является одним из самых экологически чистых в мире: доля природного газа в топливном балансе российской столицы приближается к 100%.

Город Москва с самой мощной в мире системой энергоснабжения за счет работы ТЭЦ с новыми парогазовыми установками экономит сейчас более четверти потребляемого газа. Пользуясь зарубежной терминологией, можно сказать, что два миллиона жителей Москвы (а это суммарно население всех скандинавских столиц вместе взятое) живет в «безуглеродном городе». С 2007 года на ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» введено в эксплуатацию семь новейших парогазовых энергоблоков мощностью 2,9 ГВт. Их эксплуатация позволила достичь экономии природного газа и существенно снизить выбросы в атмосферу.

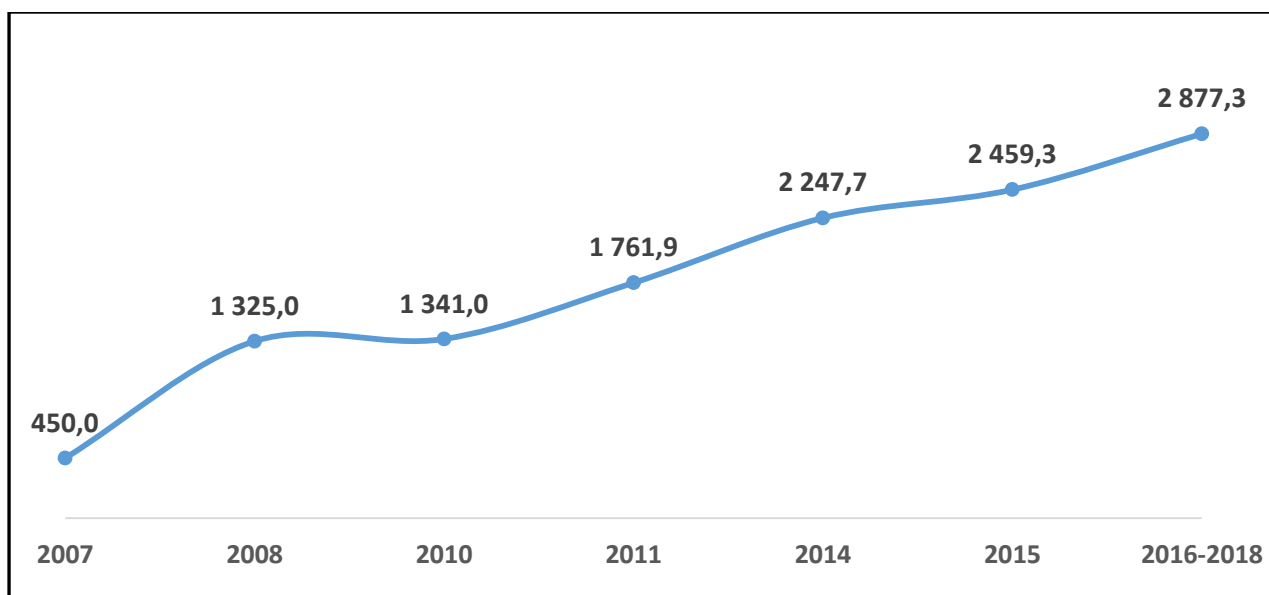


Рисунок 9. Динамика роста мощности парогазовых блоков на ТЭЦ, МВт

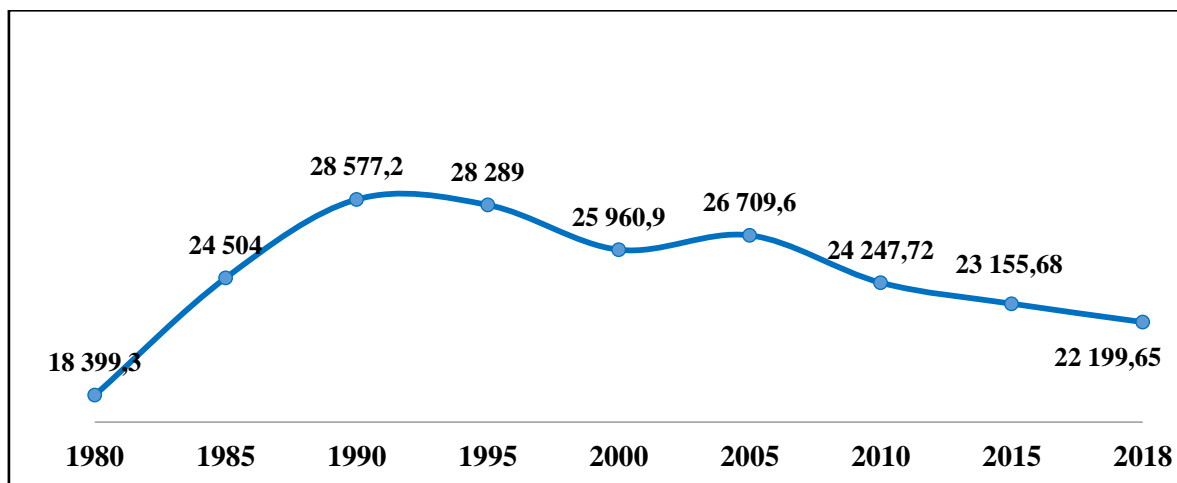


Рисунок 10. Снижение потребления газа, млн м³

Наибольший объем потребления газа в Москве (83%) приходится на объекты «большой» энергетики – ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» и др. При этом за период с 2010 по 2018 годы отмечается снижение объемов ежегодного потребления природного газа более чем на 13,67%.

Это связано с реализацией государственной политики в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, ориентированной, прежде всего, на модернизацию силового оборудования городских теплоэлектростанций с установкой современных парогазовых энергоблоков.

В Москве для повышения эффективности работы энергокомплекса и сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ликвидируются низкорентабельные источники энергоснабжения. С 2010 года выведены из эксплуатации 64 таких объекта.

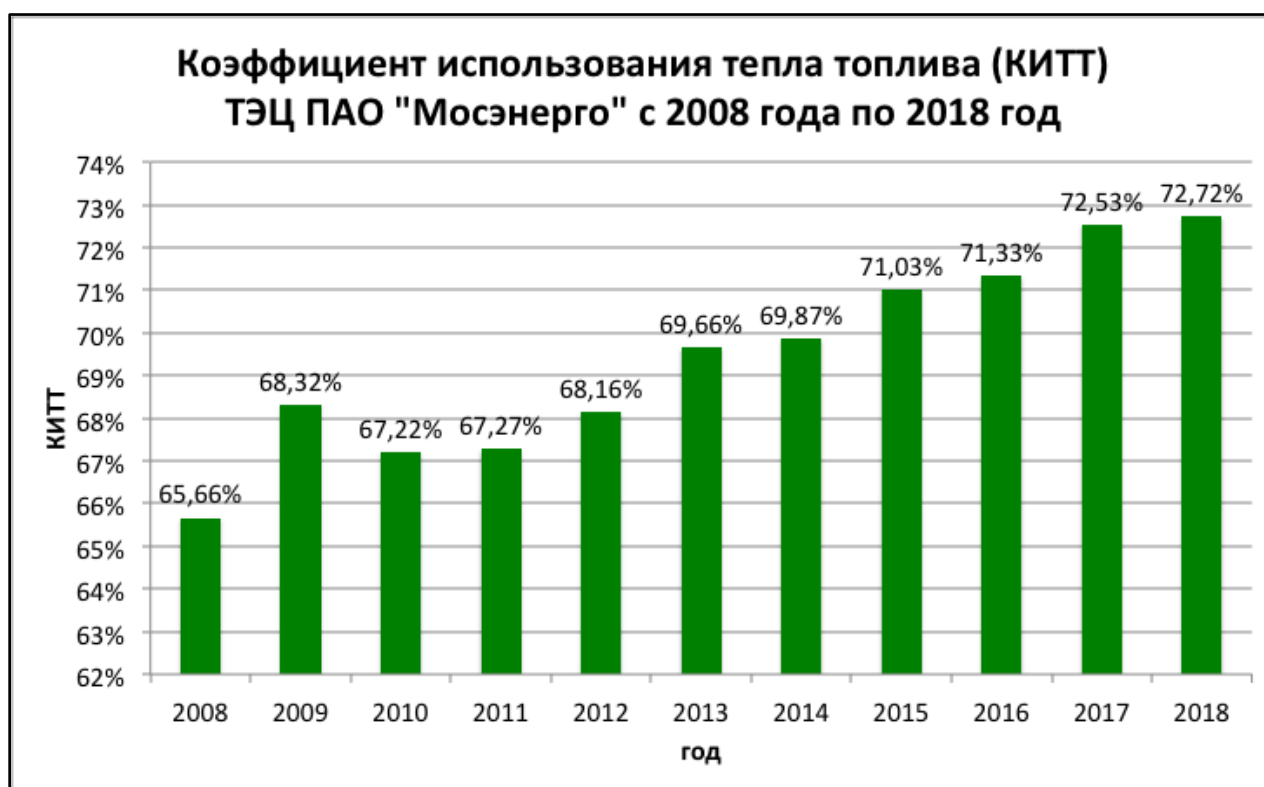


Рисунок 11. Расчёт КИТТ на основании данных годовых отчётов ПАО «Мосэнерго»

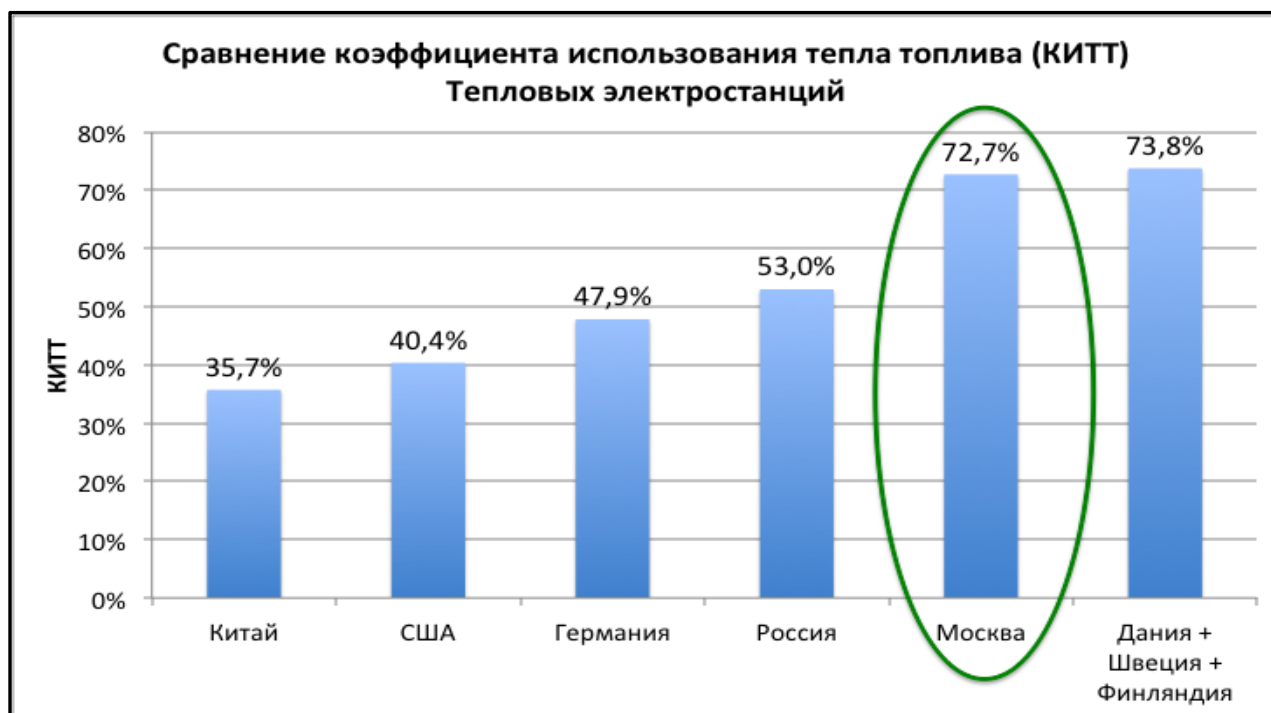


Рисунок 12. Сравнение энергетической эффективности Москвы с другими странами

Переключение тепловой нагрузки с устаревших котельных на более эффективные ТЭЦ привело к сокращению использования топлива и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Экономия топлива за 5 лет составила свыше 1,2 млрд м<sup>3</sup> газа.

