

Научно-практическая конференция
«ЭКОЛОГИЯ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА – 2017»

Приоритеты устойчивого развития Москвы:

энергоэффективность,
снижение уязвимости,
климатическая адаптация

**Основные выводы
по итогам изучения изменений климата
и мониторинга развития
техно- и биосферы города**

Москва, 2017

**Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда
(грант № 16-19-10568).**

В работе принимали участие специалисты НИУ МЭИ, МГУ, НИИСФ РААСН, ИГ РАН, ИФА РАН:

Александров Г.А., Арцишевский Я.Л., Бандурист В.Н., Бовтрикова Е.В., Борисов В.В., Гагарин В.Г., Гашо Е.Г., Гинзбург А.С., Гужов С.В., Гусева Т.В., Зайцев В.В., Зубкова А.Г., Ибрагимов Э.В., Ирбитская И.В., Желдаков Д.Ю., Клименко В.В., Кондратьева О.Е., Кашуба В.В., Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Котляков В.М., Кривенок Л.А., Кролин А.А., Локтионов О.А., Луферов В.С., Макарычев А.П., Макрушин С.В., Малинин И.Ю., Мишучков В.И., Попова В.А., Постельник М.И., Роганков М.П., Романов Г.А., Семенов В.А., Синкова Н.В., Степанова М.В., Стефанцов А.Г., Терешин А.Г., Титкова Т.Б., Тихоненко Ю.Ф., Тягунов М.Г., Федотова Е.В., Фрей Д.А., Хомченко Д.Ю., Шерстюков Б.Г., Шестопалова Т.А., Яворовский Ю.А.

Под ред. Гашо Е.Г., Степановой М.В.

Оглавление

Введение. Предпосылки и приоритеты адаптации.	4
Изменение климата и территориальная экспансия как ключевые факторы влияния	11
Техносфера. Энергетика и системы жизнеобеспечения города	15
Биосфера как балансирующая система	27
Люди как бенефициар программ адаптации и наиболее уязвимое звено	36
Моделирование возможных ущербов секторам экономики от климатических воздействий	41
Комплексность и увязка мер и механизмов обеспечения стратегии. Отрасль адаптации.	45
Заключение	56

Введение.

Предпосылки и приоритеты адаптации

Активное развитие городов и агломераций на планете зачастую приводит к негативным экологическим последствиям. Города хотя и защищают жителей от негативных климатических влияний, но при этом забирают в качестве платы сопутствующие урбанизации последствия – чрезмерную концентрацию, высокую автомобилизацию, загрязнение атмосферы и водоемов и др.

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 большинстве территории России). Поэтому российские города изначально более приспособлены к климатическим изменениям в силу наличия более мощных и разветвленных систем жизнеобеспечения – тепло- и электроснабжения, водоснабжения и водототведения, обеспечение топливом.

К примеру, суммарная мощность системы теплоснабжения Москвы такова, что она способна «согреть» все столицы Скандинавских стран, десяток крупных городов Канады и еще останется запас для отопления Варшавы или Вены. Задача оценки уязвимости экономики Москвы от климатических изменений, таким образом, складывается из анализа комплекса климатических изменений в Московском регионе, устойчивости собственно экономического комплекса мегаполиса, уязвимости населения, систем жизнеобеспечения, флоры и фауны города.

В качестве исходных данных для проведения работы были использованы материалы Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, материалы государственной статистики в области различных секторов городского хозяйства и экономики города Москвы, результаты ранее выполненных научно-исследовательских работ, опубликованные научные работы, планы по адаптации к изменениям климата и снижению выбросов парниковых газов городов мира и Российской Федерации, программы города Москвы, справочники наилучших доступных технологий, планы модернизации промышленных предприятий города Москвы.

Проанализированы отечественные и зарубежные подходы к разработке программ адаптации городов к изменению климата. Комплексный подход в оценке эко-техно-социосистемы мегаполиса Москвы позволил сформировать проблематику «устойчивого развития» города, выявить слабые стороны, вычлнить приоритеты развития и направления превентивной адаптации в условиях климатических изменений.

Потепление климата создает объективные условия для создания энергоэффективной системы энергоснабжения за счет оптимизации структуры генерирующих мощностей, в т.ч. развитие ВИЭ и тригенерации; способствует внедрению НДТ во всех секторах экономики мегаполиса, созданию механизмов мотивации и стимулирования энергосбережения, снижению энергоемкости ВРП.

Город представляет собой сложное сочетание материальных объектов – недвижимости, транспортной и инженерной инфраструктуры и так далее. 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 жителей и бизнеса, то есть для экономической активности и генерации добавленной стоимости.

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. Это касается, в частности, и программы климатической адаптации.

Программа адаптационных мер к изменениям климата также должна опираться на комплексное видение городской системы и предлагать составные взаимоувязанные решения – повышение надежности генерации и сетей, программа реновации в жилищном строительстве, реформа общественного транспорта и строительство дорожной инфраструктуры нового качества, работу с городскими пространствами и их соотношениями для раскрытия новых резервов территории, и так далее.

Как показало исследование, биосфера, и, в первую очередь, человек, оказываются наиболее уязвимы к воздействию климатических изменений. Следовательно, все системы городского хозяйства должны еще больше настраиваться на защиту человека, обеспечение его безопасности, реализацию материальных, интеллектуальных и духовных потребностей.

Поэтому важнейшими механизмами являются гуманитарные и когнитивные меры:

- обучение, информирование, организация обратной связи, формирование активных сообществ и делегирования им ряда решений и так далее;

- повышение информированности на всех уровнях, организация специализированных рубрик и передач в печатных, эфирных и электронных СМИ, выступления специалистов, возвращение пула журналистов, разбирающихся в проблематике;

- стимулирование самоорганизации, дворовых и иных сообществ, практика дружин на крупных предприятиях, в первую очередь режимных и предприятиях энергокомплекса;

- развитие электронных и онлайн сервисов информирования и обратной связи с сегментом городского хозяйства и климата.

Москва – огромная и сложнейшая метасистема, органическое единство техносферы, биосферы и населения. Вопрос разработки стратегии адаптации к изменениям климата носит междисциплинарный характер и требует увязки разносторонних подходов. Техносфера является, с одной стороны, источником антропогенного воздействия на окружающую среду и изменений климата, а с другой – объектом воздействия этих изменений, что может приводить к возникновению чрезвычайных ситуаций уже не природного, а техногенного характера.

Поэтому в техносфере рассматриваются два параллельных тренда. Первый – на природоподобие, дружелюбность к окружающей среде, снижение антропогенной нагрузки и экологического следа, рост эффективности (в том числе энергетической), снижение отходов и потерь, выбросов углекислого газа и водяного пара.

Второй – важны мероприятия по обеспечению безопасности и жизнестойкости основных фондов и инфраструктуры к возможным опасным природным явлениям и чрезвычайным ситуациям, снижению степени уязвимости и потенциальных рисков.

Динамика развития энергопромышленного комплекса города за 2009-2016 годы демонстрирует тенденцию повышения эффективности и устойчивости его функционирования. Суммарный расход топлива (и выбросы парниковых газов) за эти годы не выросли, а сократились на 15%, экономия топлива от когенерации достигает 4,5 млн т у.т., за эти годы введено свыше 25 млн кв. метров недвижимости, которые были подключены к тепловым сетям без проблем и без роста выработки тепла.

Потепление климата в рамках принятого при проведении научных исследований климатического сценария не принесут ощутимых экономических выгод генерации Москвы. При покрытии прироста электрической нагрузки ТЭЦ АО «Мосэнерго» себестоимость тепловой энергии возрастает при диапазоне от 0,32 до 1,0% при сокращении отопительного периода на срок от 2 до 6 дней соответственно (или в стоимостной форме от 1258 до 1270 руб./Гкал). Прибыль ТЭЦ при этом уменьшается на величины от 5 до 16% соответственно.

ТЭК и системы жизнеобеспечения города в целом после аварий 2005 г. и тяжелых ситуаций зимы 2006 г. и лета 2010 г. снизили уязвимость в результате работ и плановых мероприятий во всех секторах энергосистемы, а также у потребителей. Несмотря на технологическую сложность процессов производства, передачи, преобразования и потребления электрической и тепловой энергий в Москве, воздействие опасных климатических явлений на энергетический комплекс мегаполиса не значительно, в силу существенного запаса прочности инженерных систем и наличия резервных линий. Стоимость адаптационных мер будет значительно больше стоимости устранения последствий, возникших на сильно изношенных участках.

Примером может служить явление ледяного дождя, вызвавшее в 2010 году существенные перерывы электроснабжения и относительно большие затраты на восстановление нарушившихся участков с изношенными коммуникациями. А в 2016 году шесть ледяных дождей, прошедших в Москве, остались практически незамеченными, что подтверждается статистикой МОЭСК по количеству аварийно-восстановительных работ на воздушных ЛЭП напряжением до 110 кВ, а также на сетях напряжением 220-750 кВ московского предприятия магистральных электрических сетей в период с 2007 до 2017 г.

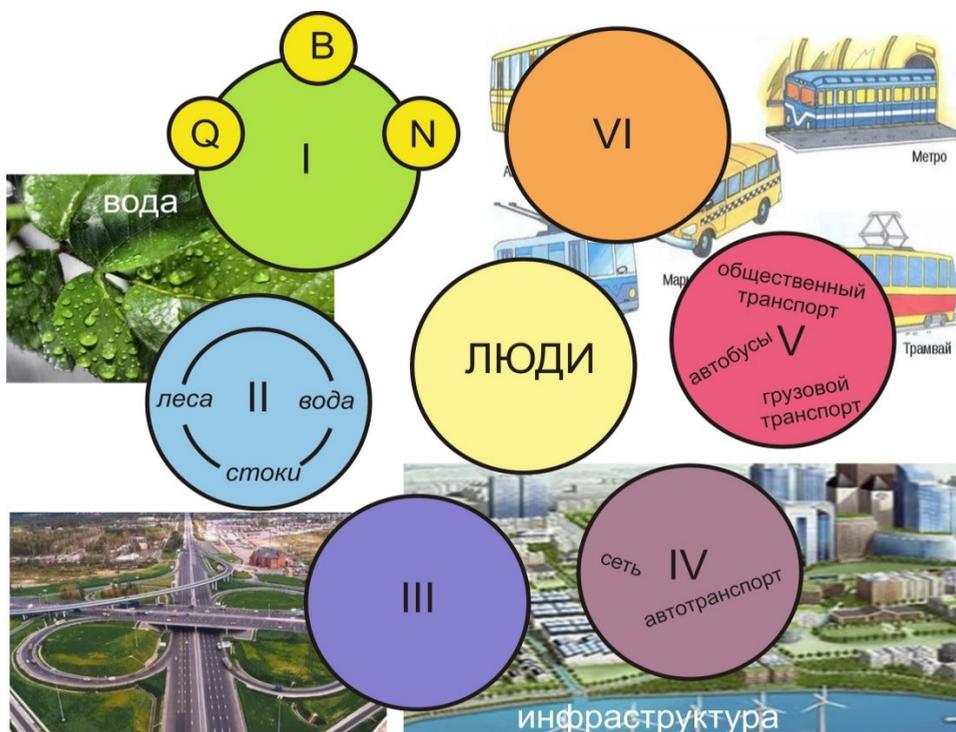


Рис. 1. Город как метасистема

Выявленная тенденция отключений воздушных ЛЭП под воздействием такого опасного погодного явления, как сильный ветер, с учетом прогнозируемой частоты и амплитуды данного явления до 2030 г. и средней стоимости аварийно-восстановительных работ по ликвидации последствий данного воздействия, привело к оценке ущерба в размере 2 млрд руб. в течение данного периода. Расчет затрат на превентивную адаптацию в виде внеплановой замены наиболее изношенных участков, составляющих около 20% от протяженности всех воздушных ЛЭП, показал необходимость практически единовременного инвестирования в это около 2,7 млрд руб., что экономически неэффективно.

Другим примером является то, что эксплуатация дорожного покрытия транспортной системы города потребует увеличения затрат на 1-2 млрд руб./год для компенсации ущербов дорожному полотну от гололедных явлений в зимний период. Затраты на компенсацию различных последствий климатических изменений при содержании жилых многоквартирных зданий по предварительным оценкам также возрастут ориентировочно на 2-2,5 млрд руб. в год.

Город выдержал в 1990-ые и 2000-ые годы натиск агрессивной урбанизации и безудержной автомобилизации, заплатив за это немалым снижением устойчивости городских экосистем и зеленых насаждений, повышением уязвимости населения к стрессам и климатическим изменениям.

При этом сокращение средостабилизирующего потенциала зеленых насаждений (экосистемных услуг) происходило и происходит в настоящее время неравномерно по разным категориям.

Самыми быстрыми темпами «съедаются» открытые пространства сельской местности, формирующие основной потенциал экосистемных услуг города – с 60,85 до 47,2% по городу в целом. Еще быстрее они сокращаются в пределах Новой Москвы – с 90,68 до 73,51%. В Старой Москве подобные пространства (еще сохраняющиеся кое-где – например, в Мневниках) сократились практически вдвое – с 20,16 до 11,57%. Уникальным образом «поглощаются» и водные пространства – вероятно в основном за счет осушения и освоения бывших «чехов» обводненных торфяников, засыпки отдельных прудов и т.д.

Комплексные экономические оценки показывают, что главная мера по адаптации – не только сохранение количества, но и поддержание качества и связности всех типов зеленой инфраструктуры города. Для большинства неблагоприятных природных явлений – ледяного дождя, шквалистого ветра, урагана, волн жары и холода – затраты на меры по адаптации зеленых насаждений дадут значимый эффект и, в большинстве случаев, они на 20-25% меньше, чем возможный ущерб.

Биосфера, со своей стороны, является наиболее естественной средой для человека как основного бенефициара городского развития,

балансиром техногенного влияния. При этом ее компоненты подвержены как техногенному воздействию, что в том числе вызывает негативные изменения климата, так и, циклично, опасные природные явления проявляются в биосфере, в том числе городов, что по цепочке приводит к дальнейшим изменениям всей городской системы.