Энергосбережение во всех секторах экономики (модернизация энергоисточников, тепловых и электрических сетей, учет у потребителей, капитальный ремонт и реконструкция зданий) позволяет не только сэкономить значительное количество топлива и сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, но дает существенный резерв развития: свыше 50 млн кв. метров недвижимости построено за 2011-2018 гг. и подключено к теплоэнергоснабжению без роста потребления газа.

По данным Государственной программы «Развитие коммунально-инженерной инфраструктуры и энергосбережение», утверждённой постановлением правительства Москвы от 27.03.2018 №239-ПП, в 2018 г. энергоёмкость ВРП снизилась до 3,1 кг условного топлива/тыс. руб.

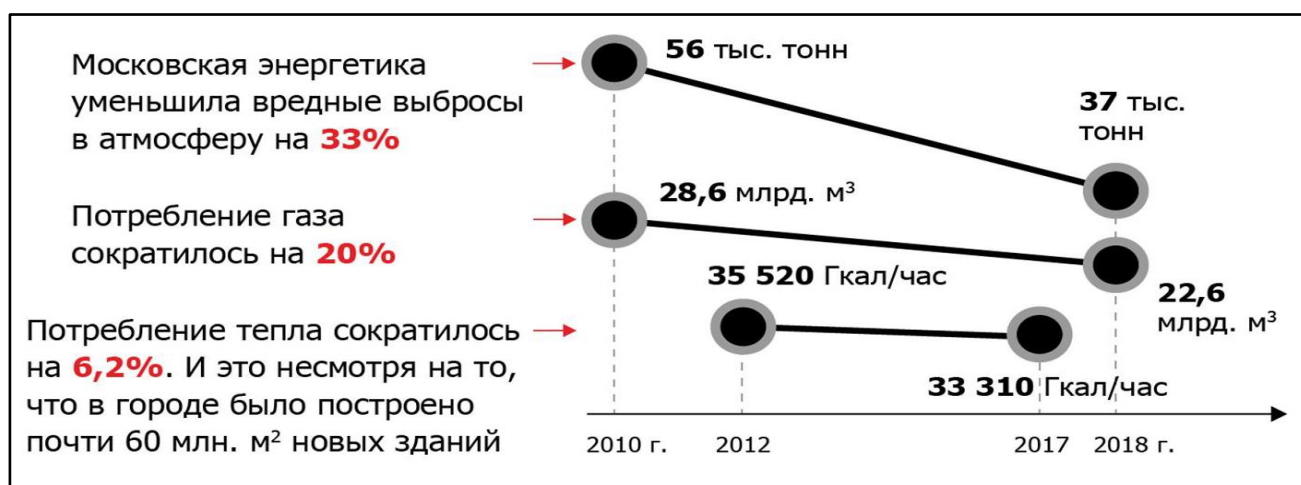


Рисунок 13. Динамика показателей энергетической и экологической эффективности энергетического комплекса Москвы



Уменьшение уровня износа сетевого хозяйства электрических сетей составило 54,8%, газовых сетей – 35,4%, коллекторных сетей – 17%, магистральных тепловых сетей – 45,1%, разводящих тепловых сетей – 43,1%, водопроводных сетей – 48,6%, канализационных сетей – 47,7%, водосточных сетей – 43,6%. Реализуемая в регионе политика энергосбережения более 15 лет стабилизирует годовое тепло- и газопотребление города на уровнях ~100 млн Гкал и 23,25 млрд м<sup>3</sup> природного газа при росте жилого и нежилого фонда на 20,5% за соответствующий период.

Необходимо отметить, что доля водяного пара в парниковом эффекте по разным оценкам составляет около 60%. Изменение климата в результате жизнедеятельности человека может иметь не только глобальный, но и локальный характер, особенно в крупных городах, как результат влияния производства тепловой и электрической энергии на электростанциях и котельных, а также работы автотранспорта на формирование облаков и количество солнечных дней.

Выбросы водяного пара в результате работы ТЭЦ, котельных и автотранспорта оцениваются в 93 млн т в год, в том числе: около 37 млн т в результате сжигания топлива на ТЭЦ и котельных, около 44 млн т в результате работы градирен и около 12 млн т в результате сжигания бензина и дизельного топлива автотранспортом. Выбросы водяного пара в атмосферу от работы ТЭЦ и котельных почти в 7 раз больше, чем от использования автотранспорта. За последние 65 лет относительная влажность воздуха в Москве в ноябре выросла с 85% до 88%. Плотность насыщенного водяного пара при температуре 0 °С равняется 4,84 г/м<sup>3</sup>, а при температуре -2,5°С – 3,95 г/м<sup>3</sup>. Масса водяного пара в одном кубическом метре воздуха в ноябре за рассматриваемый период увеличилась с 3,36 г до 4,26 г. Таким образом, рост массы водяного пара (парникового газа) за рассматриваемый период составил 26,9% в ноябре.

За период наблюдений с 1997 года по 2017 год минимальное количество ясных дней было зафиксировано в Москве в ноябре и декабре. Необходимо отметить, что за период с октября 2006 года по январь 2007 года был всего один ясный день. Среднесуточная масса выбросов водяного пара составляет 254,8 млн кг в день (93 млрд кг в год). При водности 0,1 г/м<sup>3</sup> и толщины 200 м площадь облака превысит площадь Москвы в 14,5 раз. При водности 0,5 г/м<sup>3</sup> и толщины 200 м площадь облака превысит площадь Москвы внутри МКАД в 2,9 раза. Наибольшее влияние на количество солнечных дней в году выбросы водяного пара оказывают в ноябре, так как плотность насыщенных паров в ноябре ниже, чем в июле, а объем сжигаемого природного газа выше.

Среднесуточная площадь облаков может достигать 12,7 тысяч км<sup>2</sup>, что превосходит площадь Москвы в пределах МКАД в 14,5 раз. Отношение выбросов к максимальному возможному количеству водяного пара в атмосфере Москвы в 200-метровом слое превышает 35% для температуры 0 °С у поверхности земли. Таким образом, проводимые в Москве мероприятия по повышению эффективности работы энергокомплекса и сокращению использования топлива (свыше 1,2 млрд м<sup>3</sup> природного газа за 5 лет) имеют значительное влияние на снижение негативного воздействия на окружающую среду и локальные климатические условия существования мегаполиса.

Сокращение выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>) за пять лет совместно ПАО «МОЭК» и ПАО «Мосэнерго» в результате переключения нагрузок – 2,2 млн тонн, в среднем 440 тыс. тонн в год (такой объем сопоставим с выбросами CO<sub>2</sub> 3 млн автомобилей в год). До 2021 г. будут закрыты еще 12 объектов: 11 малых котельных и одна квартальная тепловая станция. В результате переключения тепловой нагрузки 11-и малых котельных и одной квартальной тепловой станции на централизованное теплоснабжение от ТЭЦ выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сократятся на 157 тонн.

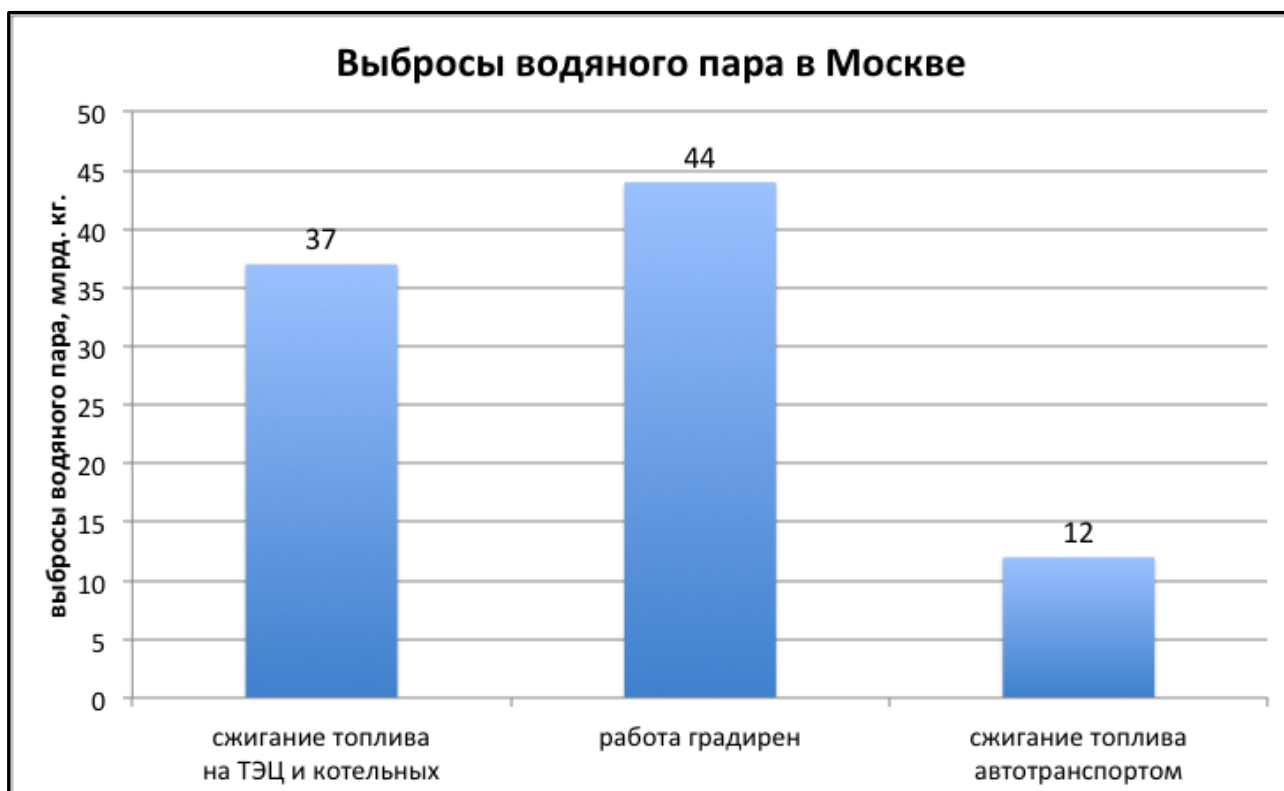


Рисунок 14. Выбросы водяного пара в Москве.