На уровне биосферы мероприятия предполагают как защиту самой среды, так и повышение ее экосервисных функций в интересах человека, пространственную адаптацию (управление альбедо поверхности, развитие зеленой инфраструктуры, элементы новой урбанистики, сбалансированное освоение промзон и реновация и др.). Необходимо разделять экстренные меры, ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций, и профилактические мероприятия, а также принципиальные трансформационные решения.

Москва вышла на цифру около 79% сокращения выбросов парниковых газов от выбросов 1990 года, и нет сомнений, что к 2020 году будет достигнут показатель 75% от уровня 1990 г. Базовым элементом для развития крупного города остается энергопромышленный комплекс. За 2009-2016 годы он в Москве демонстрирует тенденцию повышения эффективности и устойчивости функционирования.

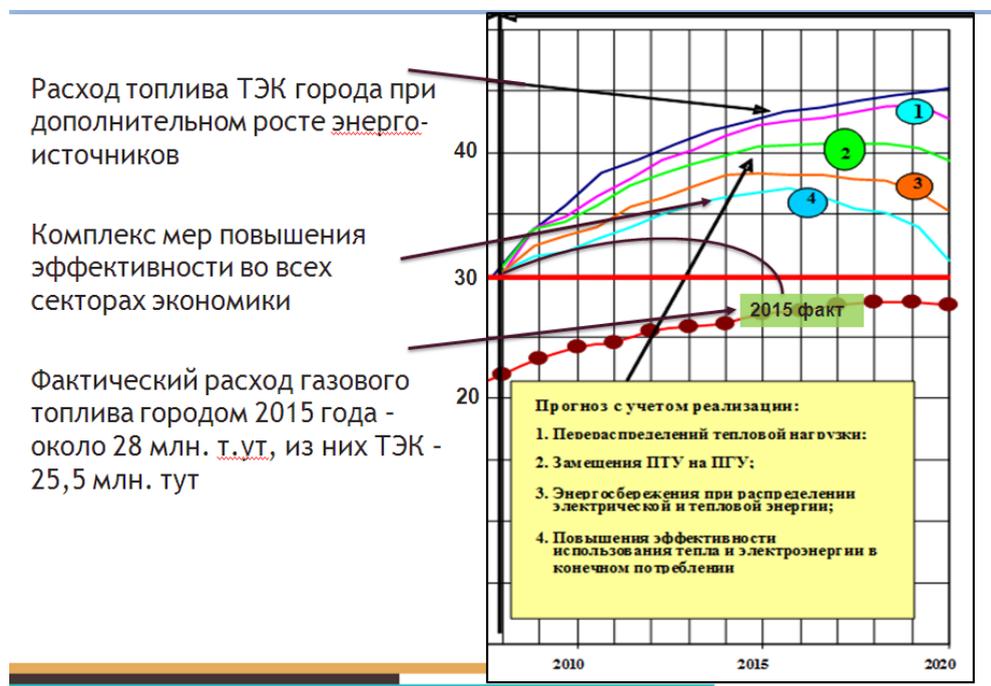


Рис. 2. Расход топлива от энергосбережения

Характерные в 1990-ые и 2000-ые годы процессы автомобилизации и агрессивной урбанизации привели к снижению экосистемных функций зеленых насаждений примерно на 10%, экспансии мегаполиса на 25% на территорию области, повышению уязвимости населения к стрессам и климатическим изменениям.

Наиболее велики ущербы от неблагоприятных метеорологических явлений в отношении жителей, населения города. Самыми уязвимыми оказываются пожилые люди, дети, хронически больные и ослабленные люди. Простой экономический ущерб от смертности и повышенной заболеваемости (без оценок мультипликативных эффектов) достигает 200 млрд рублей в год, а адаптационные мероприятия потребуют намного меньше – около 2-2,5 миллиардов. Причем в связи с предполагаемым увеличением повторяемости опасных погодных явлений в перспективе до 2025 года ожидается общее увеличение ущерба на 220-250 млрд руб.

Наравне с отраслевыми выводами предложены подходы и алгоритмы разработки территориальной программы адаптации к изменениям климата – с точки зрения системы управления и совершенствования нормативной базы, эксплуатации и модернизации систем, применения наилучших доступных технологий, градостроительной политики, стимулирования рыночных отраслей адаптации.

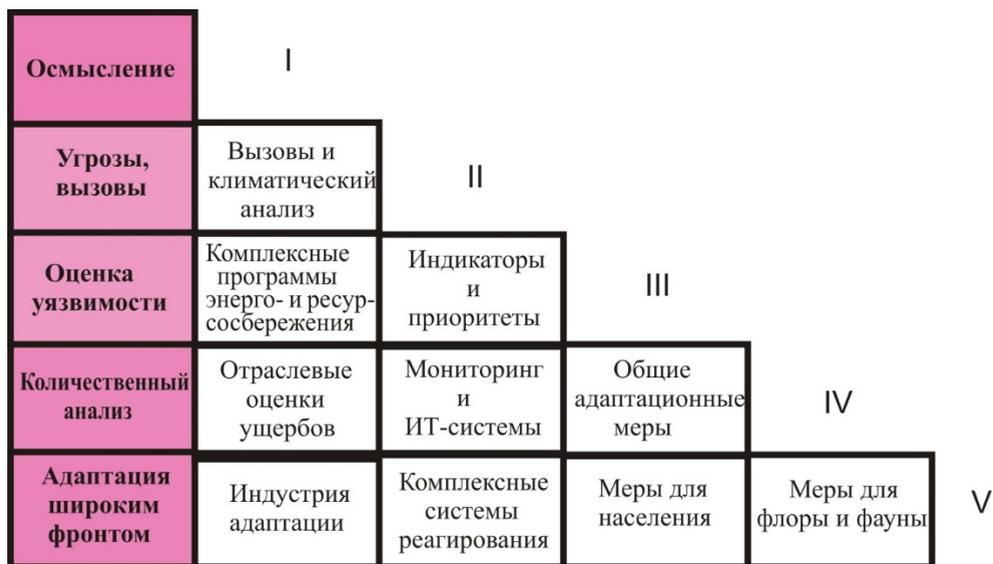


Рис. 3 Схема компоновки стратегии адаптации

Изменение климата и территориальная экспансия как ключевые факторы влияния

Необходимо отметить, что до сих пор сохраняется неопределенность относительно прогнозов изменения климата и, тем более, причин наблюдающихся изменений. Множество существующих сценариев будущих изменений климата является как следствием существования множества математических моделей климата, так и нескольких сценариев накопления углекислого газа в атмосфере, зависящих от сценариев промышленного развития общества. Причем разброс в сценарных оценках превышает сами прогнозируемые изменения климата.

В любом случае все отчетливее становятся недоработки, связанные с ограниченностью тех знаний и предположений, которые заложены в модели. Дополнительную неопределенность в сценарии будущего климата вносят сценарии развития общества, от которых зависит количество углекислого газа, который будет производиться человечеством в будущем.

Для формирования программы адаптации городского хозяйства важнее оказывается прогноз колебаний характеристик опасных явлений в атмосфере на ближайшие десятилетия, чем прогноз их трендов до конца века. Поэтому из всех возможных сценариев будущего состояния климата и тенденций изменения количества опасных атмосферных явлений взяты сценарии, полученные на основе статистических моделей, построенных по общему принципу выделения и экстраполяции системы ритмов.

Не следует забывать и о специфических особенностях климата города, обусловленного целым рядом факторов, характерных для мегаполиса, которые также оказывают определенное негативное влияние и повышают риск негативных последствий и возникновения ущерба здоровью и самочувствию человека. На рис. 4 представлено соотношение количества случаев опасных атмосферных явлений за год.

Ураганные ветры, ледяной дождь, продолжительный сильный дождь, ливни сами по себе являются естественной особенностью климата Московского региона, аномалией является их несвоевременное появление или необычная интенсивность.

Надо отметить, что наиболее важными являются не трендовые изменения, а межгодовая изменчивость метеорологических характеристик. За период современного глобального потепления с середины 1970-х годов, температура в Москве в январе повысилась примерно на 2 °С, если судить по трендовой составляющей. При этом межгодовые различия январских температур составляют, как правило, 8-10 °С и могут достигать 18 °С.

Несмотря на то, что резкого роста неблагоприятных метеорологических явлений в Москве не наблюдается, тем не менее, наблюдается ряд изменений (рис. 6), оказывающих негативное влияние на разные сферы экономики и жизни города.



Рис. 4. Среднее число случаев в год (за 2005-2015 гг.) опасных атмосферных явлений

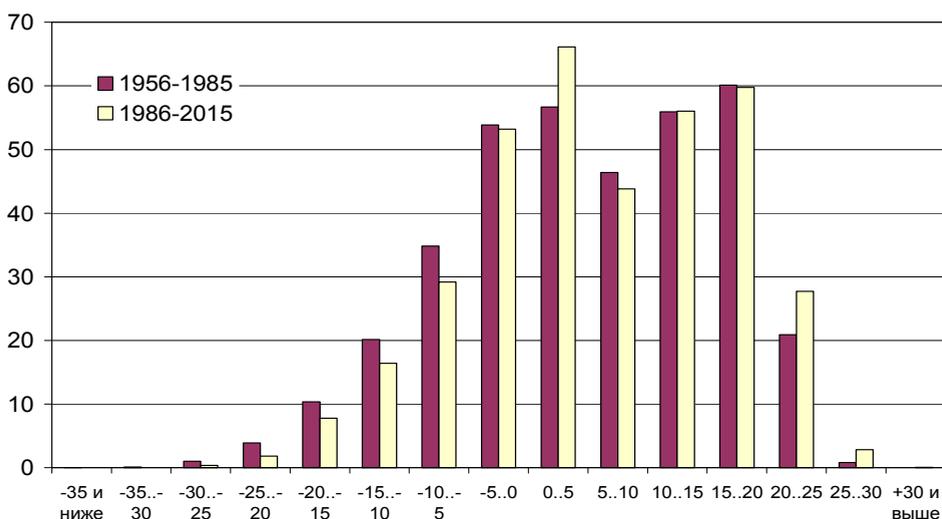


Рис. 5. Среднее число дней в году со средними суточными температурами воздуха в Москве за периоды 1956-1985 и 1986-2015 гг.

Например, при проектировании и строительстве необходимо учитывать несколько десятков климатических показателей. Среди климатических показателей, оказывающих влияние на техническую сферу – показатели атмосферного давления, ветра (более 20 показателей), влажности воздуха (более десяти показателей), гололедно-изморозевых образований, осадков, солнечной радиации, температуры и так далее.

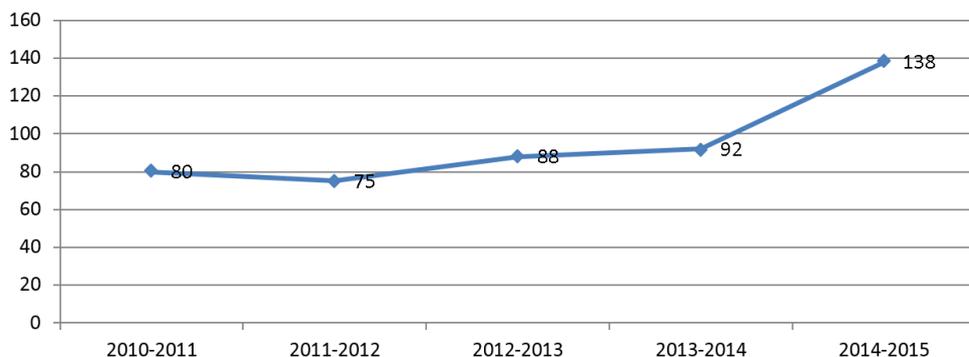


Рис. 6. Рост количества циклов переходов через «ноль градусов» в Московском регионе по данным rp5.ru.

Таблица 1.
**Прогностические оценки
возникновения опасных природных явлений в г. Москве**

	2021-2025 гг.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.
Среднегодовая температура (°C)	6.3	6.3	6.6	7.1
Количество дней с сильным морозом (норма 1981-2010 – 0,02)	0		0,01	
Количество дней с сильной жарой (норма 1981-2010 – 1,43)	2,29		1,78	
Общее количество дней за год с ледяными осадками (сумма случаев со слабой и умеренной интенсивностью)	14	14	13	11
Мокрый снег, гололед или изморозь (без учета диаметра отложения на проводах)	17	18	18	19
Среднее количество дней за год с явлениями сильный мокрый снег, сильное гололедно-изморозевое отложение.	0,2	1,8	2,2	0
Среднее количество дней за год с экстремальными значениями температуры	0.6	0.6	0	0.2
Среднее количество случаев за год выпадения сильных атмосферных осадков (норма 1981-2010 – 36)	35	35	35	38
Среднее количество дней за год с перепадами температуры более 3 °C	71	69	67	65
Среднее количество дней за год с переходами температуры через 0 °C (норма 1981-2010 – 23)	21	25	28	25

Растры сравнимого качества для территории московской агломерации существуют с 1991 г., что позволяет проследить характер урбанизации и выявить основные тренды за период последней четверти века – 25 лет. На первом этапе исследования изучался общий характер урбанизации в пределах экологического следа (footprint) Москвы.

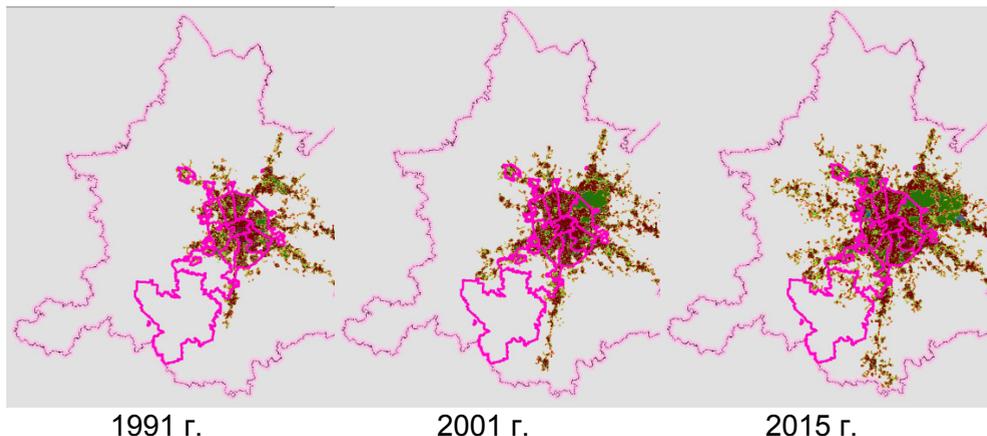


Рис. 7. Пространственное развитие московской агломерации за последние 5 лет по данным дистанционного зондирования Земли

Выяснено, что московской агломерации присущи все четыре типа пространственных проявлений урбанизации, а именно:

«*Infill*» – заполнение урбанизированного открытого пространства предыдущего периода в пределах прежних городских границ,

«*extension*» – продление во вне «щупалец» застроенной городской территории как правило вдоль основных транспортных магистралей, но не только,

«*Inclusion*» – включение существовавшей пригородной застройки в новые границы города,

«*leapfrogging*» – включение за счет «перепрыгивания» через открытые сельскую местность и природные территории.

Анализ данных показал также, что долго сдерживаемая кольцом городских границ территория Москвы «выстрелила» вовне, и, независимо от «флюсовой» конфигурации, каковую пытаются придать ей управленцы посредством включения «Новой Москвы», урбанизация продолжает развиваться по классической звездно-лучевой модели. Общая площадь экологического следа Москвы составила в 2015 г. 358 тыс. га, и увеличивался в среднем на 2,8% каждый год с 2001 г. (248 тыс. га) и соответственно 176 тыс. га в 1991 га (темпы роста 3,4%). Соответственно уменьшилась плотность застроенной территории на душу населения с 80 до 68 человек на га.

Техносфера. Энергетика и системы жизнеобеспечения города

Москва – самый холодный крупный мегаполис планеты. Топливо-энергетический комплекс – основа разветвленной и сложной системы жизнеобеспечения города. Потребности Москвы в теплоэнергии составляют в среднем 93-97 млн Гкал в год. Общее потребление электроэнергии в Москве составляет 54,5 млрд кВт·ч, за вычетом потерь и собственных нужд ТЭК к потребителям уходит около 40 млрд кВт·ч. Потребности в электрической энергии и тепле обеспечивают 13 ТЭЦ, 66 квартальных и районных тепловых станций, 186 городских и 793 ведомственных котельных. Установленная мощность городских источников тепловой энергии составляет свыше 55 тыс. Гкал/ч, мощность электростанций – свыше 14 ГВт.

Цель развития топливо-энергетического комплекса Москвы (топливо-, тепло-, электроснабжение) – повышение устойчивости к климатическим изменениям и снижение воздействия на окружающую среду.

Схема **электроснабжения** города Москвы представлена Московским энергетическим кольцом, образованным высоковольтными линиями электропередачи (ЛЭП) напряжением 500 кВ и группой подстанций (ПС), расположенных как в черте города Москвы, так и в Московской области.

Протяженность только магистральных воздушных ЛЭП напряжением 500 кВ на территории Москвы, включая ТиНАО, составляет 86,9 км, при этом длина воздушных распределительных сетей среднего и высокого уровней напряжения (от 6 до 220 кВ) превышает 3100 км. Максимальной протяженностью в Москве обладают кабельные линии низкого (0,38 кВ) и среднего (6-20 кВ) классов напряжения – более 30 тыс. и более 50 тыс. км соответственно.

В результате анализа выявлено, что наиболее уязвимыми элементами электросетевого хозяйства г. Москвы являются воздушные ЛЭП. Причинами отказов ЛЭП за прошедшие годы становились обрывы проводов в результате высоких ветровых нагрузок; грозовые перенапряжения; птичий наброс; почвенная коррозия; коррозия элементов токоведущих частей; разрушение изоляторов; сильная мгла, приводящая к пробоям по поверхности загрязненных изоляторов. Согласно оценкам, доля отказов по климатическим причинам составляла с 2010 по 2016 годы от 5,6% до 55,4%.

На основе прогнозирования частот отказов ЛЭП в результате неблагоприятных природных явлений до 2045 г. осуществлен расчет ожидаемых ущербов. Средняя величина ущерба от одной аварии, связанной с обрывом проводов на ЛЭП-220 кВ, взята в размере 1,2 млн руб. в ценах 2016 г. Источник – усредненные данные МЭС-Центра, включая

сметы по проведению конкретных аварийно-восстановительных работ по стоимости замены проводов с учетом затрат рабочего времени и стоимости техники, ГСМ и расходных материалов.

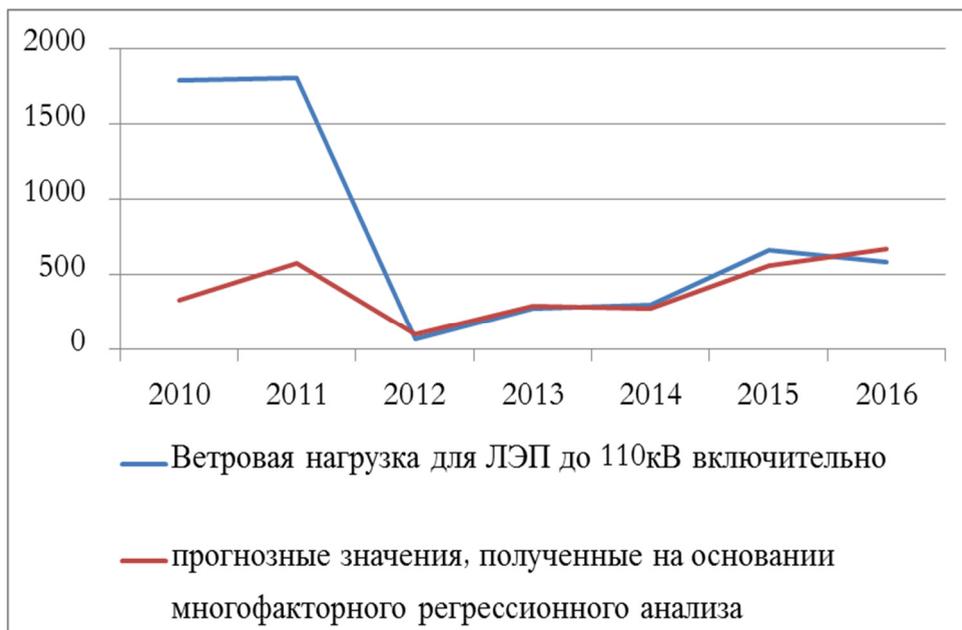


Рис. 8. Ветровая нагрузка на ЛЭП

Аналогично были использованы данные для других видов сетей. Учитывалось значение среднегодовой инфляции за расчетные периоды 4% в год (в соответствии с Прогнозом Минэкономразвития индексов дефляторов и индексов цен производителей по видам экономической деятельности до 2019 г.). Суммарные оценки ущербов от воздействия опасных природных явлений (ОПЯ) на электросетевой комплекс г. Москвы приведены в таблице ниже.

Таблица 2

Суммарные оценки ущербов от ОПЯ для электросетевого комплекса Москвы

	2017-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045
Прогноз средних значений ущерба, связанного с воздействием ОПЯ на системы электроснабжения г. Москвы по пятилетиям, млн руб.	657	676	734	826	939	1062

ПАО «МОЭК» – единая **теплоснабжающая** организация Москвы – осуществляет бесперебойное обеспечивает централизованное отопление и горячее водоснабжение столицы и управляет самой протяженной тепло-энергетической системой в мире в составе порядка 15,6 тыс. км тепловых сетей.

На ТЭЦ ПАО «Мосэнерго» производится оптимизация составов работавшего оборудования с точки зрения снижения конденсационной выработки выводом в резерв наименее экономичного оборудования, в том числе загрузка в первую очередь станций на парогазовом цикле (ПГУ). Также с 2010 года реализуется программа по переводу тепловых нагрузок котельных ОАО «МОЭК» на более эффективные источники генерации – ТЭЦ, которые позволяют достичь синергетического эффекта, связанного с экономией топлива и оптимизацией затрат, что в целом приводит к повышению эффективности энергоснабжения г. Москвы.

В вопросе надежного теплоснабжения московских потребителей особенно важным является состояние тепловых сетей. Из рассматриваемых опасных погодных явлений на тепловые сети в наибольшей степени оказывают существенное влияние резкие скачки температуры, особенно во время переходов температуры через ноль (наибольшее количество повреждений приходится на периоды февраль-март и ноябрь-декабрь).

Исходя из среднего объема аварийно-восстановительных работ на трубопроводах ПАО «МОЭК», определены величины удельных затрат на 1 м поврежденных труб и, с учетом прогноза количества переходов температуры через ноль, спрогнозированы ущербы на горизонте планирования до 2025 года. Общая сумма ущерба до 2025 г. без учета стоимости денег и инфляции оценивается в размере 6,322 млрд рублей.

Газораспределительная система города Москвы является объектом повышенной опасности: нарушения в работе системы газоснабжения могут повлечь за собой необратимые последствия, тем более, что 55% протяженности газопроводов имеют срок эксплуатации больше 40 лет, 4 из 7 КРП работают с 1965 года, загрузка ряда КРП и ГРС близка к предельной. Имеют место отказы и аварии, однако, как показал анализ, опасные природные явления, как ранее происходившие, так и прогнозируемые в московском регионе до 2030 г., фактически не приводят к ущербам в системах газоснабжения.

Перечисленные мероприятия в большей степени направлены на решение задач, связанных с повышением надежности, энергоэффективности ТЭК Москвы, а также со снижением его негативного воздействия на окружающую среду. Подходы к снижению внеплановых расходов на ликвидацию последствия ОПЯ должны опираться на те адаптационные мероприятия, затраты на которые ниже предотвращаемого ущерба.

Жилищный комплекс и коммунальное хозяйство города

По данным БТИ на 1.09.2017 г. в Москве 55 850 жилых зданий, из них многоквартирных домов 33 522, их общая площадь 243 155,6 тыс. кв. м.

Жилищный фонд Москвы потребляет в год 11,8 млрд кВт·ч электроэнергии, около 52-54 млн Гкал тепла. Доля жилищного фонда Москвы в потреблении электроэнергии – 29,5%, тепла – 55%.

Жилищный фонд города имеет неоднородную структуру по периоду постройки, однако показатели энерго- и водопотребления жилых зданий Москвы различаются незначительно. В среднем удельный расход тепла на отопление зданий составляет 0,56 ГДж/м² (155 кВт·ч/м²), что на треть больше соответствующих значений для скандинавских столиц.

Удельный расход тепла на отопление зданий в Москве в большей степени определяется не теплотехническими параметрами (износом, годом постройки), а особенностями подключения зданий к тепловой сети, зашлакованностью инженерных систем и др. В осеннее-весеннее время года происходят «перетопы» примерно третей части жилого фонда. Создание возможностей для активного потребительского поведения, в том числе ликвидация межсезонного «перетопа», разумное усиление теплоизоляционных свойств зданий и наладка систем теплоснабжения – определенные резервы снижения энергопотребления и выбросов парниковых газов в городе.

Ежегодно в Москве образуется порядка 25-30 млн тонн отходов. В 2016 году на территории города образовалось 20,634 млн тонн отходов, из них твердые коммунальные отходы жилого сектора – 4,446 млн м³, 7,325 млн м³ – отходы строительства и сноса.

Ежегодный прирост объемов образования отходов (в основном, за счет отходов строительства и сноса) составляет 3-5 %. Кроме того, этот показатель зависит от роста благосостояния жителей (от объема потребления): в Москве удельный объем образования отходов составляет 320 кг/чел/год, тогда как в европейских странах до 500 кг/чел/год.

Большая часть образующихся отходов (около 85%) вывозится для захоронения на полигонах. На мусоросжигательные заводы поступает порядка 14,5% образуемых отходов. Лишь 0,5% отходов выделяют при сортировке как вторичное сырье и используют для переработки и дальнейшей реализации. Сортировка и дальнейшая переработка отходов, наведение порядка в системе обращения с ТКО являются серьезным резервом в климатической политике города.

Потребности жилищного сектора в питьевой воде составляют около 700 млн куб.м, (около 70% от общей потребности города). Годовое потребление питьевой и технической воды в Москве постепенно снижается. В настоящее время станции водоподготовки имеют резервы производительности, равные 47%.

Суммарная водоотдача гидротехнических систем, снабжающих Москву водой, включая поверхностные и подземные источники – не менее 126 м³/сек, или около 11 млн м³/сутки.

Общая протяженность водопроводной сети города Москвы (включая ЗелАО и ТиНАО) составляет 13 103 км. Представлены материалы: 60% – стальные; 15,9% – чугунные; 20% – из высококачественного чугуна с шаровидным графитом, 3% – полиэтилен; 1% – пластиковые трубы из ПВХ; 0,1% – железобетонные и асбоцементные трубы. Годы прокладки трубопроводов варьируются от 1930 года до текущего года. Износ труб водопроводной сети города Москвы в настоящее время составляет 48,9%.

По результатам проведенного обследования технического состояния оборудования насосных станций требуется замена всех насосов, дооснащение насосных агрегатов частотными приводами, ремонт резервуаров, замена приборов учета расхода воды, внедрение контрольно-измерительных систем.

К ключевым проблемам системы водоснабжения следует отнести:

- повышение загрязнения исходной воды в водоисточниках (высокое бактериальное загрязнение, специфические органические вещества, включая нефтепродукты; усиливающееся влияние антропогенной нагрузки на водосборную территорию и акваторию водоисточников; новые стойкие органические загрязнения, обладающие ярко выраженными токсическими свойствами, которые не удаляются традиционными методами очистки).
- значительный моральный и физический износ оборудования (сооружения станций водоподготовки; оборудование насосных станций; строительная часть резервуаров; труб водоводов, магистральных и распределительных трубопроводов)

Общий объем сбросов сточных вод, поступающих в поверхностные водные объекты города Москвы, составляет 1 103,74 млн м³/год. С 2007 по 2015 годы наблюдается устойчивая динамика снижения объема сброса сточных вод (27%).

Технические и технологические проблемы системы водоотведения города Москвы:

1. Опережающие темпы старения элементов городской канализации по отношению к темпам реконструкции (уровень износа 49%). Основная часть технологических сооружений и оборудования КОС и ЛОС эксплуатируются в течение 40-60 лет, что негативно сказывается на качестве очистки.