С 2006 г. Москва является участником Партнерства крупных городов в борьбе с изменением климата С40. В соответствии с решением мэра Москвы С.С. Собянина в 2011 г. Москва присоединилась к Проекту по раскрытию данных о выбросах парниковых газов CDP. Города-члены С40 получают возможность бесплатно пользоваться программным обеспечением для отслеживания и измерения выбросов парниковых газов, разработанным в рамках Проекта CDP, что представляет для Москвы особый интерес.

С 2007 г. в Москве производится расчёт объёмов выбросов парниковых газов с применением методологии, основанной на современных, общепризнанных и открытых методиках: Глобального протокола по инвентаризации ПГ на местном уровне (проект версии 2.0 (далее GPC 2.0), Протокола по инвентаризации парниковых газов от деятельности местных органов управления (версия 1.1, далее LGO Protocol) и Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, а также рекомендаций С40 и CDP.

По результатам инвентаризации, в 2017 г. выбросы ПГ в городе Москве составили - в области охвата 1 – 58 689 373 т CO<sub>2</sub>-экв.; - в области охвата 2 – 3 594 012 т CO<sub>2</sub>-экв.; - в области охвата 3 – 18 018 519 т CO<sub>2</sub>-экв. С 2013 года выбросы парниковых газов снизились более чем на 10 млн тонн CO<sub>2</sub>-экв. (по первому охвату) с 71 млн тонн в 2013 году до 58 млн тонн в 2018 году, то есть на 18%.

Географические границы оценки определены территориальными и административными границами города Москвы, включающими Троицкий и Новомосковский административные округа:

- область охвата 1 – все выбросы ПГ от источников, расположенных внутри географических границ города Москвы;

Распределение выбросов в 2014 г., % и млн т CO<sub>2</sub>-экв.

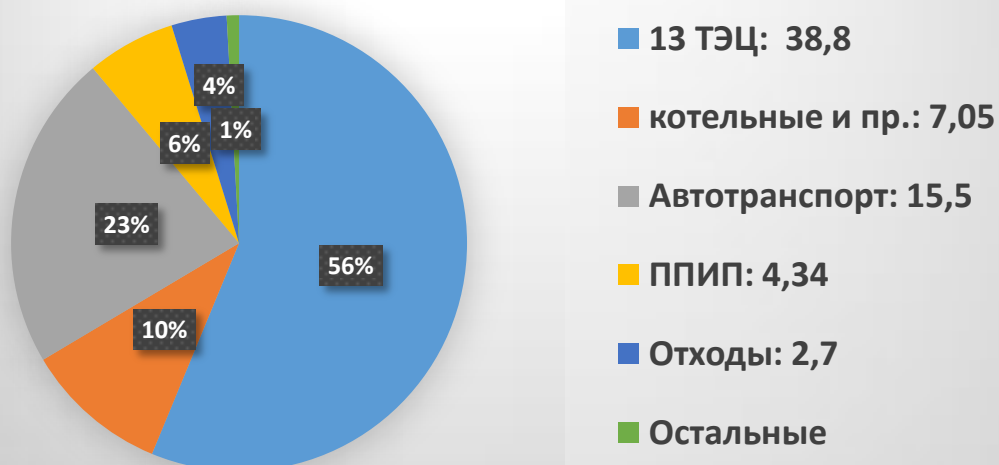


Рисунок 15 - Распределение выбросов CO<sub>2</sub> в Москве (2014 г.)

– область охвата 2 – все выбросы ПГ, возникающие вследствие использования электроэнергии, тепла и холода, предоставляемых посредством централизованных систем (электро- и теплоснабжение);

– область охвата 3 – прочие выбросы ПГ, которые возникают вне географических границ, но являются следствием деятельности города Москвы.

Динамика снижения выбросов парниковых газов в городе Москве представлена на рисунке 16. Расчёты показывают, что к настоящему времени Москва снизила выбросы парниковых газов более чем на 20% от уровня 1990 г.

Охват 1 Охват 2 Охват 3

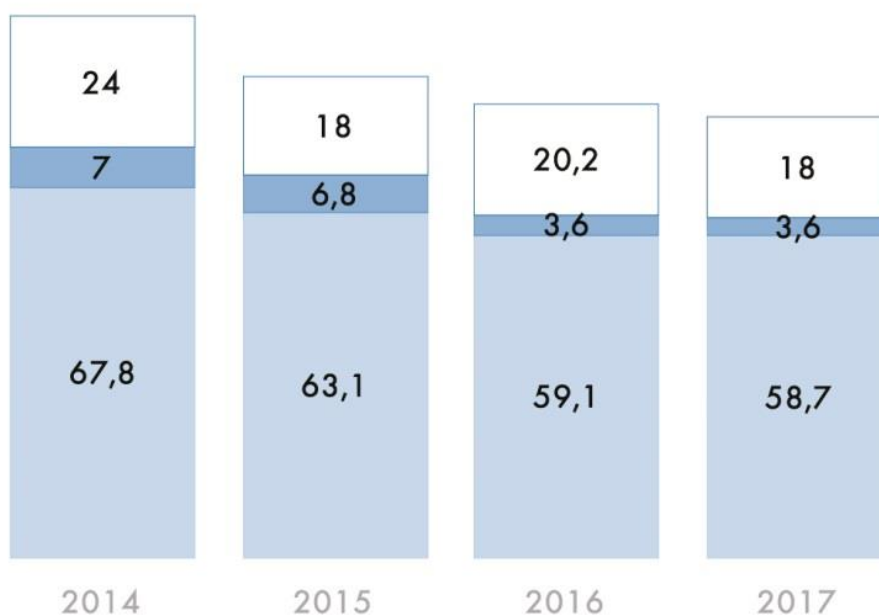


Рисунок 16. Динамика снижения выбросов CO<sub>2</sub>

## НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЖКХ

Переход промышленности на наилучшие доступные технологии (НДТ) является одним из основных путей обеспечения устойчивого развития и снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. По сути, НДТ позволяют осуществлять комплексную оценку перспектив повышения экологичности, ресурсо- и энергоэффективности промышленных предприятий с учетом целесообразности и наличия технических и финансовых возможностей для их модернизации.

Европейский опыт показывает существование прямой связи между внедрением НДТ, стимулированием модернизации производства и уменьшением антропогенной нагрузки на окружающую среду. Именно наличие у российских предприятий несомненного потенциала для снижения негативного воздействия на окружающую среду и климат, а также повышения энергоэффективности и ресурсосбережения определило акцентирование современной российской промышленной политики на модернизацию производства.

Для обеспечения защиты окружающей среды и снижения климатического воздействия особую актуальность имеет реализация комплексного подхода, позволяющего на практике обеспечить экономический рост без увеличения ресурсопотребления и существенно сократить негативные экологические последствия использования ресурсов. Большинство отраслевых информационно-технических справочников по НДТ содержат сведения об экологических эффектах и повышении энерго- и ресурсоэффективности, которые могут быть достигнуты при внедрении НДТ на промышленных предприятиях.

Несмотря на то, что воздействие на окружающую среду промышленного комплекса города Москвы в последние годы неуклонно снижается, о чем наглядно свидетельствуют статистические данные и результаты измерений автоматизированных стационарных и передвижных станций контроля качества воздуха, необходимо учитывать, что на данный момент на территории мегаполиса функционируют 49 промышленных предприятий со значительным негативным воздействием на окружающую среду, отнесенным к I категории предприятий – области обязательного перехода на НДТ. Кроме того, на территории Москвы зарегистрировано более 1000 предприятий II категории, с умеренным негативным воздействием на окружающую среду.

Как видно из рисунка 18, к лидирующим видам деятельности среди предприятий города Москвы, являющихся областью применения НДТ, можно отнести:

- производство пищевых продуктов – 9 предприятий (19%);
- производство химических веществ и химических продуктов – 8 предприятий (16 %);
- производство лекарственных средств и материалов – 8 предприятий (16 %);
- обеспечение электрической энергией, газом и паром – 6 предприятий (12 %);
- сбор, обработка и утилизация отходов – 6 предприятий (12 %).

Как уже отмечалось выше, крупные ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» активно внедряют новые технологические решения, основанные на принципах НДТ.



**Рисунок 18. Состав предприятий города Москвы I категории, являющихся областью применения НДТ**

В период с 01.12.2019 г. по 31.12.2025 г. все предприятия города Москвы со значительной степенью негативного воздействия на окружающую среду, отнесенные к I категории, обязаны получить комплексное экологическое разрешение (КЭР) и осуществить внедрение НДТ. Переход на НДТ позволяет не только стимулировать модернизацию промышленного сектора, но и усовершенствовать систему контроля за негативным воздействием предприятий на окружающую среду, а также систематизировать информацию об экологической результативности, энерго- и ресурсоэффективности предприятий. Однако, для оценки эффективности влияния перехода на НДТ на состояние окружающей среды необходимо наличие перечня показателей для проведения такой оценки, который позволит обосновать принятие управленческих решений в области повышения экологической безопасности и обеспечения устойчивого развития такого крупного мегаполиса, как Москва (таблица 12).

При оценке целесообразности внедрения НДТ необходимо учитывать, что разные отрасли оказывают не одинаковое влияние на различные компоненты окружающей среды. Степень негативного воздействия определяется не только интенсивностью нагрузки на окружающую среду от самого предприятия, но и ассимиляционным потенциалом конкретной территории, на которой находится предприятие. Важную роль играют: фоновое загрязнение, тип местности (городская или сельская), климатические условия, статус охраняемой территории и т.д.

На рисунке 19 показано распределение уровня выбросов предприятий I категории города Москвы на территории мегаполиса. Максимальная доля выбросов в атмосферу приходится на объекты теплоэнергетики – ТЭЦ ПАО «Мосэнерго», максимальная доля сбросов – на объекты АО «Мосводоканал» и ГУП «Водосток».



**ТАБЛИЦА 12. Комплекс мер по обеспечению требований природоохранного законодательства для предприятий I и II категории**

Мероприятия	Предприятия I категории НВОС	Предприятия II категории НВОС
Нормирование в области охраны окружающей среды	Установление технологических нормативов на основании отраслевых технологических показателей, установление нормативов образования и лимитов размещения отходов	Установление предельно допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ, нормативов образования и лимитов размещения отходов
Документация по осуществлению деятельности в области воздействия на окружающую среду	Комплексное экологическое разрешение	Проектная экологическая документация, включающая: ПДВ, ПДС, ПНООЛР, СЗЗ
Модернизация производства для обеспечения соответствия НДТ	Обязательно	Добровольно
Отчетность о негативном воздействии на окружающую среду	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Декларация о плате за негативное воздействие на окружающую среду за год</li> <li>– Сведения об объемах образования отходов за год</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Декларация о воздействии на окружающую среду</li> <li>– Декларация о плате за негативное воздействие на окружающую среду за год</li> <li>– Сведения об объемах образования отходов за год</li> </ul>
Проведение производственного экологического контроля	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка программы экологического контроля</li> <li>– Оснащение стационарных источников выбросов/сбросов автоматическими системами контроля выбросов/сбросов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разработка программы экологического контроля</li> </ul>

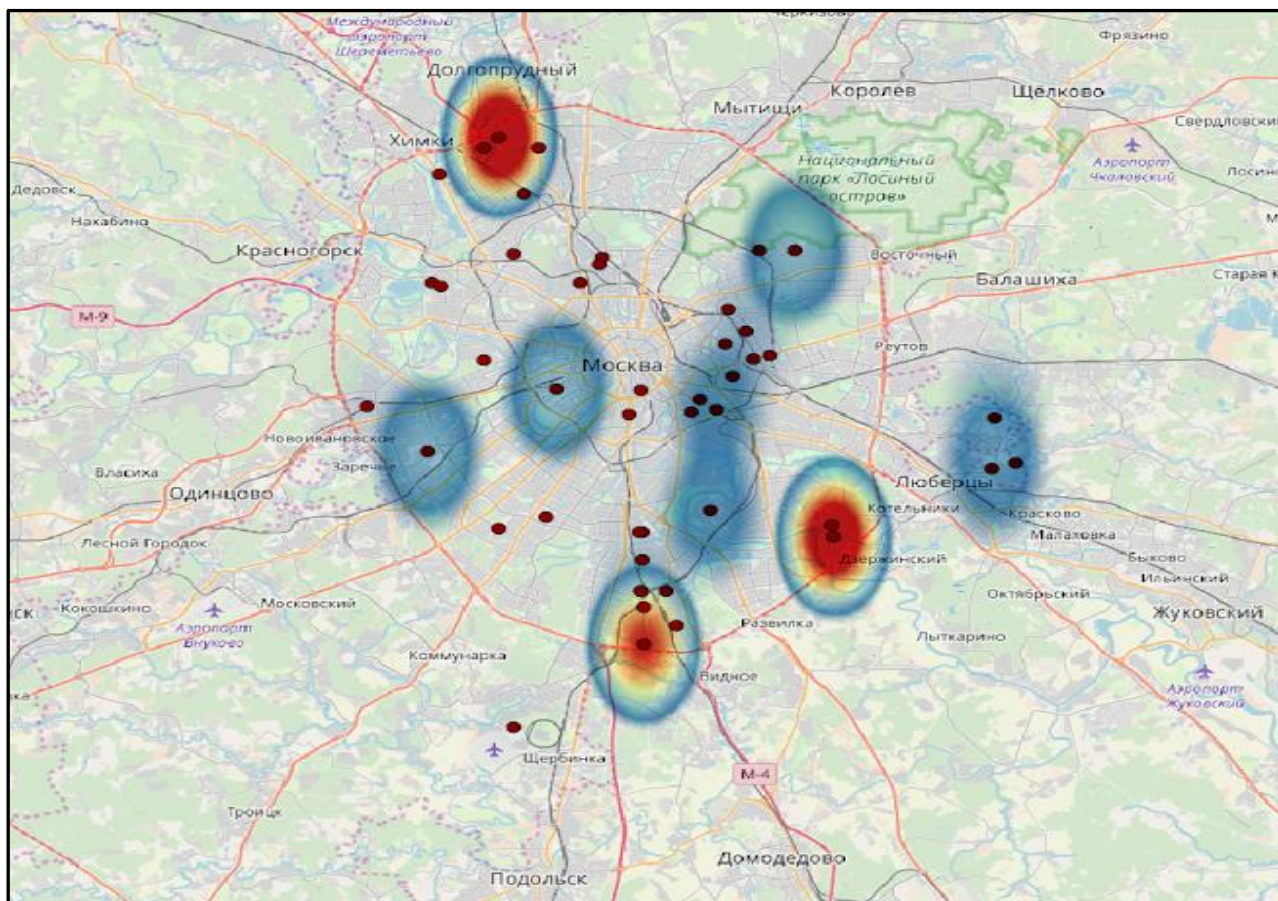


Рисунок 19. Распределение объектов I категории по уровню выбросов на карте Москвы (в границах МКАД)

В рамках Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию разработана система индикаторов устойчивого развития РФ, которая включает в себя 42 показателя. На основании анализа основных экологических и социально-экономических проблем города Москвы по заказу Правительства Москвы Центром экологической политики России и учеными МГУ были выделены 13 ключевых индикаторов, таких как:

1. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ.
2. Сбросы загрязненных сточных вод.
3. Шумовое загрязнение.
4. Количество (доля) дней (проб) с концентрациями вредных веществ, превышающими ПДК/ИЗА.
5. Число (доля) населения, проживающего в зонах повышенной опасности (на территориях с риском для здоровья от загрязнения воздуха больше  $10^{-3}$ ).
6. Площадь (доля) земель, подлежащих реабилитации.
7. Биоиндикатор.
8. Доля (объем) переработанных и обезвреженных токсичных отходов.
9. Доля земель природного комплекса.
10. Коэффициент обновления основных фондов.
11. Энергоемкость ВРП.
12. Доля инвестиций, направленных на охрану окружающей среды, во всех инвестициях.
13. Пассажирооборот общественного транспорта.

Данные индикаторы устойчивого развития, способствуют принятию эффективных решений на муниципальном уровне и помогают оценивать процесс движения в сторону устойчивости, отслеживать текущую ситуацию, контролировать эффективность принимаемых мер и прогнозировать развитие города на перспективу. Однако индикаторы устойчивого развития можно рассматривать только как предварительную и укрупненную схему оценки, которая требует изменений и дополнений.

Немалую роль при оценке эффективности внедрения новых технологий играет социальный аспект. Он является завершающим звеном в оценке влияния антропогенной деятельности на окружающую среду, так как с ухудшением состояния окружающей среды возрастают факторы риска здоровья населению. Также ухудшение качества среды обитания увеличивает риск повышения уровня напряженности демографической ситуации в стране на фоне снижения естественного прироста численности населения. Таким образом, заболеваемость населения является одним из биоиндикаторов, характеризующих экологическое состояние территории и отражает суммарный эффект влияния антропогенных факторов на атмосферный воздух, воду, почву, растительный и животный мир.

В таблице 13 рассмотрены наиболее значимые и часто используемые в РФ показатели антропогенного воздействия на атмосферный воздух и показатели качества окружающей среды, которые могут быть использованы для оценки эффективности внедрения НДТ в мегаполисе. Для удобства анализа показатели были условно разбиты на следующие группы:

- 1) эколого-экономические показатели (показатели денежных затрат и показатели экономической эффективности, показатели энергетической и ресурсной эффективности);
- 2) показатели антропогенного воздействия на окружающую среду и показатели качества окружающей среды;
- 3) социальные критерии;
- 4) индикаторы устойчивого развития.

Выбор тех или иных показателей обуславливается приоритетным воздействием предприятий на окружающую среду и социально-экономическую и экологическую обстановку города, региона. Наилучшие доступные технологии – это основной инструмент предотвращения и контроля загрязнения, призванный обеспечить высокий уровень защиты окружающей среды. Для комплексной оценки эффективности внедрения НДТ необходимо детально исследовать комплексную взаимосвязь между предприятием и его воздействием на окружающую среду. В любом случае динамика внедрения наилучших доступных технологий служит косвенным маркером не только снижения воздействия на окружающую среду, но и повышения адаптационного потенциала мегаполиса.

Московский регион по сравнению с другими субъектами РФ отличается более высокими показателями использования НДТ (в том числе в энергетическом комплексе) и ресурсоэффективностью при значительно большем влиянии техносферы на окружающую среду. Это обстоятельство накладывает важные ограничения на рост эмиссий и стоков, предопределяет ключевые приоритеты природоохранных мер в области активного роста «зеленого каркаса» и обеспечения биоразнообразия в зоне влияния мегаполиса.

**ТАБЛИЦА 13. Сравнение и увязка различных групп показателей для оценки эффективности внедрения НДТ**

Объект	Эколого-экономические показатели	Показатели антропогенного воздействия и качества окружающей среды в РФ	Показатели устойчивого развития г. Москвы
Изменения климата	Углеродная эффективность производства; Интенсивность выбросов CO <sub>2</sub>	Биоклиматические индексы	
Качество атмосферного воздуха	-	Доля проб атмосферного воздуха, не соответствующая нормативам; Индекс загрязнения атмосферного воздуха; Загрязнение PM <sub>2,5</sub> , среднегодовое воздействие; Озон в приземном воздухе (O <sub>3</sub> ); Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА); Стандартный индекс и наибольшая повторяемость; Интегральный параметр Р; Оценка качества воздуха с учетом степени экологической опасности; Методы биоиндикации	Количество (доля) дней (проб) с концентрациями вредных веществ, превышающими ПДК/ИЗА
Антропогенное воздействие на атмосферный воздух	Экономическая оценка ущерба, причиненного загрязнением атмосферного воздуха стационарными и передвижными источниками; Интенсивность загрязнения атмосферы	Валовый выброс	Выбросы загрязняющих атмосферу веществ; Биоиндикатор
Общее использование ресурсов	Энергоемкость ВРП; Эффективность внутреннего потребления материалов	-	-
Энергетические ресурсы	Энергоэффективность производства	-	-

Объект	Эколого-экономические показатели	Показатели антропогенного воздействия и качества окружающей среды в РФ	Показатели устойчивого развития г. Москвы
Комплексные показатели антропогенного воздействия	Интенсивность образования загрязнений окружающей среды	Эргодемографический индекс (ЭДИ); Предельно допустимая техногенная нагрузка; Комплексный показатель воздействия на окружающую среду; Коэффициент суммарной антропогенной нагрузки; Коэффициент антропогенного давления (энергетический критерий)	
Окружающая среда и здоровье	-	-	Число (доля) населения, проживающего в зонах повышенной опасности (на территориях с риском для здоровья от загрязнения воздуха больше $10^{-3}$ )

Несмотря на то, что понятие «новые доступные технологии» (НДТ) является новым для российского права и экологического регулирования, его имплементация и освоение движется в разных отраслях и регионах страны с разной интенсивностью. Активно разрабатываются разные формы государственной поддержки внедрения НДТ: на сегодня навигатор форм поддержки на сайте ГИС «Промышленность» насчитывает более 1100 федеральных и региональных мер и механизмов поддержки, из которых около сотни напрямую направлены на поддержку НДТ и внедрения экологического оборудования и технологий.

Для внедрения НДТ на предприятиях I категории города Москвы необходима разработка методических рекомендаций по выбору НДТ с учетом отраслевой специфики и особенностей конкретного предприятия, которые могут быть оформлены в формате нормативного документа субъекта РФ для следующих отраслей и видов деятельности: обеспечение электрической энергией, газом и паром; очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов; сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья, а также производство: пищевых продуктов; алкогольных напитков; кокса и нефтепродуктов; химических веществ и химических продуктов; лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях; резиновых и пластмассовых изделий; прочих транспортных средств и оборудования.



## ГОРОДСКАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ: НАИЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ В ЖКХ И УРБАНИСТИКЕ. «ЗЕЛЕНОЕ» СТРОИТЕЛЬСТВО

Тенденции изменения энергетической эффективности и «экологического следа» городской недвижимости связаны с процессами поэтапной модернизации, капитального ремонта жилого фонда, активного ввода в строй нового жилья, объектов социальной сферы, торгово-развлекательных комплексов. Активно развиваются проекты реконструкции промышленных зон, общественно-парковых комплексов, начата масштабная программа реновации жилья. Все это приводит к небольшому росту электрических нагрузок (как правило, в теплое время года), при этом тепловые нагрузки мегаполиса практически не растут.