2. Устарели технологии очистки (необходима комплексная реконструкция очистных сооружений с переводом на современные технологии удаления азота и фосфора, по которым отмечается наибольшее превышение ПДК в очищенных сточных водах).

3. Отдельные бассейны канализования работают в режиме периодической перегрузки.

4. Поселения, не обеспеченные централизованным водоотведением (неконтролируемый сброс индивидуальными водопользователями недостаточно очищенных или неочищенных сточных вод в открытые водоемы).

5. Недостаточная пропускная способность существующих коллекторов и КНС с напорными водоводами на периферии города Москвы (не решается задача подключения водопользователей ТиНАО и Московской области).

6. Необходимо решить проблему гашения запахов для жилья вблизи ОС.

7. Не решена проблема утилизации осадка ОС.

Значительная часть техногенных аварий в системе водоснабжения и водоотведения происходит по причине износа труб сетей и оборудования. Наибольшее количество повреждений в системе водоснабжения происходят на водопроводах, материал труб у которых – серый чугун и сталь.

Последствия крупных аварий на трубопроводах холодного, горячего водоснабжения, канализации диаметром более 500 мм с разрывом труб или арматуры могут быть усугублены авариями на других объектах, попадающих в их зону: могут разрушаться (размываться) другие элементы системы водоснабжения, водоотведения, канализации, сливных коммуникаций, места сбора мусора, твердых бытовых отходов. Возрастает опасность возникновения и распространения инфекционных заболеваний.

В условиях сильного мороза, например, повышается нагрузка на элементы системы водоснабжения, канализации, возникает опасность «размораживания» слабо защищенных объектов.

При сильной жаре резко повышается потребление питьевой воды жителями города, технической воды в связи с повышением пожароопасности, в результате резко возрастает нагрузка на станции водоподготовки, насосные станции.

Для проведения анализа уязвимости объектов инфраструктуры города используется Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера, разработанная ФГУ ВНИИ ГОЧС. Эта методика разработана на основе обобщения многолетних исследований по анализу и управлению риском ЧС техногенного и природного характера. Другие методы расчета уязвимостей и эффективности адаптационных мероприятий основаны на использовании статистических и отчетных данных Минэнерго и МЧС России. По оценкам, количество аварий ежегодно увеличивается примерно в 2 раза в зависимости от региона, что приносит большой материальный и экологический ущерб.

Промышленные предприятия

Уязвимость экономического потенциала промышленности города Москвы к проявлениям изменения климата в первую очередь зависит от количества крупных промышленных предприятий, дислоцированных на территории, уровня их энергоэффективности (энергоэффективности применяемых ими производственно-технологических процессов, изношенности основных производственных фондов, объемов и структуры производимой продукции и соответствующей её энергоёмкости); а также от структуры их топливно-энергетического баланса.

Повышение уровня адаптационного потенциала промышленной сферы города Москвы к изменениям климата может быть достигнуто как за счёт прямого количественного сокращения субъектов воздействия климатических изменений, так и путём реализации комплексных мероприятий, включая меры по снижению энергоёмкости, повышению энерго- и топливной эффективности.

В то же время, вывод промышленности за пределы Москвы приводит, по общему правилу, к строительству на освободившихся территориях коммерческой жилой и нежилой недвижимости, что приводит к увеличению парка как грузового автотранспорта, так и личных автомобилей, а это, в свою очередь, означает рост концентрации в атмосферном воздухе загрязняющих веществ.

Свое влияние оказывают факторы изменения температурного режима. Повышение среднегодовой температуры воздуха ведет к росту энергопотребления на вентиляцию и кондиционирование, в то же время может снижать продолжительность отопительного периода. Сильные морозы могут вызывать разрушения элементов конструкций, и, так же как очень сильный ветер, повышают нагрузку на генерацию, что ведет к риску аварий и отключения предприятий от энергоснабжения; повышаются теплопотери зданий, растёт использование электронагревательных приборов. В периоды аномально теплой погоды возрастает риск пожаров, растут затраты на вентиляцию и кондиционирование, растёт нагрузка на систему холодного водоснабжения.

Дорожная сеть, транспорт

Влияние сезонных погодных перемен, в частности, изменяющихся климатических факторов, приводит к нарушению работы транспортной инфраструктуры, режима её функционирования и безопасности движения по дороге, к возникновению дорожно-транспортных происшествий в дни с неблагоприятными климатическими изменениями.

Автотранспортная инфраструктура является одним из ключевых элементов города, обеспечивая его связность, транспортную доступность, экономическую деятельность и комфорт жителей. При этом вы-

бросы автотранспорта, работающего на двигателях внутреннего сгорания (ДВС), остаются одним из наиболее серьезных источников загрязнения воздуха.

При планировании адаптационных мероприятий всегда необходимо учитывать их влияние на автотранспортный сегмент города – в случае увеличения количества автотранспорта с ДВС либо снижения скорости движения ниже определенных значений (ориентировочно 60 км/ч), выбросы отработанных газов в воздух возрастают.

Климат и погода существенно влияют на эксплуатационные характеристики дорог, в том числе как на состояние земляного полотна и дорожные одежды (изменяется прочность, долговечность и работоспособность), так и на состояние поверхности дорог (изменяется сопротивление качению, сцепные качества).

Ключевыми проблемами дорожно-транспортного комплекса, возникающими в связи с изменением климата, являются зимнее содержание автодорог, а также безопасность и бесперебойность движения по дорогам в сложных погодных условиях.

Выпадение осадков, образование туманов, резкие перепады температур, в особенности переходы через 0°C, а также скользкость, снежные заносы приводят к снижению скорости движения транспортных потоков и пропускной способности дорог, к росту количества дорожно-транспортных происшествий.

В то же время, исследования показали, что, хотя в целом условия вождения в зимние месяцы более тяжелые, общее количество ДТП в эти месяцы меньше за счет сезонного изменения интенсивности использования автотранспорта и пропускной способности автодорог и, соответственно, характера трафика. Тем не менее, проведенный анализ выявил непосредственную закономерность между количеством дней с суммарными неблагоприятными климатическими изменениями и количеством дорожно-транспортных происшествий в течение всего календарного года, а в особенности в зимний период, что свидетельствует о наибольшем влиянии погодно-климатических факторов, неблагоприятных для движения автотранспортных средств, характерных для этого времени года.

Общая обслуживаемая площадь дорог Москвы составляет 32 млн кв. м, это более 500 объектов, в число которых входят такие крупнейшие как МКАД, Садовое кольцо, Тверская улица, Третье Транспортное кольцо и другие. В 2017 году в текущем ремонте нуждаются 873 объекта в Москве общей площадью 20,4 млн кв. м.

На работу основных служб железных дорог оказывают влияние практически все явления погоды. Одними из самых опасных явлений можно считать сильные снегопады и метели, они ежегодно приводят к нарушению работы станций, узлов и даже целых направлений. Другим

опасным для бесстыкового пути метеорологическим фактором являются экстремальные температуры воздуха (выше 25°C и ниже -25°C) особенно, если они удерживаются длительное время (могут происходить выбросы пути, разрыв стыков и излом рельсов). На состояние пути также оказывают влияние оттепели, дожди и туманы, весенние и дождевые паводки.

Для метрополитена характерны: ущерб от повреждений путей на открытых перегонах и необходимость восстановления регулярного движения на поврежденных ветках; нарушение работы вследствие увеличения интервала движения поездов.

Для железнодорожного транспорта и МЦК в числе факторов риска усиление разрушения дорожного полотна, элементов конструкций токоведущих частей и автоматики; ущерб от повреждений путей на открытых перегонах и восстановления регулярного движения на поврежденных ветках.

Трамвайное и троллейбусное движение несут риски сильного провисания проводов троллейбусных трасс, возникновение заторов на дорогах, усиления разрушения трамвайных путей и троллейбусных трасс, элементов конструкций токоведущих частей и автоматики.

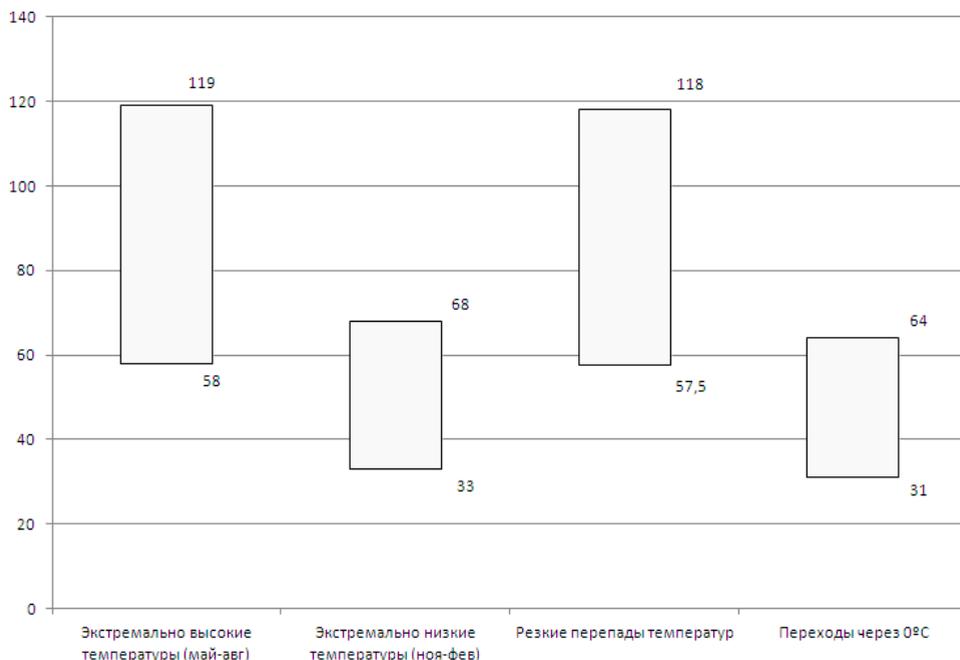


Рис. 9. Графическая интерпретация ущерба на 1 случай возникновения указанных климатических факторов, млн руб.

Таблица 3

Матрица адаптационных мер, соответствующих климатическим факторам

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

Градостроительная отрасль

Учет климатических факторов становится одним из важнейших факторов современного градостроительства и строительства, проектно-планировочных работ. Целью устойчивого градостроительства в Москве является повышение резистентности инфраструктуры города к климатическим изменениям и снижению воздействия на окружающую среду от предприятий и объектов строительства.

За более чем 20-летний период снесено более 5 млн кв. м ветхого жилья, построено более 80 млн кв. м нового комфортного жилья, тысячи объектов социального и культурно-бытового назначения. При новом

строительстве применяются новые технологии и материалы, позволяющие существенно повысить энергетическую эффективность зданий.

В Москве реализуется беспрецедентная программа сноса старых пятиэтажек и переселения их жителей в новые качественные дома. В список домов, вошедших в программу, включено 5 144 многоквартирных дома общей площадью порядка 16 млн кв. м, в них проживают около миллиона москвичей. На месте физически и морально устаревших домов первого периода индустриального домостроения появятся качественные, энергоэффективные, долговечные и комфортные для проживания новостройки. Будет модернизирована значительная часть инженерной инфраструктуры. В рамках программы реновации стоит задача обеспечить достаточные показатели экологичности, энергоэффективности и устойчивости зданий, в том числе к проявлениям климатических изменений. Новые кварталы положат начало полицентрической структуре города, что приведет к снижению нагрузки на транспортную инфраструктуру и сократит избыточный пробег автотранспорта. Все это позволит приблизиться к формированию современной качественной городской среды, где будет создано пространство для комфортного проживания, отдыха и работы при повышении устойчивости к изменениям климата.

Сегодня на территории «старой Москвы» расположено 208 промышленных зон площадью 18,8 тыс. га. Почти пятая их часть подлежит полной реорганизации. После преобразования там появятся новые благоустроенные общественные центры, рабочие места, жилье и инфраструктура. 80 парковых зон создано за прошедшие шесть лет в Москве. В планах на 2017-2019 годы – построить еще столько же.

При установлении взаимодействия факторов климата с элементами ландшафта главное внимание уделяется: радиационному режиму, длительности суточной инсоляции, температурным различиям, ветровому режиму, режиму увлажнения. Также должно учитываться взаимодействие элементов ландшафта со специфическими природными явлениями: снежными заносами, туманами, гололедом, грозами и др.

Если растительный покров почти 60% энергии тратит на испарение, то плотно застроенные поверхности – лишь около 15%, в городах приземный слой воздуха получает более чем в три раза больше тепла по сравнению с естественными поверхностями, что представляет собой основу формирования городского «острова тепла».

Был проведен анализ для определения ущерба от приостановления деятельности объектов строительства вследствие возникновения неблагоприятных метеорологических явлений, когда строительные работы проводить не рекомендуется как по соображениям качества, так и с экономической точки зрения.

Таблица 4.

Результаты проведенного статистического анализа климатических изменений и ущербов, возникающих от них для строительной отрасли.

(увеличение количества дней по каждому из природных явлений на 1 случай в год)

Природное явление	Диапазон ущерба, млн рублей в год
Относительная влажность более 90% в период с ноября по февраль	360 – 480
Ветер более 10 м/с	215 – 295
Сильная метель	540 – 720
Сильны ливни и снегопады	340 – 460
Туманы/дымки	505 – 760

В то же время, современные градостроительные решения являются серьезным резервом адаптации города к изменениям климата. Для техносферы в целом стоимость мер адаптации на порядок и больше превышает ущерб от климатических изменений.