Соответственно, модернизация и реконструкция существующих зданий, реновация жилого фонда и новое строительство должны иметь свои наборы мер и действий повышения энерго- и ресурсоэффективности, адаптационных характеристик.

«Зеленое» строительство и «зеленые» здания – это условное название, представляющее важнейшее направление в мировой строительной индустрии, переходящей к проектированию и формированию устойчивой среды обитания человека. Уже более 30 стран успешно развивают строительство «зеленых» зданий и имеют рейтинговые системы их сертификации. Наиболее известные среди них – британская BREEAM, американская LEED и немецкая DGNB. К настоящему времени в Москве сертифицировано по BREEAM порядка 15, а по LEED – более 40-строительных объектов.

Отечественная система сертификации «зеленых» зданий должна опираться на национальную нормативную базу, опыт проектирования, строительства и эксплуатации зданий в России. Наилучшей на сегодняшний день является система сертификации РУСО, которая прошла апробацию, получила признание мировым сообществом и была одобрена FIFA для сертификации стадионов Чемпионата мира по футболу 2018 года с точки зрения их экологической эффективности.

Назрела необходимость разработки собственной рейтинговой системы зеленого строительства для Москвы и Московской области, исходя из следующих положений:

- Москва и Московская область являются крупным мегаполисом по занимаемой площади и количеству населения, соизмеримым с некоторыми странами Европы;
- наибольший объем жилищного строительства в России осуществляется в Москве и Московской области, где введено 13,5 % от сданной в эксплуатацию общей площади жилья по России в целом или порядка 40 млн кв. метров жилой площади;
- программа реновации жилых зданий в Москве является крупномасштабным строительным мероприятием, новым шагом в создании комфортной среды обитания человека и должна опираться на рейтинговую систему с учетом особенностей реновации;
- Правительства Москвы и Московской области разработали соответствующие программы по энергосбережению и экологической безопасности, которые выдвигают более высокие требова-

ния по сравнению с действующими нормативными документами и могут быть органично включены в рейтинговую систему «зеленого» строительства.

Кроме всего прочего, Москва является наиболее посещаемым городом, так что «зеленые» здания могут и должны быть демонстрационным объектом для других российских специалистов.

Ключевые меры для успешной реализации «зеленых» подходов в строительстве:

- необходимо решение Правительства Москвы о поддержке системы добровольной экологической сертификации реконструируемых и вновь строящихся жилых и иных объектов в целях формирования качественной среды обитания человека: наличие парковых зон, удобства транспорта, и т.д.;

- при проведении тендеров на проектирование, реконструкцию и строительство необходимо учитывать результаты добровольной сертификации как положительные факторы;

- определить ряд представительских зданий в Москве для проведения сертификации по рейтинговой системе и обеспечить широкое информирование в СМИ о результатах сертификации;

- организовать и провести систему конкурсов по достигнутым результатам зданий «зеленого» строительства;

- рекомендовать высшим учебным заведениям архитектурно-строительного и соответствующего инженерного профиля разработать методические рекомендации по оценке студенческих проектов с позиции «зеленого» строительства.

Новые дома, построенные по программе реновации жилого фонда Москвы, должны соответствовать классу энергоэффективности «В». Проще говоря, они будут потреблять почти в два раза меньше всей энергии на метр площади по сравнению со сносимыми пятиэтажками. Вот лишь некоторые решения:

- энергоэффективные стены и стеклопакеты в окнах;
- поквартирная система отопления с индивидуальными счетчиками, позволяющая жителям самостоятельно регулировать температуру и экономить тепло;
- автоматизированные системы управления, корректирующие подачу тепла в здания в зависимости от погодных условий;
- современная инженерная инфраструктура подачи и распределения тепла и воды;
- энергосберегающие светильники в холлах, подвалах и других местах общего пользования.

Принципиально важно предусмотреть использования экологических, энерго- и ресурсосберегающих решений в комплексе, не только для зданий, но и для кварталов в целом, как ключевые приоритеты отбора успешных проектов реновации (таблица 14).

**ТАБЛИЦА 14. Экологические критерии для использования в проектах реновации**

<b>Группы критериев</b>	<b>Непосредственные показатели</b>
Параметры безотходности	Сокращение тепловых потерь зданием (минимизация удельной теплозащитной характеристики)
	Возможность рекуперативного использования тепла стоков здания
	Возможность использования тепла вентиляционных выбросов здания
Параметры бережного сноса	Использование систем пылеподавления при сносе
	Максимальное вторичное использование материалов здания
	Инвентаризация сносимых конструкций, деревьев в зоне сноса
Общие экологические параметры	Доля зеленых насаждений в новых квартальных планировках
	Система формирования элементов экологического каркаса
	Наращивание возможностей «зеленых крыш», «зеленых фасадов»
Пространственно-территориальная сбалансированность	Сбалансированность жилой, нежилой застройки, общественных пространств
	Стремление к квартальным оптимумам и размерам ( $\leq 2$ га) с максимальным приоритетом немоторизованного движения
	Переменная этажность и максимальное использование разно-уровневых поверхностей
Информационно-мониторинговые функции	Объединение разных систем мониторинга (учет, пожарная сигнализация, безопасность) в единый комплекс
	Сеть инфо-сервисов (инфо-офисы, инфо-экраны, схемы кварталов и карты, wi-fi доступ к информации)
	Комплексная система навигации с единым дизайном

**Основные урбанистические решения и приоритеты для адаптации застройки (городской среды мегаполиса) к изменению климата**

1. Ориентация пространственных решений на снижение ветровых нагрузок и воздушных потоков в публичных городских пространствах.
2. Аэрация (сухие фонтаны и распределители водяного пара) и затенение городских пространств: крупномеры, высокие кустарники стационарные или мобильные навесы, козырьки, препятствующие перегреву, высушиванию, запылению городских пространств в период высоких температур, кондиционирование остановок общественного транспорта.
3. Мобильная и стационарная защита южных, западных, юго-западных фасадов (внутренних помещений) от перегрева (лоджии, веранды, жалюзи, ставни, козырьки, навесы) и от ветрового охлаждения северных, северо-западных, северо-восточных фасадов.
4. Защита от переохлаждения и наледей в период низких температур, размещение стационарных и мобильных теплых объектов в общественных городских пространствах (теп-

лые остановки общественного транспорта, мобильные кафе, др.), подогрев козырьков, тротуаров, ливневых стоков с фасадов зданий в местах высокого пешеходного транзита

5. Интеграция природных городских систем в систему водосбора и утилизации ливневых осадков; максимально возможное восстановление природных водосборных систем в городе.

### **Приоритет коротких структурных связей внутри города**

Короткие связи сокращают издержки в части землепользования и застройки, обеспечивая жизнедеятельность людей и высокое качество жизни при минимальных нагрузках на окружающую среду; увеличивают количество как акторов городских процессов, так и их пользователей на единицу территории, создавая вторичные и третичные бенефиты.

Например, сокращение расстояний между домом и работой до пешеходного обеспечивает пешеходный транзит, который обрастает обслуживающей инфраструктурой и сервисами, снижая необходимость в ежедневном режиме совершать поездки и пользоваться транспортом. На коротких связях возникают, а на длинных связях не возникают, новые модели пользования ресурсами, определяющие максимально эффективное использование пространств, технологических и инженерных объектов и сооружений. В частности, модель car-sharing, сокращает количество парковочных мест и в целом количество автомобилей в городе, а значит и значительное сокращение CO<sub>2</sub>; модель sharing-space высвобождает городские пространства для наиболее востребованных в современном обществе зеленых зон.

Политика коротких связей запускает процессы повышения экологической осознанности, являющейся самым устойчивым и доступным инструментом обеспечения жизнестойкости городских и природных систем, их взаимовыгодной интеграции, к сокращению экспансии в новые природные территории, к сокращению эффекта «вытоптанности» в прилегающих к городам природных комплексов и заповедников.

### **Транспортная модальность и пространственная дифференциация связей:**

- двухконтурная и многосвязная улично-дорожная сеть: базовый уровень (сетка улиц с непосредственным доступом с пятна застройки, приоритетом немоторизированных участников движения и удобными пешеходными связями) и скоростной уровень (сеть скоростных магистралей с управляемым доступом проходящими либо ниже, либо выше базового уровня сети);

- интегрированная система общественного транспорта (скоростной внеуличный транспорт и/или LRT; традиционный наземный общественный транспорт и такси с высоким уровнем «right-of-way»; паратранзит на транк-линиях и специальных перевозках;

- согласованная система управления перевозки пассажиров и грузов (интермодальная транспортная система).

Транспортная модальность и пространственная дифференциация связей снимают необходимость использовать личный транспорт в качестве городского (ежедневного) и ведут к усилению эффектов политики коротких связей. В предельной модели выбросы от транспорта приближаются к значению, которое природная система, интегрированная в город, способна аннулировать полностью.

Развитая транспортная система предопределяет и политику землепользования, которая является одним из существенных факторов обеспечения жизнеустойчивости городов: плотность транспортных районов, и их этажность убывает с удаленностью от транспортных узлов (политика транзитно-ориентированного девелопмента), вплоть до ограниченного размещения

высотных зданий в пешей доступности от транспортных хабов, при условии соблюдения пространственных параметров (длина дворов, размер кварталов ширина улиц, интенсивность инфраструктуры, количество соседств).

### **Доступность/безбарьерность городской среды**

1. Ликвидация крупных, изолированных территорий, линейных объектов, препятствующих капиллярной связности городских пространств и природных систем в городе.
2. Обеспечение наружных вертикальных связей (пандусы, лестницы, траволаторы, эскалаторы, лифты) в местах перепадов рельефа.
3. Эргономичное покрытие пешеходных и транспортных путей.
4. Доступность для людей с ограниченными возможностями.

Эти принципы обеспечивают связность территорий. Любой разрыв, вызванный нарушением одного из данных принципов/требований, увеличивает расстояния между объектами не только для людей с ограниченными возможностями, но, в условиях климатических изменений, для всех, без исключения пользователей. Крупные пространственные разрывы в городских системах увеличивают расстояния между объектами, вызывая непропорциональный рост издержек жизнедеятельности людей, дифференцированно увеличивая нагрузку на транспортные, инженерные и природные системы. Разрывы в природных сетях препятствуют сохранению и развитию природных экосистем и их способности к самовосстановлению и, соответственно, к способности отвечать на климатические и техногенные вызовы.

### **Комплексная система навигации, включая:**

- 1) идентичность кварталов, характерность застройки и ландшафтных решений (структура застройки, дизайн мощений, остановки общественного транспорта, дизайн малых архитектурных форм, уличной мебели и освещения);
- 2) архитектурные доминанты сбалансированных пространств;
- 3) сеть инфо-сервисов (инфо-офисы, инфо-экраны, схемы кварталов и карты, wi-fi доступ к информации);
- 4) дизайн вывесок, названий улиц, оформления первых этажей

Данные принципы предъявляют требования, в первую очередь, к планированию городов и их трансформации в соответствии с особенностями и условиями природного ландшафта, «захватывая» и усиливая дифференцированные способности геологических систем распределять и обрабатывать различные вызовы, в том числе, связанные с климатическими изменениями. Следующие уровни принципов направлены не только на обеспечение комфортного, предсказуемого перемещения по городу, но и на максимально быстрый доступ к навигационным объектам в режиме ЧС.

Часть предлагаемых мер и решений находит свое место в проектах новых планировок кварталов реновации, модернизации промзон, увязывается с принципами «smart-city». Город меняется, меняются его инфраструктуры, коммунальный комплекс, транспортная система, общественные и парковые пространства<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Как меняется работа жилищно-коммунального комплекса Москвы. Издание Комплекса городского хозяйства Правительства г. Москвы. 2019 г.



## СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Комплексность климатической проблематики предполагает наличие единого мониторинга ключевых экологических параметров, состояния природных сред и зеленых насаждений, нового качества климатической информации.

Специально уполномоченная организация города Москвы по осуществлению государственного экологического мониторинга – Государственное природоохранное бюджетное учреждение «МОСЭКОМОНИТОРИНГ» наблюдает за состоянием окружающей среды. Региональная система экологического мониторинга включает в себя наблюдения за состоянием атмосферного воздуха (56 автоматических станций контроля загрязнения атмосферы включая 4 мобильные станции), поверхностных водных объектов (66 утвержденных контрольных створов), подземных вод (124 скважины и 165 водопунктов (родников, колодцев)), почв (1333 площадки постоянного мониторинга), зеленых насаждений (130 постоянных площадок наблюдения за зелеными насаждениями, 25 площадок наблюдения за газонами), уровней шума (4 мобильные и 1 стационарная автоматические станции контроля шума), опасных геоэкологических процессов (13 постоянных участков наблюдения оползневых процессов, 1 участок карстово-суффозионных процессов).

Основные направления деятельности ГПБУ «МОСЭКОМОНИТОРИНГ»:

- входит в состав единой системы оперативно-диспетчерского управления в чрезвычайных ситуациях города Москвы (управления МЧС России по городу Москве);
- осуществляет проверки государственного экологического контроля по жалобам жителей и заявкам префектур;
- оказывает услуги организациям по экологическому контролю (проведение внеплановых экологических обследований);
- организует регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов, почв, зеленых насаждений, уровней шума, опасных геоэкологических процессов;
- обеспечивает работоспособность и эксплуатацию автоматических станций контроля загрязнения атмосферы, передвижных экологической лабораторий, аналитической лаборатории;
- организует экологические обследования территорий города по жалобам населения, обращениям городских организаций и т.д.;
- организует прямые инструментальные наблюдения за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух городскими предприятиями – субъектами локального экологического мониторинга, утвержденными Правительством Москвы;
- обрабатывает и анализирует данные о состоянии природных сред в городе Москве;
- предоставляет экологическую информацию различным категориям пользователей и населению, в том числе через официальный сайт в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;
- ведет единый городской фонд данных экологического мониторинга.

Городская **система мониторинга качества атмосферного воздуха** начала создаваться в 1995 г. В настоящее время система включает в себя:

- сеть из 56 автоматических станций контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА), позволяющих непрерывно и круглосуточно контролировать более 20 параметров загрязнения атмосферы,
- специализированные метеорологические комплексы для контроля условий рассеивания,
- передвижные лаборатории,
- аналитическую лабораторию, аккредитованную на лабораторный анализ широкого спектра загрязняющих веществ в воздухе.

АСКЗА расположены на всей территории города и охватывают все функциональные зоны: территории, находящиеся под влиянием крупных автодорог, спальные районы, фоновые территории, удалённые от источников выбросов, а также территории, подверженные влиянию выбросов крупных промышленных объектов.

На базе ГПБУ «Мосэкомониторинг» создана круглосуточная служба оперативного контроля, предназначенная для непрерывного мониторинга экологической обстановки в городе Москве, своевременного предупреждения и выявления экологических происшествий, угрозы или возникновения чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, связанных с высоким и экстремально высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха и организации оперативного реагирования на экологическое происшествие.

Создание Службы позволило в 2 раза увеличить количество рейдов передвижных экологических лабораторий (ПЭЛ) для исследования уровней загрязнения атмосферного воздуха по жалобам жителей, в том числе в ночное время.

ПЭЛ позволяет в режиме реального времени производить измерения по 11 загрязняющим веществам в атмосферном воздухе: оксид углерода, диоксид и оксид азота, аммиак, диоксид серы, сероводород, суммарные углеводороды, безметанновые углеводороды, метан, взвешенные вещества (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>).

С 2016 г. информация о датах, адресах и результатах проведенных передвижными экологическими лабораториями исследований загрязнения атмосферного воздуха представляется в виде набора открытых данных «Данные передвижной лаборатории контроля

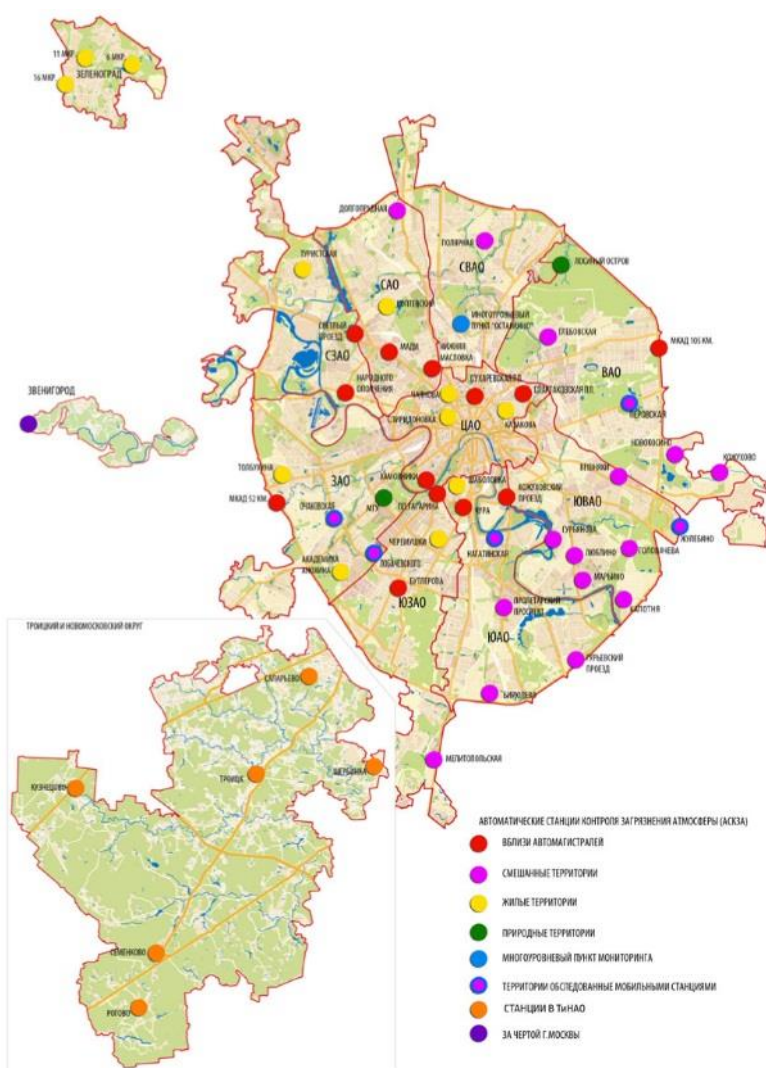


Рисунок 22. Схема расположения автоматических станций контроля загрязнения воздуха (АСКЗА)

## Средние концентрации оксида углерода

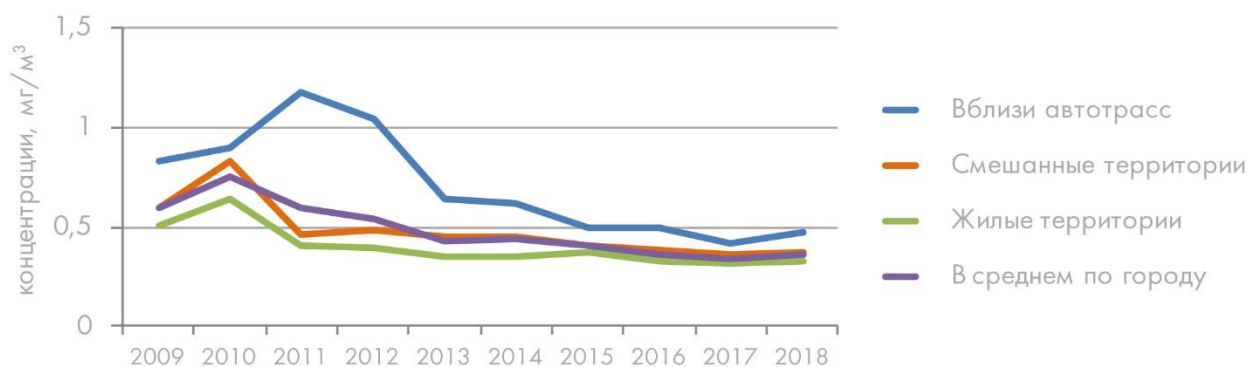


Рисунок 21. Концентрации оксида углерода в разных условиях мегаполиса

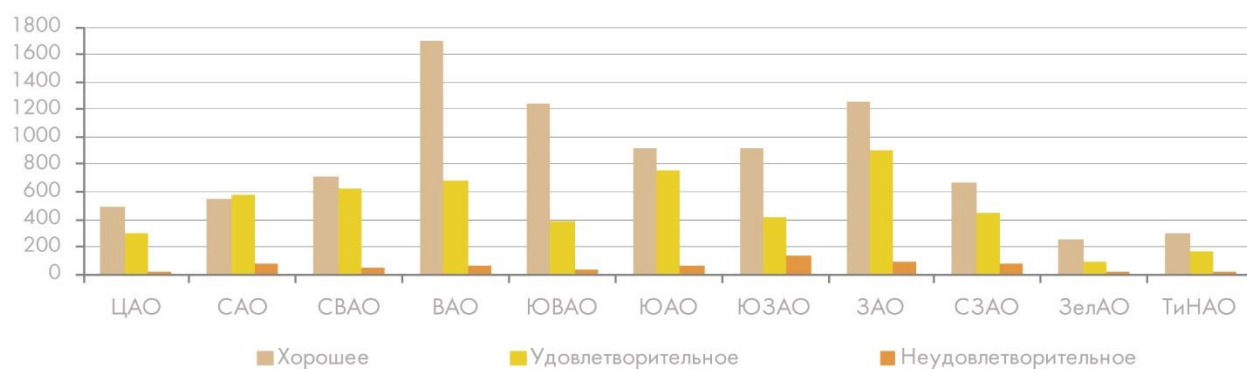
загрязнения атмосферного воздуха» в автоматизированной информационной системе «Общегородская платформа открытых данных». Максимальные концентрации основных загрязняющих веществ (CO, NO<sub>2</sub>, NO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) зафиксированы на территориях вблизи автотрасс. В жилых районах концентрации основных веществ снижались в среднем в 1,4 раза по сравнению с аналогичными показателями на примагистральных территориях.