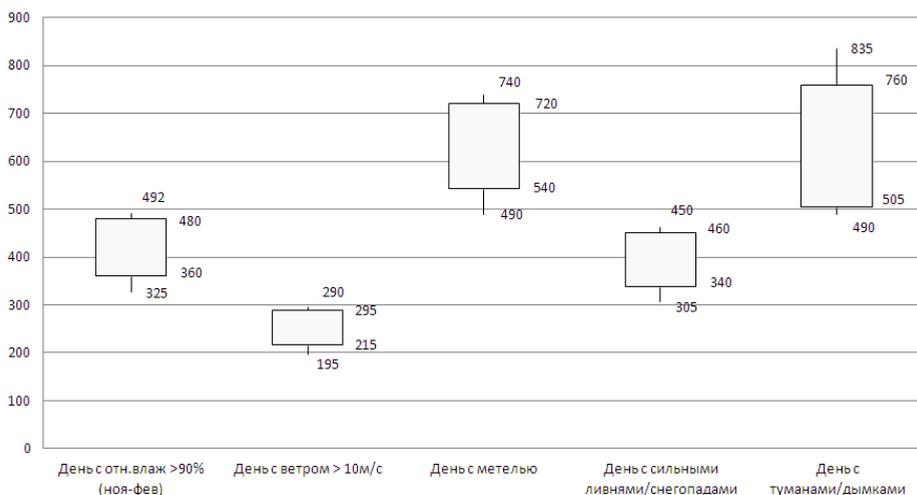


Рис. 10. Графическая интерпретация стоимостной оценки ущерба на 1 случай возникновения каждого из рассмотренных климатических факторов.

Биосфера как балансирующая система

При анализе уязвимости города к изменениям климата биосфера может рассматриваться как фактор, балансирующий влияние техно-сферы и экономического комплекса, а также наиболее близкая человеку среда. В современной Москве, за исключением территории «Новой Москвы», практически не сохранились территории с естественными природными условиями.

Геологическая среда мегаполиса представляет собой сложный, постоянно изменяющийся комплексный природно-техногенный объект. К настоящему времени застроена не только дневная поверхность: приповерхностный слой земли заполнен инженерными коммуникациями и сооружениями, а в подземном пространстве интенсивно развиваются метрополитен, появляются новые транспортные, торговые и хозяйственные сооружения.

Наиболее сильное техногенное воздействие на геологическую среду происходит в границах Старой Москвы – в пределах МКАД. Территории Зеленоградского, Троицкого и Новомосковского административных округов отличаются по степени и характеру техногенной нагрузки, которая, в свою очередь, в сильной степени зависит, в том числе, и от климатических изменений.

Сравнение в результате мониторинга показателей химического состояния подземных вод с существующими нормативами показывает повышенную концентрацию хлоридов (в 39% опробованных скважин), железа (в 65%) и марганца (в 79%), аммония (61%) и нефтепродуктов, в ряде случаев повышенную жесткость (9,1-32,0 мг-экв/л).

Это свидетельствует о поступлении в подземные воды бытовых сточных вод и загрязнений, талых снеговых вод с противогололедными реагентами и других форм хозяйственно-бытовых загрязнений, переходом в растворенную фазу элементов из водовмещающих пород и зоны аэрации под воздействием изменения таких физико-химических свойств воды, как окислительно-восстановительный потенциал, температура, а также при нарушении гидродинамического режима (скоростей и направлений потока).

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. Озеленение улиц определяется их значением и характером окружающей застройки. Состав и структура насаждений по породам деревьев рассматривается как неотъемлемая часть планировки и определяет архитектурный облик улиц.

Москва является одним из наиболее богатых зелеными насаждениями городов мира. Однако в последнюю четверть XX века ситуация начала меняться, некогда единое «зеленое кольцо» столицы стало распадаться на отдельные сужающиеся клинья, «съедаемые» новыми «спальными» районами застройки – Строгино, Тушино, Крылатское, Южное Измайлово, Чертаново и др. Одновременно застройка вторглась в долины и поймы рек (Яуза, Чермянка).

Несмотря на экореабилитацию отдельных участков речных долин, новые парки и особо охраняемые природные территории (ООПТ), общая эффективность средостабилизирующих функций была существенно снижена в результате строительного бума и активного освоения природных территорий. Ситуация вновь изменилась в результате расширения в 2012 г. границ города в юго-западном направлении, после чего удельный вес зеленых насаждений в Москве составил около 44%. Однако анализ показывает потенциальную уязвимость вновь включенных территорий, особенно в случае их форсированного освоения «анклавами» высокоэтажной плотной застройки.

Состояние зеленых насаждений Москвы в целом (а этот параметр непосредственно влияет на их средостабилизирующий и экосервисный потенциал) нельзя считать благополучным. Как показали обследования, ослабленная 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 локализуются по окраинам города, где расположены крупные лесопарковые районы.

К современным проблемам природно-лесного комплекса Москвы, значимым с точки зрения возможностей климатической адаптации, относятся следующие:

- неравномерность «озелененности» территории города, 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.

Основной угрозой для лесов и зеленых насаждений может стать увеличение частоты повторяемости неблагоприятных природных явлений: волн жары, «ледяных дождей», сильных ветров и др. Свое влияние будет иметь и процесс трансформации зеленых массивов в ходе продолжающейся урбанизации и застройки прилегающих и внутригородских земель. В 2015 г. общая площадь экологического следа Москвы составила 358 тыс. га, и с 2001 г. он увеличивался в среднем на 2,8% каждый год (248 тыс. га).

Анализ геопространственных данных и типологизации городского землепользования, позволил сделать следующие выводы о ходе влияния урбанизации на экосистемные функции незастроенных (условно природных) территорий в городе.

1. Городская экспансия происходила независимо от конфигурации административных границ; застройка продолжала развиваться по звездно-лучевой модели – вдоль основных авто- и железнодорожных магистралей. Характерны уплотнение городской застройки в уже существовавших ареалах; смена характера застройки с сельской на городскую; увеличение застроенности на территориях, где ранее существовали лишь отдельные элементы городской застройки; экспансия застроенных территорий на ранее открытые пространства сельской местности.

2. Для Новой Москвы – «экологического донора» столицы – наибольшую роль (до 5,86% ареала за 2001-2015 гг.) сыграл перевод открытой сельской местности в земли городского освоения, на которых появились первые постройки различной этажности.

3. Неблагоприятным трендом с позиций адаптации к изменениям глобального климата следует считать трансформацию сельской и пригородной застройки в плотную городскую застройку (до 3,5% территории Новой Москвы).

4. Наиболее пострадавшими в ходе застройки стали не территории высокой природоохранной значимости, а открытая сельская местность, обладающая, тем не менее, высоким средостабилизирующим потенциалом. Она поглощается всеми видами застройки, что сводит на нет ее экосервисные функции или существенно их ограничивает.

В текущем году годовой объем ассимиляции углерода лесными насаждениями оценивается в 73,8 тыс. т/год, а поглощение углекислого газа – 270,2 тыс. т/год.

Ориентировочная стоимость ущерба от сильного ветра и шквала оценивается в сумме 54,8-175,2 млн руб., урагана – в 266,1-1596,3 млн руб., гололедных явлений – 14,1-211,6 млн руб., от аномально жаркой погоды – 65,2-66,3 млн руб.

Таблица 5.

Поглощение углекислого газа зелеными насаждениями Москвы (тыс. т/год).

Категория зеленых насаждений	2010 оценка	2015 оценка	2025 прогноз
Поглощение двуокси углерода – всего	74,0	298,0	203,5
из них:			
• насаждения общего пользования	27,5	36,9	66,9
• лесопарки	23,4	21,9	80,3
• городские леса	20,2	237,1	53,5
• озеленение улично-дорожной сети	1,2	2,0	2,8
• прочие	1,6	0,0	0,0

Таблица 6.

Экосистемные услуги, оказываемые зеленой инфраструктурой.

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

Таблица 7.

Стоимостные оценки экосистемных услуг зеленой инфраструктуры в городах (2013)

(по данным <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343515000433#bib0510>)

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

*n – количество городов, использованных в анализе;

К основным эколого-экономическим предпочтениям формирования природно-экологического каркаса относятся следующие 4 фактора

1. Увеличение доходов от налога на недвижимость. Наличие природно-культурных территорий, благоустроенных парков и лесопарковых зон увеличивает рыночную стоимость жилой недвижимости в близлежащих районах. На основе рыночной стоимости определяется кадастровая стоимость, напрямую влияющая на сумму налога на недвижимость

2. Уменьшение расходов на здравоохранение. Природоохранительные территории выполняют устойчивую экологическую функцию естественных фильтров, вырабатывают кислород и фитонциды, регулируют микроклимат близлежащих территорий. Комфортная и экологически благоприятная среда способствуют снижению заболеваемости населения, вследствие чего сокращаются расходы на здравоохранение.

3. Предоставление водных ресурсов поверхностного слоя территории населению. Воды поверхностного слоя являются основным источником водопотребления на данных территориях. Природные территории выполняют эту роль безвозмездно, однако, расходы на подготовку аналогичных объемов воды, сооружение и эксплуатация насосных станций и водопровода для обеспечения нужд населения будут стоить огромных средств.

4. Увеличение валового регионального продукта региона. Создание условий для самовоспроизводства и саморегулирования территорий в условиях урбанизированной Московской агломерации возможно

лишь путем присвоения территориям статуса особо охраняемых, таким образом устойчивое биоразнообразие будет вносить свой вклад в валовой региональный продукт.

Зеленая инфраструктура. Понятие «зеленая инфраструктура» (ЗИ) означает совокупность незастроенных элементов городского пространства, для которых характерна мультифункциональность, связность и иерархичность. Сюда можно отнести природные территории и зеленые насаждения, выполняющие функции регулирования стока и защиты от наводнений, очистки воды и воздуха и поддержки местообитаний, территории с высоким уровнем биоразнообразия (в пределах охраняемых территорий и их буферных зон, устойчиво функционирующие экосистемы за пределами охраняемых территорий, природные комплексы, способные выполнять роль экологических коридоров, восстановленные местообитания, искусственные переходы способствующие приоритетному поддержанию экосистем, элементы городского озеленения (парки, зеленые стены и крыши, водопроницаемые тротуары и дорожные покрытия), а также леса и сельскохозяйственные земли с живыми изгородями.

В отечественной школе градостроительного проектирования более привычно словосочетание «зеленые насаждения» (в ГОСТ 28329-89 под ними понимается совокупность древесной, кустарниковой и травянистой растительности на определенной территории). Также распространены термины «экологический каркас», «природно-экологический каркас».

Такие элементы зеленой инфраструктуры как зеленые крыши (стены), уличное озеленение, водно-болотные угодья, реки и речные долины, леса, луга и пустоши оказывают экосистемные услуги, в т.ч. сокращение риска наводнений, снижение эффекта острова тепла, сокращение потребностей в энергии, снижение шума/атмосферного загрязнения, сохранение биоразнообразия, обеспечение условий для отдыха и рекреации.

Исследования показывают, что способность городов адаптироваться к происходящим изменениям климата связана не только с количеством деревьев на территории города, но и общим характером городской планировки, степенью озелененности различных районов города, составом зеленой инфраструктуры (в частности, соотношением лесных, открытых, луговых и др. пространств), площадью сохранившихся непрерывных лесных массивов, сохранностью экологических коридоров речных долин, геометрией транспортных сетей и др. факторами.

Ориентировочные оценки потерь от снижения качества экосистемных услуг в результате урбанизации и др. неблагоприятных воздействий в Москве составляют от 1 до 2,65 млрд рублей в год.

Охраняемые природные территории. На 1 сентября 2017 г. в городе создано 120 охраняемых природных территорий (ОПТ), которые занимают более 17,6 тыс. га.

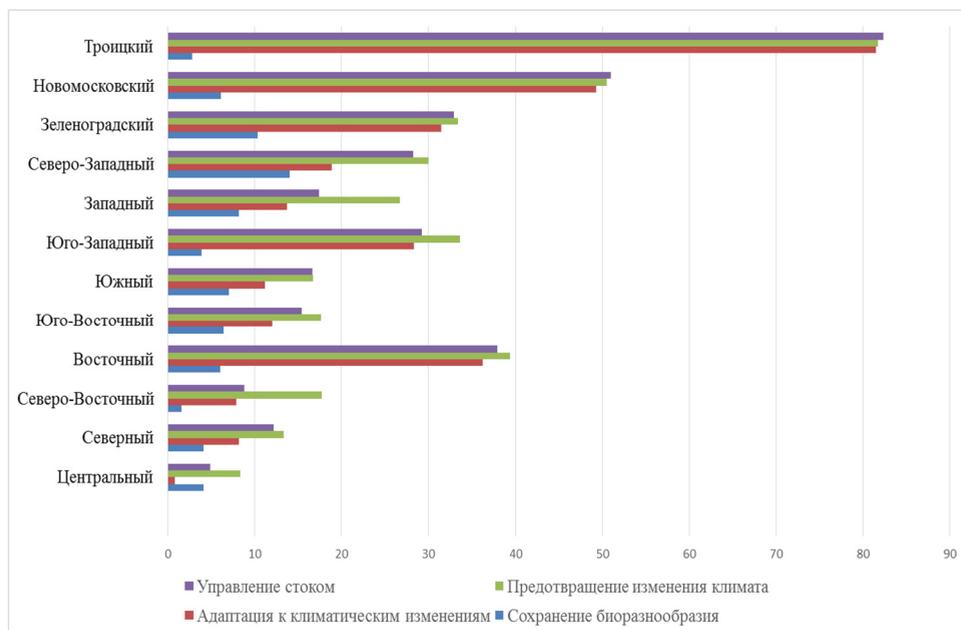


Рис. 11. Потенциал адаптации к климатическим изменениям по административным округам Москвы

Комплекс мер по адаптации зеленых территорий Москвы к возможным климатическим изменениям должен носить адресный характер для разных частей города и категорий насаждений. Основная цель мер по адаптации – повышение средостабилизирующего (адаптационного) потенциала зеленых насаждений в условиях усиления климатической изменчивости.