По комплексному показателю индекса загрязнения атмосферы ИЗА (рассчитанному по пяти веществам, рекомендованным Всемирной организацией здравоохранения, которые контролируются на всей территории города, на всех типах городских территорий – CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>), уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивался как низкий. Показатель ИЗА, равный 2,8, незначительно выше значения, зафиксированного в 2017 г. (ИЗА – 2,7 для аналогичного перечня веществ).

Повторяемость превышений ПДКсс диоксида азота на территориях вблизи автотрасс достигала 85,2%, на смешанных территориях – от 5,2% до 53,4%, на жилых территориях – до 43,56%. При неблагоприятных метеорологических условиях для рассеивания среднесуточные концентрации диоксида азота возрастали в среднем в 1,5 раза. Повторяемость превышений ПДКсс оксида азота составила от 0,5% до 33,9% на территориях вблизи автотрасс, от 2,7 до 12,3% – на смешанных территориях, от 0,3% до 6,0% – на жилых территориях. Превышения ПДКсс оксида углерода не отмечались. Максимальная среднесуточная концентрация оксида углерода достигала 0,7 ПДКсс.

Системные **наблюдения за состоянием зелёных насаждений** в Москве начались в 1997 г. В настоящее время наблюдательная сеть включает 130 площадок постоянного наблюдения (ППН), расположенных на территориях с различной антропогенной нагрузкой (скверы, магистрали, дворовые территории, парки). Натурные исследования включают визуальную оценку различных параметров древесно-кустарниковой и травянистой растительности, осуществляется контроль распространения болезней и вредителей зелёных насаждений. В 2018 г. в рамках мониторинга было обследовано 10976 деревьев и 17175 кустарников.

В рамках мониторинга использовались классические методы оценки состояния зелёных насаждений, а также метод дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Данные ДЗЗ позволяют оценивать показатели озеленённости, площадные характеристики, количественные параметры озеленённых территорий, проводить скрининговые исследования по выявлению участков ослабления растительности на основе вегетационных индексов.



Распределение древесно-кустарниковой растительности согласно характеристикам состояния на территориях административных округов Москвы



Распределение деревьев по возрастам на территориях административных округов Москвы

Рисунок 22. Данные о древесно-кустарниковой растительности из «Реестра зелёных насаждений»

Для контроля сохранения баланса зелёных насаждений на территории Москвы с 2007 г. ведется автоматизированная информационная система «Реестр зелёных насаждений», который используется в целях:

- хранения информации о зелёных насаждениях;
- планирования и ведения хозяйственной деятельности по благоустройству и содержанию территорий;
- контроля соблюдения природоохранного законодательства;
- предоставления исходных данных при разработке территориальных схем, проектов планировки и т.п.;
- получения наиболее полной и актуальной информации о зелёных насаждениях: видовой принадлежности, возрасте, состоянии, местоположении, типе травяного покрова; о распространении растений и животных, занесённых в Красную книгу;
- экспорта данных о границах зелёных насаждений в Единую городскую автоматизированную систему обеспечения поддержки деятельности Открытого правительства города

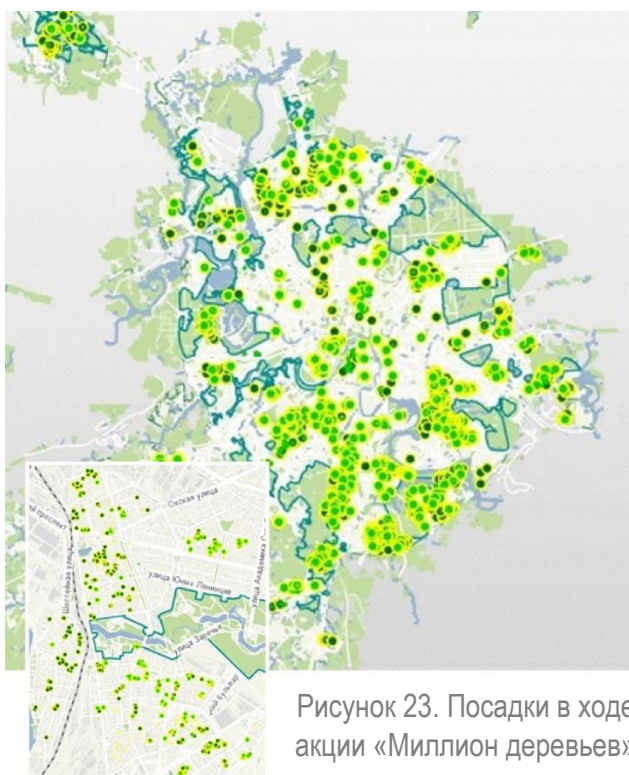


Рисунок 23. Посадки в ходе акции «Миллион деревьев»



Москвы для использования Московской административной дорожной инспекцией при администрировании нарушений по ст. 8.25 Закона города Москвы от 21.11.2007 № 45 «Кодекс города Москвы об административных правонарушениях» (размещение транспортных средств на территории, занятой зелёными насаждениями);

- определения принадлежности озеленённой территории;
- предоставления информации о зелёных насаждениях гражданам (реализация их права на получение информации о состоянии окружающей среды).

**Система мониторинга за опасными атмосферными явлениями.** Анализ данных метеорологических наблюдений последних лет выявляет в Москве от 150 до 187 случаев опасных атмосферных явлений в год, но тенденции увеличения их количества не наблюдается. По прогностическим оценкам до 2040 года не ожидается выхода за указанные пределы количества ежегодных опасных явлений.

Разделение опасных явлений по видам показывает, что наиболее часто в Москве появляются резкие перепады температуры, продолжительный сильный дождь и переходы температуры через ноль градусов. Ранее, на основе экстраполяции природных циклов, были получены прогностические оценки количества дней за год с опасными атмосферными явлениями, обобщенные по предстоящим десятилетиям или пятилетиям.

Сравнение прогностических оценок за разные интервалы лет до 2040 года не выявило предпосылок больших изменений количества опасных атмосферных явлений в будущем, но установившаяся к настоящему времени и прогнозируемая большая повторяемость опасных атмосферных явлений существенно уже при сегодняшнем уровне влияет на все сферы жизни и деятельности человека. Любые отклонения от прогностических значений должны контролироваться и учитываться в мероприятиях по адаптации.

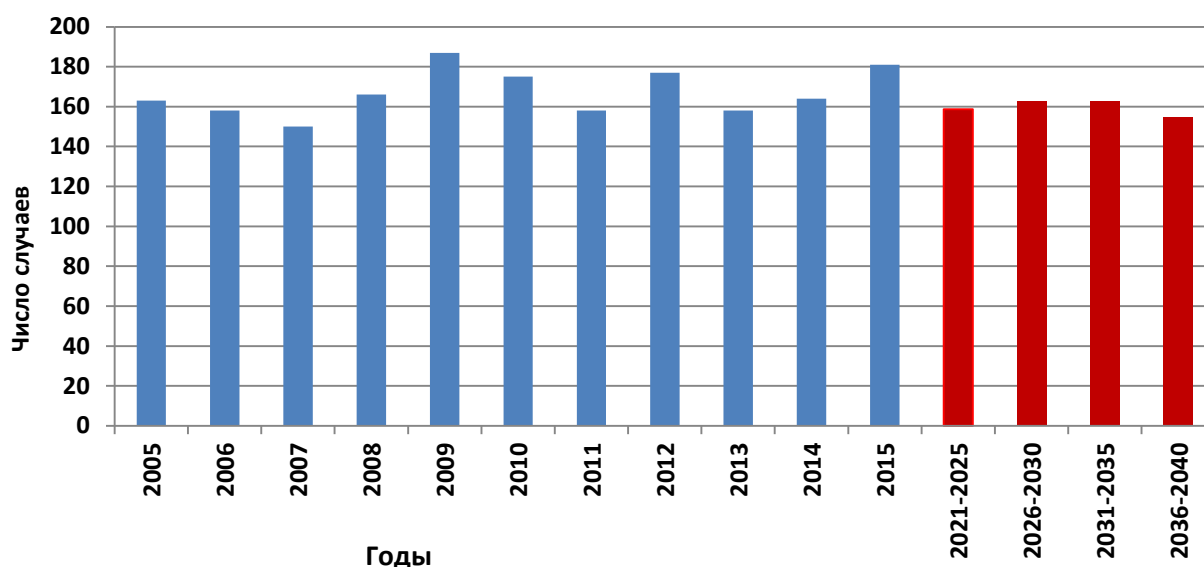


Рисунок 24. Количество опасных атмосферных явлений по годам в Москве по данным наблюдений и прогностические оценки их среднегодовых значений по пятилетиям до 2036-2040 годов (без учета смерчей, шквалов, ураганов)

**ТАБЛИЦА 15. Прогностические оценки среднего по десятилетиям количества дней за год с опасными явлениями «сильный мороз» и «сильная жара»**

Опасные климатические явления	Прогноз на 2021-2030гг	Прогноз на 2031-2040гг
Сильный мороз (минимальная за сутки температура воздуха $\leq -35^{\circ}\text{C}$ )	0	0.01
Сильная жара (максимальная за сутки температура воздуха $\geq +35^{\circ}\text{C}$ )	2.29	1.78

Представленные в таблицах виды опасных атмосферных явлений должны составить основу системы мониторинга за опасными атмосферными явлениями. Поэтому ключевой задачей мониторинга атмосферных явлений и метеорологических наблюдений по адаптации мегаполиса к изменениям климата является развитие существующих и создание новых, более эффективных, систем раннего предупреждения ОЯ.

К настоящему времени специалистами Росгидромета разработан прототип модели атмосферы COSMO-Ru1rg с шагом сетки 1 км для решения проблем, возникающих при переходе к еще более мелким шагам, и обучению пользователей. Начаты в квазиоперативном режиме численные прогнозы погоды с шагом сетки 1 км с учетом влияния городской застройки, идет работа по подготовке модели шагом сетки менее 1 км.

Установка новых автоматизированных метеостанций, в том числе с градиентными измерениями, интеграция модели с ГИС для г. Москвы позволит перейти к созданию системы вероятностного (ансамблевого) прогноза для оценки степени угроз возникновения опасных погодных явлений в московском мегаполисе, что позволит получить новые дополнительные возможности. Комплекс предлагаемых мер и новые возможности системы мониторинга отражены в таблице 17.