К числу важнейших задач относятся:

- сохранение существующих площадей зеленых насаждений на территории Москвы, и, прежде всего, крупных ареалов зеленой инфраструктуры;
- увеличение количественных и качественных показателей озелененности в наиболее уязвимых с точки зрения возможных климатических изменений высокоурбанизированных зонах города, в пределах ТТК и ЦАО;
- применение научно обоснованных методик и стандартов ухода за ландшафтом, базирующихся на естественных природных механизмах, в пределах ООПТ и в городских лесах;
- максимальное сохранение лесных массивов в районах Новой Москвы и достижение их пространственной непрерывности с основной территорией города;

- оптимизация стоково-бассейновых функций городского природного комплекса с целью снятия рисков развития неблагоприятных процессов и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Для этого предлагаются следующие меры и механизмы:

– выполнение демонстрационных пилотных проектов по озеленению крыш и стен общественных зданий различных типов и видов использования в центральной части города;

– внедрение механизма обязательного озеленения части площадей, высвобождающихся от старой застройки (в центральной части города - до 20%);

– установление особого природоохранного статуса для долино-речных экологических коридоров и водораздельных транзитных крупных ООПТ, пересекающих административные границы города;

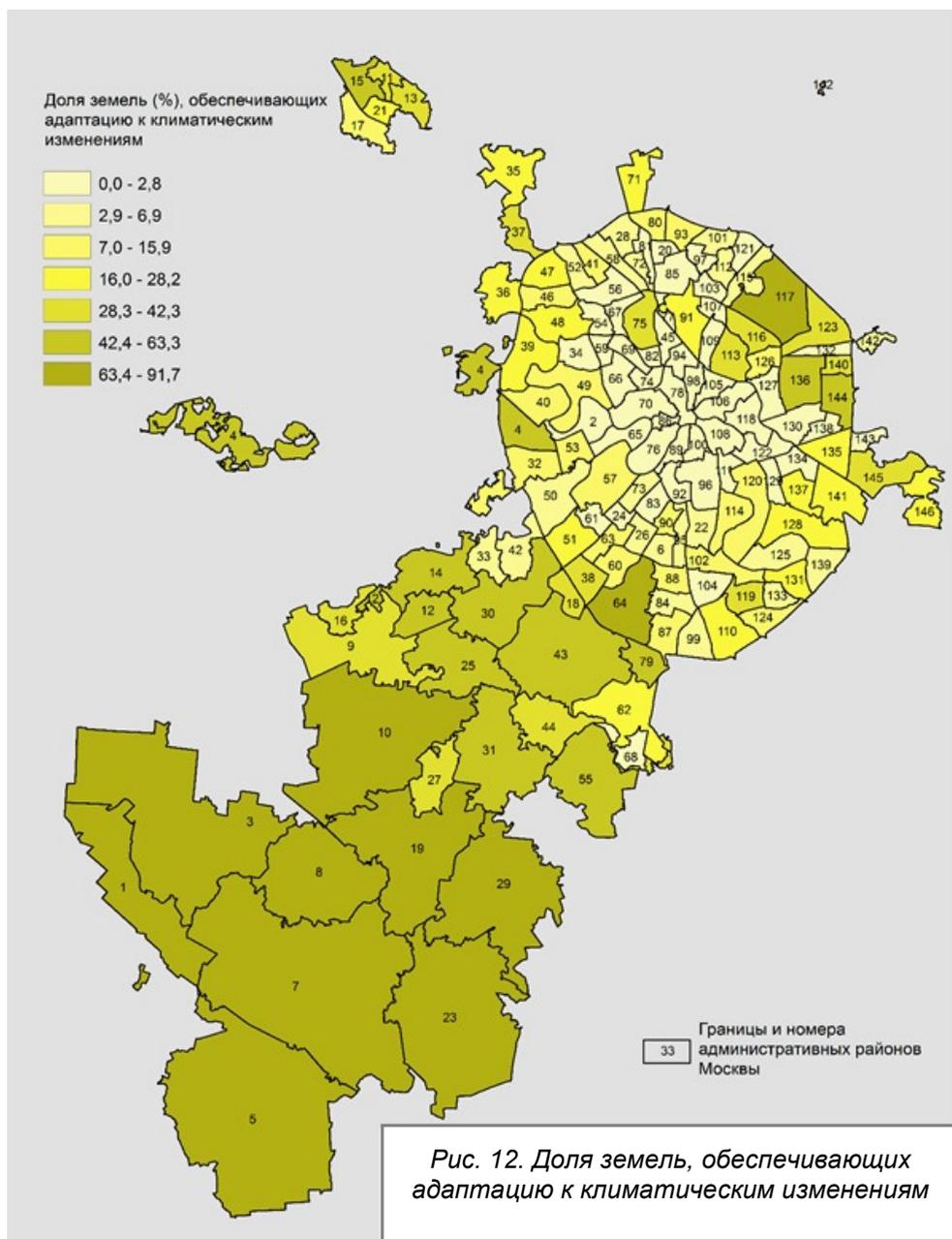
– разработка механизма замены погибших, в том числе в результате ОПЯ, растений новыми зелеными насаждениями с учетом условий их выживаемости;

– изменение системы индикаторов зеленых насаждений, перевод ее с количественных показателей, зависящих только от площадей насаждений, к количественно-качественным, учитывающим рекреационные и другие полезные функции;

– экореабилитация русел малых и самых малых рек, и ручьев, а также звеньев овражно-балочной сети для сохранения их в качестве открытых водотоков, обеспечивающих восстановление связи между небольшими фрагментами «патчами» городской зеленой инфраструктуры;

– освобождение пойм и террас долин крупных рек от фрагментов устаревшей производственной, транспортной и коммунальной инфраструктуры и включение их в зеленую инфраструктуру в статусе открытых и полуоткрытых ландшафтов – частей водно-зеленого диаметра.

Экономические оценки показывают, что важнейшая мера по адаптации – не только сохранение количества, но и поддержание качества и связности всех типов зеленой инфраструктуры города. На следующем уровне – пространственная адаптация (управление альбедо поверхности, развитие зеленой инфраструктуры, элементы новой урбанистики, сбалансированное освоение промзон и реновация).



Люди как бенефициар программ адаптации и наиболее уязвимое звено

Как показывает анализ, наиболее уязвимо к последствиям изменений климата, а, следовательно, подвержено ущербу как раз городское население. При этом по цепочке любое воздействие на техно- или биосферу, в том числе со стороны изменений климата, приведет, в конечном итоге, к воздействию на человека. Именно люди являются и конечным и главным получателем благ и эффектов города, а следовательно, программ адаптации. При этом качество коммуникаций и открытость в реализации программы адаптации, ее принятие населением – важнейший залог ее успеха.

Около 90% всего экономического ущерба от климатических изменений в крупных мегаполисах может составить непоправимый ущерб по линии населения. Сюда входят ущербы от заболеваемости, дополнительной смертности, различные косвенные ущербы.

Температура и влажность атмосферного воздуха, атмосферное давление, осадки и скорость ветра, облачность, солнечная радиация и освещенность – это взаимосвязанные элементы климата, оказывающие большое и разностороннее воздействие на биосферу в целом, а также на здоровье и самочувствие людей. Влияние на здоровье включает высокую вероятность увечий и болезней в результате наблюдаемой тенденции изменения климатической ситуации в худшую сторону.

К группам повышенного риска заболеваемости и смертности относятся дети младшего возраста, люди пенсионного возраста, лица, профессиональная деятельность которых связана с пребыванием на открытом воздухе. Городское пространство мегаполисов формирует свой внутренний микроклимат. Среднегодовая температура в городском «острове тепла» выше, а относительная влажность ниже за счет больших площадей «твердых покрытий», «каменных» зданий.

Корреляционный анализ позволил выявить статистически достоверную корреляционную связь между показателем заболеваемости сердечно-сосудистой системы и количеством переходов температуры атмосферного воздуха через 0 °С, а также между болезнями органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, инфекционной и паразитарной заболеваемостью и количеством экстремальных температур и повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Комплекс неблагоприятных климатических факторов оказывает совокупное влияние на здоровье человека. Каждый фактор отдельно или комбинация нескольких могут усугубить течение имеющихся заболеваний.

Графическая интерпретация экономического ущерба от заболеваемости и смертности на 1 случай возникновения указанных климатических факторов в городе Москве представлена на рисунках ниже.

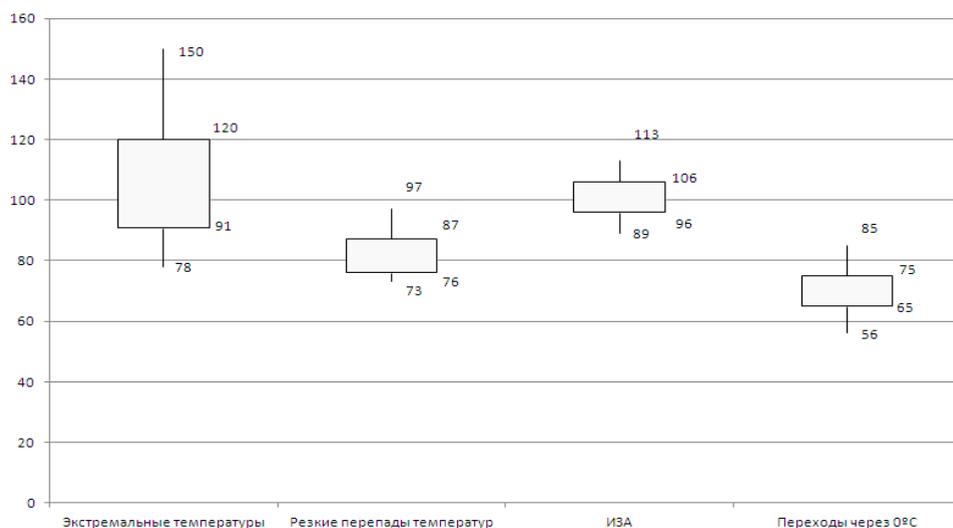


Рис. 13. Графическая интерпретация ущерба от заболеваемости на 1 случай возникновения указанных климатических факторов, млн руб.

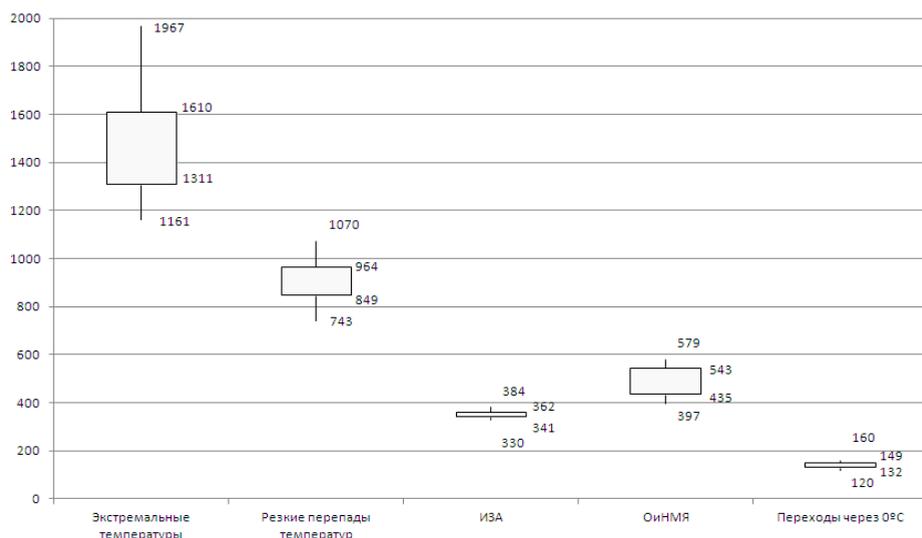


Рис. 14. Графическая интерпретация ущерба от смертности на 1 случай возникновения указанных климатических факторов, млн руб.

Помимо непоправимой утраты человеческой жизни, немаловажен и экономический ущерб от преждевременной смертности населения для экономики города. Проведенная оценка показала, что компонента усредненной цены риска потери одной человеческой жизни составила 8,85 млн руб. на 1 случай преждевременной смерти, что совпадает с оценкой стоимости человеческой жизни на основе актуарного подхода по среднему душевому доходу в России.

Увеличение числа дней с климатическими аномалиями на 1 значение в течение каждого месяца приведет к совокупному экономическому ущербу за год равному около 0,05% ВРП.

К числу адаптационных мер можно отнести все без исключения мероприятия, направленные на адаптацию любых секторов городского хозяйства, поскольку конечным бенефициаром является именно человек, горожанин. Тем не менее, можно выделить комплекс мер, сфокусированных именно на здоровье населения.

Первостепенными и эффективными адаптационными мероприятиями **медицинского** характера можно считать профилактические мероприятия (предотвращение воздействия факторов риска и развития заболеваний) и лечебно-диагностические мероприятия.

Для адаптационных мероприятий **немедицинского** характера приоритетным является очистка водоемов с целью использования их для отдыха и купания в жаркое время года, а также мероприятия по дополнительному озеленению, мероприятия по информационному обеспечению населения.

Надо планировать введение дополнительных центров и стационаров, что позволит повысить доступность медицинской и паллиативной помощи для граждан в периоды неблагоприятных погодных ситуаций. К данному виду адаптации относится создание и размещение объектов с приемлемой температурой воздуха во время аномально высоких и низких температур, формирование «ячеек» помощи людям в периоды повышенного загрязнения атмосферного воздуха, а также временных центров мгновенного реагирования с минимальным количеством персонала, позволяющим оказывать первую помощь для метеозависимых людей и людей, находящихся к группам риска, дополнительные кардиомобили. Ориентировочная стоимость данного адаптационного мероприятия составляет 1,2 млрд руб.

Во время аномальной жары/волн жары необходимо реализовать выдачу питья на территории ООПТ и в пределах ТТК, так как именно данный участок характеризуется как основной «остров тепла» в Москве. Стойки с питьевыми фонтанами, передвижные киоски и мобильные станции выдачи бутилированной воды необходимо располагать возле большинства выходов станций метрополитена, московского централь-

ного кольца и ж/д станций, а также в местах, характеризующихся высокой плотностью пребывания людей. Ориентировочная стоимость данного адаптационного мероприятия составляет 60 млн руб. Во время морозов, напротив, имеет смысл выдача горячего питья.

Выдача повязок и масок особенно актуальна в условиях повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха, в том числе во время аномальной жары. Реализацию и выдачу одноразовых марлевых повязок и респираторных масок необходимо осуществлять непосредственно на всей территории г. Москвы. Выдачу производить на выходах из станций метрополитена и МЦК, в ООПТ и местах пребывания большого количества людей. Ориентировочная стоимость данного адаптационного мероприятия составляет 50 млн руб.

Для снижения влияния климатических изменений на здоровье населения возможен широкий спектр адаптационных мероприятий, конкретный перечень которых может быть выбран, исходя из экономических возможностей региона. Представлена оценка стоимости адаптационных мероприятий для трех уровней реализации: малого, среднего и высокого. По экспертным оценкам, в настоящий момент для установления положительной тенденции снижения заболеваемости населения целесообразен выбор диапазон стоимости адаптационных мероприятий, лежащий в пределах между «средним» и «высоким» уровнем реализации. Общая стоимостная оценка предлагаемых адаптационных мероприятий по каждому уровню реализации приведена в таблице 7.