**ТАБЛИЦА 16. Прогностические оценки по пятилетиям количества дней за год с опасными атмосферными явлениями для Московского региона**

Опасные климатические явления	Оценка на 2021-2025 гг.	Оценка на 2026-2030 гг.	Оценка на 2031-2035 гг.	Оценка на 2036-2040 гг.
Ледяной дождь и др. ледяные осадки	14	14	13	11
Мокрый снег, гололед или изморозь	17	18	18	19
Продолжительные сильные атмосферные осадки (не менее 5 мм за 12 часов)	35	35	35	38
Резкие перепады температуры (изменение смежных среднесуточных температур более чем на $3^{\circ}\text{C}$ )	71	69	67	65
Переходы температуры через $0^{\circ}\text{C}$	21	25	28	25



**ТАБЛИЦА 17. Комплекс мер и новые возможности системы мониторинга, прогнозирования, предупреждения и информирования населения о неблагоприятных погодных явлениях**

Комплекс мер	Новые возможности системы
Установка 43 АМС и 120 АМС с градиентными измерениями	Увеличить заблаговременность предупреждений минимум на 30 минут
Разработка новой модели численного прогноза погоды с шагом менее 1 км и с учетом влияния городской застройки	Предоставление детализированных по времени и пространству прогнозов погоды
Внедрение информационной ГИС-системы для Москвы	Снижение на 25-30% количество непредусмотренных опасных явлений, связанных с осадками и ветром
Сопровождение технологии детализированных численных прогнозов (включая набор и обучение сотрудников сопровождению создаваемой модели), выпуск детализированных прогнозов по Москве	Повышение осведомленности населения Москвы метеорологической информацией, обнаружение опасных явлений на подступах к городу, «тонкая» настройка численной модели прогноза погоды
Создание системы вероятностного (ансамблевого) прогноза для оценки степени угроз возникновения опасных погодных явлений в московском мегаполисе	В отдельных ситуациях детализировать прогноз опасных явлений по территории города Москвы



## ЛИТЕРАТУРА

1. Города и изменение климата: направление стратегии. Глобальный доклад о населенных пунктах 2011 года. Сокращенная версия / Программа ООН по населенным пунктам НАБИТАТ. / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://unhabitat.org/download/grhs-2013-arabic-language-version/2011/>.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2015 году», Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Управление Роспотребнадзора по г. Москве, Москва, 2018 г.
3. Доклад Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2018 году». Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, Москва 2019 г.
4. Израэль Ю.Л., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Метеорология и гидрология. 2001. № 5. с. 5 -21
5. Как разработать климатический план города? Опыт Москвы. Базовые рекомендации по адаптации и снижению воздействия. Материалы I Климатического форума городов России. – М., 2017 г.
6. Климатически нейтральные города / Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций. 2011.
7. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы // Медицина труда и промышленная экология. - 2008, №7, С. 16–19.
8. Клименко В.В. Почему замедляется глобальное потепление? // Доклады Академии наук. 2011. Т. 440, № 4. С. 536–539.
9. Кондратьев К.Я., Демирчян К.С., Климат Земли и «протокол Киото» // Вестник РАН, 2005, т. 71, с. 1002–1009.
10. Кузнецова И.Н., А.М. Звягинцев, Е.Г. Семутникова. Экологические последствия аномалий летом 2010 года. // ГПУ Мосэкомониторинг. – М.: 2010, 3–4 с.
11. Массив данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России / Булыгина О. Н., Разуваев В. Н. и др. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2016. / [Электронный ресурс] Режим доступа : [http://www.meteo.ru/climate/sp\\_clim.php](http://www.meteo.ru/climate/sp_clim.php)
12. Новые ориентиры климатической политики. Энергетический бюллетень. / Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации №31, декабрь 2015.
13. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / под ред. В.М. Катцова, Б. Н. Порфирьева. М.: Росгидромет, 2011. 252 с.
14. План реализации комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования выбросов парниковых газов и подготовки к ратификации Парижского соглашения, принятого 12 декабря 2015 г. на 21 сессии Конференции сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 3 ноября 2016 г. № 2344р.
15. Планы действий по защите здоровья населения от воздействия аномальной жары. Руководство под редакцией F. Matthies, Gr. Bickler, N.C. Marin, S. Hales. Всемирная организация здравоохранения, 2011 г., 66 с.
16. Постановление Правительства Москвы от 08.11.2005 № 866-ПП «О функционировании единой системы экологического мониторинга города Москвы и практическом использовании данных экологического мониторинга».

17. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2006 № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга», в рамках которого осуществляется научный анализ и оценка состояния здоровья населения Москвы, качества среды обитания, выявление причинно-следственных связей в системе «здоровье населения – среда обитания».
18. Приказ Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы от 16 декабря 2005 г. № 338 «Об организации работ по созданию локального экологического мониторинга выбросов промышленных предприятий».
19. Приоритеты устойчивого развития Москвы: энергоэффективность, снижение уязвимости и климатическая адаптация. Материалы научно-практической конференции «Экология Московского региона». – М, 2017 г.
20. Распоряжение Правительства РФ от 2 апреля 2014 года N 504-р «Об утверждении плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году».
21. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Семутникова Е.Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы // Медицина труда и промышленная экология-2008, №7, С 16–19.
22. Экологический профиль Москвы. Динамика. Задачи. Целевые показатели. /Под ред. А. Курбатовой. – М., НИИПИ градостроительного и системного проектирования. – 2018 г.
23. ISO 37101:2016. Sustainable development in communities – Management system for sustainable development – Requirements with guidance for use. ISO 37101:2016. Сбалансированное развитие населенных пунктов – Система менеджмента для сбалансированного развития – Требования и руководство по применению.
24. ISO 37120:2014. Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life. ISO 37120:2014. Сбалансированное развитие населенных пунктов – Показатели городских услуг и качества жизни.
25. LEG. 2012. National Adaptation Plans. Technical Guidelines for the National Adaptation Plan Process. / [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://goo.gl/2rogDS> .
26. Mitchell J.F.B., Johns T.J., Gregory J.M., Tett S.B.F. Nature. 1995. Vol. 376. P. 501-504.
27. Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate / EEA Report No 12/2016.
28. URBI et ORBI. Городу и миру. Приоритеты экологического развития. Материалы общественной экспертизы. / Гашо Е.Г., Гинзбург А.С., Федоров А.В. – М, 2019 г.

## ПРИЛОЖЕНИЯ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### **Адаптация (Adaptation)**

Процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям. В антропогенных системах целью адаптации является уменьшение ущерба или использование благоприятных возможностей. В естественных системах вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям.

### **Биоразнообразие (Biodiversity)**

Варьирование свойств живых организмов из наземных, морских и других экосистем. Биологическое разнообразие включает варьирование на генетическом, видовом и экосистемном уровнях.

### **Варианты адаптации (Adaptation options)**

Совокупность стратегий и мер, которые имеются и подходят для удовлетворения адаптационных потребностей. Они включают широкий круг мер, которые могут быть классифицированы как структурные, институциональные или социальные.

### **Индекс уязвимости (Vulnerability index)**

Метрический параметр, характеризующий уязвимость системы. Индекс климатической уязвимости обычно выводится посредством сочетания (со взвешиванием или без) нескольких показателей, которые, как предполагается, представляют уязвимость.

### **Парниковый газ (ПГ) (Greenhouse gas (GHG))**

К парниковым газам относятся те газовые составляющие атмосферы, как естественные, так и антропогенные, которые поглощают и излучают радиацию с определенной длиной волны в диапазоне земной радиации, испускаемой поверхностью Земли, самой атмосферой и облаками. Это свойство порождает парниковый эффект. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ), диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) и озон ( $\text{O}_3$ ). Кроме того, в атмосфере содержится еще целый ряд парниковых газов полностью антропогенного происхождения, таких как галоидоуглеводороды и другие хлор- и бромсодержащие вещества, подпадающие под действие Монреальского протокола. Помимо  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_4$ , под действие Киотского протокола подпадают такие парниковые газы, как гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

### **Совокупные воздействия (Aggregate impacts)**

Суммарные воздействия, интегрированные по секторам и/или регионам. Суммирование воздействий требует наличия знаний (или предположений) об относительной значимости разных воздействий. Количественные меры совокупных воздействий включают, например, общую численность затронутых воздействиями людей или общие экономические расходы, и обычно они привязаны ко времени, месту и/или сектору.

### **Устойчивое развитие (Sustainable development)**

Развитие, удовлетворяющее потребности настоящего времени без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (ВКОСР, 1987 г.). Наиболее точное определение из многих, данных в разное время: **экологически безопасное и рассчитанное на долгосрочную перспективу социально-экономическое развитие.**

### **Устойчивость (Sustainability)**

Динамический процесс, который гарантирует сбалансированное функционирование естественных и антропогенных систем (см. также Устойчивое развитие).

### **Уязвимость (Vulnerability)**

Склонность или предрасположенность к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает самые разнообразные концепции, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справляться с этой проблемой и адаптироваться.

### **Экосистемный подход (Ecosystem approach)**

Стратегия комплексного управления земельными, водными и живыми ресурсами, которая способствует их сохранению и устойчивому использованию справедливым образом. Экосистемный подход основан на применении научных методологий, сосредоточенных на уровнях биологической организации, которые охватывают основную структуру, процессы, функции и взаимодействия организмов и их окружающей среды. Он учитывает тот факт, что люди с их культурным разнообразием являются неотъемлемым компонентом многих экосистем. Экосистемный подход требует адаптивного менеджмента для того, чтобы решать проблему сложного и динамичного характера экосистем и отсутствия полноценных знаний или понимания их функционирования. Приоритетными целями являются сохранение биоразнообразия, а также структуры и жизнедеятельности экосистем с целью поддержания экосистемных услуг.

### **Экстремальное метеорологическое явление (Extreme weather event)**

Экстремальное метеорологическое явление представляет собой явление, которое редко наблюдается в конкретном месте и в конкретное время года. Определений понятия «редко» множество, однако метеорологическое явление обычно считается экстремальным, если наблюдается столь же редко или еще реже, чем 10-й или 90-й процентиль функции распределения вероятности, оцениваемой по данным наблюдений. По определению, характеристики того, что называют экстремальной погодой, в абсолютном смысле могут варьировать в зависимости от того или иного места. Если режим экстремальной погоды сохраняется некоторое время, например, в течение сезона, то его можно классифицировать как экстремальное климатическое явление, особенно если он приводит в среднем или в целом к явлению, которое само по себе является экстремальным (например, засуха или сильные дожди в течение сезона).

## Список используемых сокращений

АМС – автоматизированная метеорологическая станция  
АСКЗА – автоматическая станция контроля загрязнения атмосферы  
ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция  
ГИС – гео-информационная система  
ВВП – валовой внутренний продукт  
ВРП – валовой региональный продукт  
ГУП – государственное унитарное предприятие  
ГТУ – газотурбинная установка  
ДЗЗ – дистанционное зондирование земли  
ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство  
ИЗА – индекс загрязнения атмосферы  
КИТТ – коэффициент использования тепла топлива  
ЛЭП – линии электропередач  
МГЭИК – международная группа экспертов по изменению климата  
МКАД – московская кольцевая автомобильная дорога  
НДТ – наилучшие доступные технологии  
НМЯ – неблагоприятные метеорологические явления  
ООПТ – особо охраняемые природные территории  
ОЯ – опасные метеорологические явления  
ПАО – публичное акционерное общество  
ПГ – парниковые газы  
ПГМ – противогололедные материалы  
ПДК – предельные допустимые концентрации  
ППН – площадки постоянного наблюдения  
ПТУ – паротурбинная установка  
ПЭЛ – передвижные экологические лаборатории  
РКИК – рабочая группа экспертов по изменению климата  
РТС – районная тепловая станция  
РФ – Российская Федерация  
СН – строительные нормы  
СМИ – средства массовой информации  
СП – свод правил  
ТБО – твердые бытовые отходы  
ТиНАО – Троицкий и Новомосковский административные округа г.Москвы  
ТКО – твердые коммунальные отходы  
ТУТ – тонны условного топлива  
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль  
ФГБУ – Федеральное государственное бюджетное учреждение  
ФЗ – Федеральный закон  
ЦАО – центральный административный округ г.Москвы  
ЧС – чрезвычайные ситуации



ISBN 978-5-9909230-4-1