Таблица 7.

Стоимостная оценка адаптационных мероприятий по уровням реализации

Климатические факторы	Стоимость адаптационных мероприятий, млн руб.			
	Малый Уровень реализации (33%)	Средний уровень реализации (66%)	Высокий уровень реализации (100%)	
Информационное обеспечение	23	46	70	
Введение дополнительных центров, стационаров	400	790	1200	
Выдача питья	Холодного	20	40	60
	Горячего	17	35	50
Выдача повязок и масок	17	35	50	
СУММА	477	946	1430	

Отдельными важнейшими механизмами являются **гуманитарные и когнитивные меры** – обучение, информирование, организация обратной связи, формирование активных сообществ и делегирования им ряда решений и так далее. Стратегия активных коммуникаций – единственно возможная и верная:

- повышение информированности на всех уровнях, организация специализированных рубрик и передач в печатных, эфирных и электронных СМИ, выступления специалистов, возвращение пула журналистов, разбирающихся в проблематике;

- стимулирование самоорганизации, дворовых и иных сообществ, практика дружин на крупных предприятиях, в первую очередь режимных и предприятиях энергокомплекса;

- в школах введение новых сегментов климатической грамотности в предметы – окружающий мир, биология, география, ОБЖ (основ безопасности жизнедеятельности) и другие;

- развитие электронных и онлайн сервисов информирования и обратной связи с сегментом городского хозяйства и климата.

Приоритет ущербов среди населения накладывает особую ответственность на коммуникативную сферу и медиа, особенно в условиях лавинообразного информационного взрыва последнего времени (увы, есть десятки и сотни плохих примеров). И это предмет особого и очень серьезного разговора и анализа.

Моделирование возможных ущербов секторам экономики от климатических воздействий

Для каждого крупного образования, каким является город Москва, характерны свои особенности и наиболее актуальные климатические угрозы. Поскольку общий список климатических факторов и типов их воздействия на системы города весьма обширен, решению задачи оценки уязвимости города к климатическим изменениям должен предшествовать анализ основных факторов, наиболее актуальных именно для рассматриваемого случая.

В ходе проведения работы был проведен анализ наиболее актуальных для Москвы климатических факторов и систем, на которые они воздействуют. За основу для выбора таких факторов и систем была взята таблица опроса, приведенная в работе [Оценка уязвимости к изменению климата: Украина, Киев: Myflaer2014], реализованной Климатическим форумом восточного партнерства (КФВП) и Рабочей группой неправительственных организаций по вопросам изменения климата (РГ НУО ВИК), 2014.

Проведенный на основе опроса экспертной группы, принимающей участие в настоящей работе, факторный анализ позволил выявить актуальные для Москвы основные климатические явления, оказывающие влияние на городские объекты:

- *P1* – мокрый снег, сильное гололедно-изморозное отложение, ледяной дождь;
- *P2* – смерч;
- *P3* – очень сильный ветер, шквал;
- *P4* – ураганный ветер;
- *P5* – экстремальные температуры;
- *P5.1* – аномально жаркая погода;
- *P5.2* – увеличение количества дней с экстремально высокой температурой;
- *P5.3* – увеличение количества дней с экстремально низкой температурой;
- *P6* – продолжительный сильный дождь или сильный ливень;
- *P7* – резкие перепады температур;
- *P8* – повышенный уровень загрязнения воздуха;
- *P10* – переход температуры воздуха через 0 °С.

Основными объектами влияний, уязвимыми к воздействию этих климатических явлений в городах и городских поселениях, являются:

- *O1* – система водоснабжения и водоотведения;
- *O2* – система электроснабжения;
- *O3* – природная среда (лесные насаждения, парки, скверы);
- *O4* – экосистемные услуги, оказываемые городу природной средой;

Приоритеты устойчивого развития Москвы:

энергоэффективность, снижение уязвимости, климатическая адаптация

- О5 – система газоснабжения;
- О6 – система теплоснабжения;
- О7 – транспортная система;
- О8 – население города;
- О9 – здания и сооружения.

Таблица 8.

Соответствие объектов влияния и оказывающих на них наиболее существенное воздействие климатических явлений.

№ п/п	Объекты влияния	Климатические явления
1	О1 – система водоснабжения и водоотведения	Р2 – смерч; Р3 – очень сильный ветер, шквал; Р4 – ураганный ветер; Р5 – экстремальные температуры; Р6 – продолжительный сильный дождь или сильный ливень;
2	О2 – система электроснабжения	Р3 – сильный ветер; Р5 – экстремальные температуры; Р10 – переход температуры воздуха через 0 °С
3	О3 – природная среда	Р1 – мокрый снег, сильное гололедно-изморозное отложение, ледяной дождь
		Р2 – смерч
		Р3 – очень сильный ветер, шквал
		Р4 – ураганный ветер
		Р5.1 – аномально жаркая погода
4	О4 – экосистемные услуги, оказываемые городу природной средой	<i>Влияние уточняется</i>
5	О5 – система газоснабжения	<i>Влияние отсутствует</i>
6	О6 – система теплоснабжения	Р5 – Экстремальные температуры
7	О7 – транспортная система	Р1 – мокрый снег, сильное гололедно-изморозное отложение, ледяной дождь; Р2 – смерч; Р3 – очень сильный ветер, шквал; Р4 – ураганный ветер; Р5 – экстремальные температуры; Р6 – продолжительный сильный дождь или сильный ливень
8	О8 – население города	Р5 - Экстремальные температуры; Р7 – резкие перепады температур; Р8 – повышенный уровень загрязнения воздуха
9	О9 – здания и сооружения	Р5 - Экстремальные температуры; Р7 – резкие перепады температур; Р10 – переход температуры воздуха через 0 °С

В таблице 8 указано соответствие объектов влияния и климатических явлений, оказывающих на них воздействие.

Анализ предоставленных экспертами материалов по оценке уязвимости и ущерба от воздействия климатических факторов показал, что разработка точной математической модели оценки ущерба городскому хозяйству, являющегося следствием климатических изменений, весьма затруднительна. Приведенная далее модель базируется на результатах обобщения мнений группы экспертов, принимавших участие в работе и позволяет с применением математического аппарата нечеткой логики отразить их мнение о причинно-следственных связях и степени влияния факторов климатических рисков на ущерб городскому хозяйству, а также дать количественные оценки ущерба. Структура и потенциальные возможности модели предполагают подстройку алгоритмов оценки в процессе ее функционирования на реальных текущих и исторических данных.

Структура модели на примере оценки уязвимости и потенциального ущерба природной среды приведена на рисунке 15.

Некоторые результаты моделирования по ряду секторов экономики (транспортный комплекс и заболеваемость населения) представлены ниже на рис. 16.

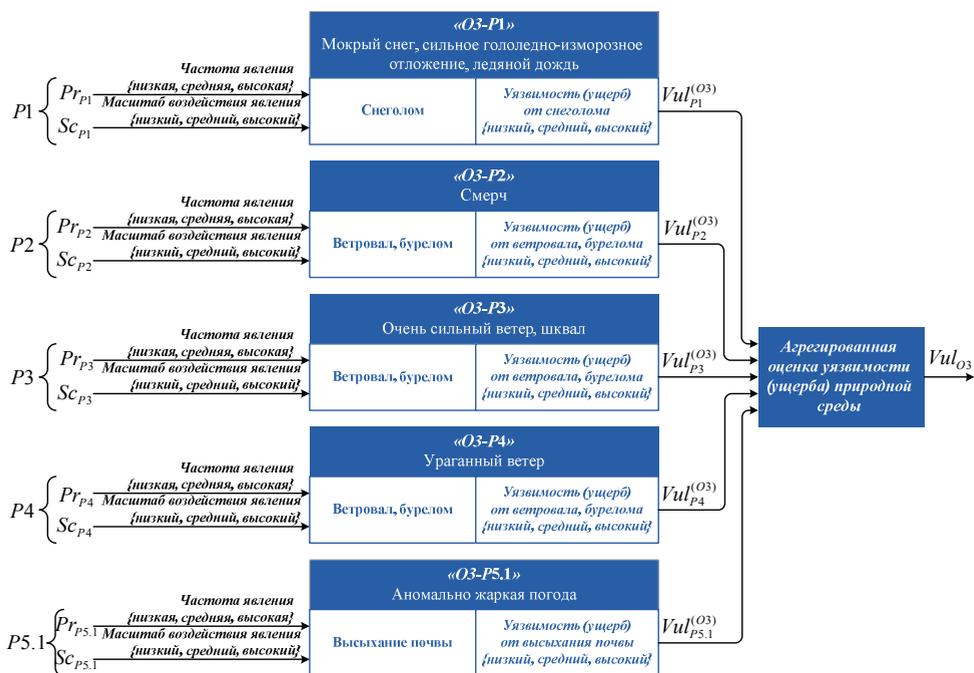


Рис. 15. Структура композиционной нечеткой продукционной модели для оценки воздействия климатических явлений на уязвимости природной среды

Оценка ущерба от климатических факторов

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

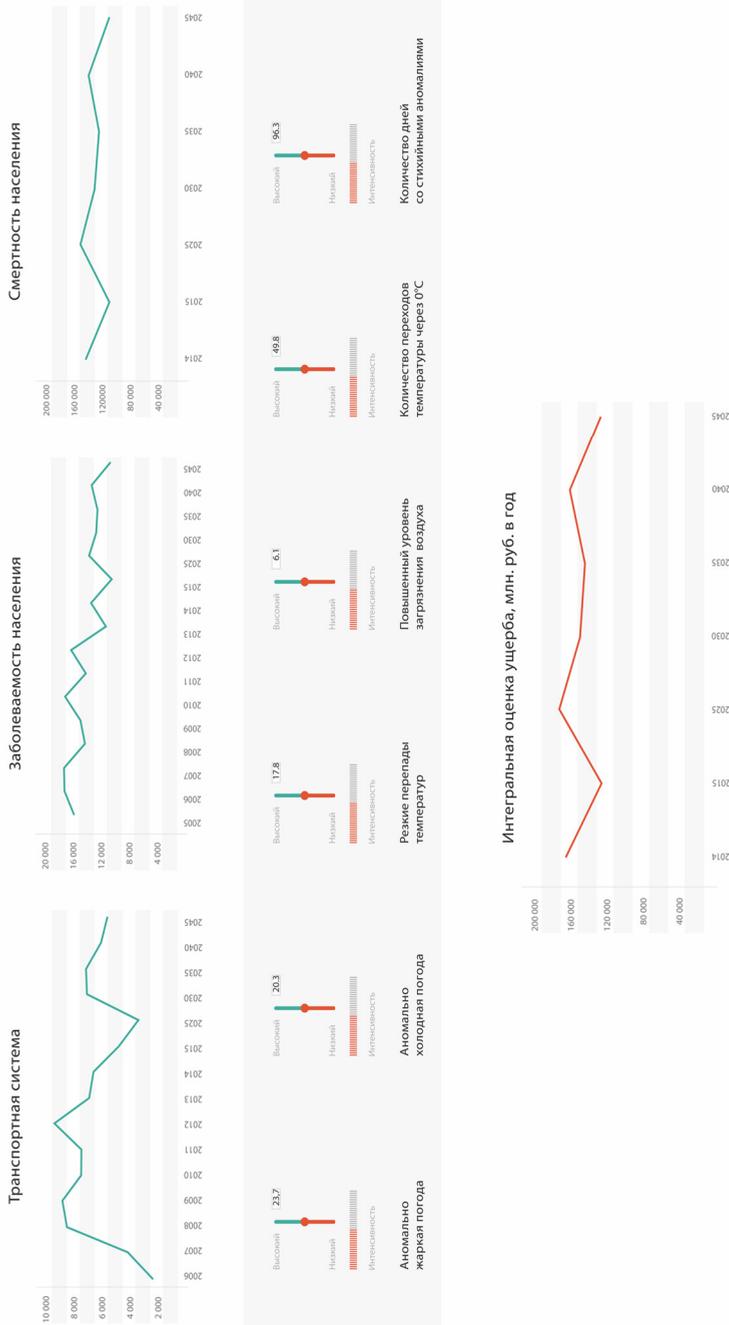


Рис. 16. Визуализация работы модели

Комплексность и увязка мер и механизмов обеспечения стратегии. Отрасль адаптации

Учитывая другие городские политики, отдельные отраслевые подходы и существующую нормативно-правовую базу и обладая междисциплинарным и сквозным характером с точки зрения городского управления, стратегия адаптации к изменениям климата на территории имеет, тем не менее, определенные принципы и краеугольные камни своего формирования.

Необходимая комплексность стратегии достигается увязкой разнообразных отраслевых и межотраслевых компонентов:

- отраслевых (секторальных) мер по адаптации для разных секторов экономики города;
- комплексного плана снижения выбросов парниковых газов;
- мерами по развитию межведомственного взаимодействия, систем комплексного мониторинга и реагирования;
- системой мер для биосферы и населения
- созданием отрасли адаптации;
- проработкой необходимого нормативно-правового обеспечения стратегии и ее практического воплощения.

Ниже представлен ряд конкретных рекомендаций по ключевым направлениям и отраслям: в постановке управленческой работы, специфических мерах по обеспечению эксплуатации и модернизации инфраструктуры, применению наилучших доступных технологий, градостроительных решений, стимулирования появления рынков адаптации.

Среди основных нормативных правовых актов, направленных на достижение целей и задач сокращения выбросов парниковых газов и повышение адаптации экономики города к климатическим изменениям, для Москвы можно предложить следующие.

I. Формирование основ правового регулирования г. Москвы в области мер и механизмов климатической адаптации

- Проект Закона города Москвы «О внесении изменений в отдельные законы города Москвы»,
- Изменение и дополнение законов города Москвы с целью внедрения и реализации комплекса мер по выявлению и оценке всех климатических рисков, которые могут возникать на территории города, их влияния на городскую среду и процессы жизнедеятельности, а также по снижению отрицательного влияния прогнозируемых климатических изменений на объекты инфраструктуры и адаптации городской среды и объектов инфраструктуры к таким изменениям,
- Внесение изменений в закон города Москвы от 20 октября 2004 года № 65 «Об экологическом мониторинге в городе Москве»,

- Внедрение интегрированной системы мониторинга климатических изменений. Уточнение параметров и критериев мониторинга. Создание комплексных систем раннего предупреждения о наступлении неблагоприятных климатических условий состояния природной среды,
- Расширение прав и обязанностей граждан, юридических лиц и общественных объединений в области экологического мониторинга, в том числе мониторинга климатических изменений,
- Изменения и дополнения в Закон города Москвы от 24 ноября 2004 года № 74 «О земельном налоге», Закон города Москвы от 9 июля 2008 года № 33 «О транспортном налоге», Закон города Москвы от 23 ноября 2016 года № 37 «Об установлении ставки налога на прибыль организаций для организаций – резидентов особой экономической зоны технико-внедренческого типа «Зеленоград»,
- Введение налоговых льгот для организаций, непосредственно участвующих в процессе реализации мер по климатической адаптации различных секторов экономики города.

II. Разработка подзаконных актов города Москвы принимаемых во исполнение изменений, внесенных в законы города Москвы в целях сокращения выбросов парниковых газов и повышения адаптации экономики города к климатическим изменениям

- Проект акта города Москвы о реализации мер климатической адаптации на территории города,
- Определение отраслевых органов исполнительной власти города Москвы, отвечающих за реализацию мер климатической адаптации в различных отраслях городской экономики, наделение таких органов соответствующими полномочиями, установление регламента взаимодействия между ними и с другими городскими службами и организациями,
- Проект акта города Москвы о реализации мер климатической адаптации в промышленной сфере,
- Определение и выполнение мероприятий направленных на снижение выбросов парниковых газов в теплоэнергетике; электроэнергетике; нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности; при транспортировке по трубопроводам газа и продуктов его переработки; в процессе обращения с твердыми бытовыми и промышленными отходами; иных направлениях функционирования (отраслях) промышленности, определенных Правительством города Москвы,
- Обеспечение организации и контроля соблюдения санитарно-защитных зон промышленных и иных антропогенных объектов,
- Проект акта города Москвы о реализации мер климатического мониторинга на территории города,
- Разработка и внедрение климатических моделей нового поколения,
- Оценка последствий климатических изменений для населения, промышленных объектов, транспорта, инфраструктурных объектов,

- Оценка предсказуемости климатических изменений на территории города,
- Проект акта города Москвы о реализации мер климатической адаптации для населения города Москвы,
- Разработка инновационных технологий, методов и мероприятий, направленных на снижение уровня преждевременной смертности населения, подверженного совокупному воздействию негативных экологических и климатических факторов, и на улучшение демографических показателей населения,
- Проект акта города Москвы о реализации мер климатической адаптации в отношении жилищной сферы, коммунальных объектов и объектов утилизации (захоронения) ТБО,
- Развитие систем ливневой канализации городских территорий, прежде всего внутриквартальных и уличных сетей дождевой канализации. Решение проблемы водоотведения поверхностного стока,
- Реализация целевых инвестиционных программ обращения с твердыми бытовыми и промышленными отходами, основанных на комплексном подходе к процессу сбора и утилизации всех видов отходов,
- Учет климатических и экологических условий города Москвы в жилищной и коммунальной сфере,
- Проект акта города Москвы о реализации мер климатической адаптации при выполнении проектов в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности,
- Реализация мер климатической адаптации посредством выполнения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности,
- Дифференциации мероприятий исходя из класса энергетической эффективности соответствующих объектов и их технических параметров, в соответствии с которым обязательные мероприятия должны устанавливаться общими для всех объектов и отдельно для групп объектов, имеющих схожие конструктивные и технические параметры, схемы теплоснабжения, водоснабжения, электроснабжения, газоснабжения и другие признаки.

III. Разработка подзаконных актов города Москвы, направленных на сбор и систематизацию информации, необходимой для реализации мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов и по повышению адаптации экономики города к климатическим изменениям

- Проект акта города Москвы о сборе и обработке информации, собираемой в целях реализации мероприятий, выполнение которых необходимо для сокращения выбросов парниковых газов и повышения адаптации экономики города к климатическим изменениям,

- Введение информационных форм для сбора, обобщения и анализа информации:

1) о юридических лицах, об индивидуальных предпринимателях, осуществляющих деятельность по производству, переработке, обогащению, преобразованию, хранению, передаче, распределению, транспортировке, поставкам, перевалке, перегрузке, отгрузке, реализации энергетических ресурсов, снабжению ими и (или) обеспечению функционирования рынка электрической энергии и мощности в городе Москве, в том числе об основных финансово-экономических показателях указанной деятельности, об их производственных и инвестиционных программах;

2) о рынках энергетических ресурсов города Москвы, ценообразовании на таких рынках, ценах, тарифах на энергетические ресурсы, налогах и сборах, об операциях, совершаемых с энергетическими ресурсами в пределах московского региона и операциях приобретения и продажи энергетических ресурсов в данный регион и из него;

3) об использовании энергетических ресурсов, о прогнозе потребления энергетических ресурсов;

4) о потребностях города Москвы и отраслей экономики города в энергетических ресурсах, об их использовании в городе в Москве в целом и в отраслях экономики города по отдельности;

5) о фактических и прогнозируемых запасах энергетических ресурсов, подлежащих накоплению;

6) об объеме производства, переработки, обогащения, преобразования, хранения, передачи, распределения, транспортировки, поставок, перевалки, перегрузки, отгрузки, реализации энергетических ресурсов, их потерь субъектами снабжения энергетическими ресурсами и иными хозяйствующими и другими субъектами города Москвы, включая население и приравненных к нему потребителей;

7) о характеристиках энергетических ресурсов, используемых на территории города, в том числе об их качестве;

8) об использовании объектов инфраструктур железнодорожного транспорта, автомобильного транспорта внутреннего водного транспорта, для перевалки, перегрузки, отгрузки энергетических ресурсов;

9) об использовании возобновляемых источников энергии (в том числе об установленной мощности действующих и (или) планируемых для ввода в эксплуатацию генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, объеме произведенной такими объектами электрической и (или) тепловой энергии, о производственной мощности предприятий, осуществляющих производство энергоносителей с использованием возобновляемых источников энергии, об объеме энергоносителей, произведенных такими предприятиями с использованием возобновляемых источников энергии);

10) о технических характеристиках оборудования субъектов хозяйственной деятельности, предназначенного для производства, перера-

ботки, обогащения, преобразования, хранения, передачи, распределения, транспортировки, поставок, перевалки, перегрузки, отгрузки, реализации энергетических ресурсов, снабжения ими, в том числе о техническом состоянии данного оборудования и применяемых на нем технических устройствах и средствах измерений (приборах учета энергетических ресурсов), о проведенном и планируемом ремонте, подготовке к осенне-зимнему периоду и его прохождении;

11) о приобретении энергетических ресурсов по государственным контрактам на их поставку или иным договорам и об использовании энергетических ресурсов федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, подведомственными им государственными учреждениями;

12) о нормативных правовых актах города Москвы, регулирующих отношения в сферах производства, переработки, обогащения, преобразования, хранения, передачи, распределения, транспортировки, поставок, перевалки, перегрузки, отгрузки, реализации и использования энергетических ресурсов, снабжения ими;

13) о воздействии деятельности хозяйствующих субъектов топливно-энергетического комплекса на окружающую среду, климат, о мерах, принимаемых по охране окружающей среды, адаптации к изменениям климата и смягчению антропогенного воздействия на климат;

14) о количестве заключенных и реализуемых энергосервисных договоров (контрактов), в том числе иная информация в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

15) об организациях, осуществляющих научно-исследовательскую, научно-техническую, инновационную, образовательную деятельность в сферах производства, переработки, обогащения, преобразования, хранения, передачи, распределения, транспортировки, поставок, перевалки, перегрузки, отгрузки, реализации и использования энергетических ресурсов, снабжения ими, о проводимых и планируемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских, технологических работах в этих сферах;

16) об объеме, о номенклатуре, технических характеристиках оборудования и материалов, производимых на территории города Москвы в целях производства, переработки, обогащения, преобразования, хранения, передачи, распределения, транспортировки, поставок, перевалки, перегрузки, отгрузки, реализации и использования энергетических ресурсов, снабжения ими или импортируемых и экспортируемых в указанных целях на территорию города Москвы или за пределы этой территории;

17) о состоянии энергетики граничащих с городом Москвой субъектов Российской Федерации, о межсубъектных системах транспортирования энергетических ресурсов, запасах энергетических ресурсов;

18) о развитии энергетических технологий за рубежом, в том числе наилучших доступных технологий с точки зрения лучшей международной практики;

19) о прогнозе развития направлений функционирования (отраслей) топливно-энергетического комплекса города Москвы, направлений функционирования (отраслей) топливно-энергетических комплексов граничащих с городом Москвой субъектов Российской Федерации, в том числе их технологического развития, прогнозе энергетической безопасности субъектов Российской Федерации;

20) о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, об инцидентах или авариях, создающих угрозу безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса.

IV. Разработка подзаконных актов города Москвы по информационному обеспечению мер климатической адаптации и по подготовке кадров, необходимых для реализации мер климатической адаптации

- Проект акта города Москвы о разработке мер информационной поддержки мероприятий по климатической адаптации, реализуемых на территории города,
- Разработка и проведение информационной кампании по информированию населения города Москвы о стратегии климатической адаптации города, порядке действий в случае наступления неблагоприятных природных и техногенных явлений, о формировании благоприятной городской среды,
- Акт уполномоченного органа города Москвы о разработке программы обучения, переобучения и подготовки специалистов в сфере климатической адаптации,
- Формирование задания и тематики обучения, подготовки и переподготовки специалистов в области климатической адаптации по заявкам органов власти и управления города Москвы и заинтересованных организаций,
- Акт уполномоченного органа города Москвы о порядке уведомления заинтересованных лиц о возможном наступлении неблагоприятных природных климатических явлений краткосрочного и среднесрочного характера,
- Уточнение и конкретизация действующих процедур уведомления органов государственной власти и органов местного самоуправления города Москвы, населения города, учреждений и организаций, промышленных предприятий, в том числе - отдельно антропогенных источников, о наступлении неблагоприятных природных климатических явлений краткосрочного и среднесрочного характера.

V. Разработка актов в области сертификации оборудования и экологического аудита

- Акт уполномоченного органа города Москвы о порядке сертификации товаров (работ, услуг) по внедрению энергоэффективных и энергосберегающих технологий,

- Совершенствование систем экологической сертификации и аудита, в том числе мониторинга соблюдения городскими государственными заказчиками экологических требований и требований по энергетической эффективности закупаемых товаров (работ, услуг).

VI. Использование программного метода для повышения адаптации экономики города к климатическим изменениям

- Проект подпрограммы «Стратегия климатической адаптации» Государственной программы города Москвы «Развитие коммунально-инженерной инфраструктуры и энергосбережение»,
- Определение целей, задач и основных мероприятий стратегии климатической адаптации города Москвы,
- Проект изменений в Государственную программу города Москвы «Развитие коммунально-инженерной инфраструктуры и энергосбережение»,
- Изменения в подпрограммы данной Государственной программы: «Развитие электроснабжения города Москвы», «Развитие теплоснабжения города Москвы», «Развитие газоснабжения в городе Москве», «Развитие и модернизация объектов коллекторного хозяйства города Москвы», «Развитие и модернизация водопроводно-канализационного хозяйства города Москвы и систем технического водоснабжения», «Развитие и модернизация объектов водоотведения поверхностного стока», «Развитие инженерных коммуникаций города Москвы», «Энергосбережение и повышение энергоэффективности», «Мероприятия в области обращения с отходами и противооползневые работы» в целях учета в этих подпрограммах мероприятий по климатической адаптации, финансируемых за счет средств бюджета города Москвы, увеличения объемов финансирования и роли мероприятий, направленных на сокращение выбросов парниковых газов, потребление возобновляемой энергии, повышения надежности объектов инфраструктуры, широкого внедрения мер по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, решению проблемы вывоза и захоронения твердых коммунальных отходов,
- Правовой акт города Москвы о внесении изменений в программные документы города Москвы в целях реализации мер по повышению адаптации экономики города к климатическим изменениям.
- Внесение изменений:
 - в постановления Правительства Москвы от 2 декабря 2008 г. № 1075-ПП «Об Энергетической стратегии города Москвы на период до 2025 года»,
 - в постановление Правительства Москвы от 14 декабря 2010 г. № 1067-ПП «О Схеме электроснабжения города Москвы на период до 2020 года (распределительные сети напряжением 6-10-20 кВ)»,
 - ежегодная актуализация схемы и программы развития электроэнергетики, а также энергетической стратегии города Москвы;

- в постановление Правительства Москвы от 24 августа 2010 г. №741-ПП «О схемах газоснабжения города Москвы на период до 2020 года», в том числе разработка Генеральной схемы газоснабжения города Москвы на период до 2030 года,

- актуализация схемы теплоснабжения города Москвы на период до 2032 года с учетом приказа Министерства энергетики Российской Федерации от 20 декабря 2016 г. № 1363 «Об утверждении актуализированной схемы теплоснабжения города Москвы на период до 2030 года с учетом развития присоединенных территорий»,

- актуализация схем водоснабжения и водоотведения города Москвы на период до 2025 года, утвержденных постановлением Правительства Москвы от 21 сентября 2016 года № 574-ПП «Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения города Москвы на период до 2025 года»;

- актуализация территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, утвержденной постановлением Правительства Москвы от 9 августа 2016 года № 492-ПП «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами».

- Проект Постановления Правительства города Москвы «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2019 - 2023 годы»,

- Стимулирование развития источников возобновляемой энергии на территории города и повышения энергетической эффективности во всех отраслях городского хозяйства.

Технические решения, обеспечение эксплуатации и модернизация инфраструктуры

Программы адаптации к изменениям климата акцентируют внимание на состоянии основных фондов и инфраструктуры как одной из ключевых предпосылок повышения устойчивости городских систем.

Полные перечни рекомендуемых мероприятий по каждому из отраслевых направлений приведены в отчетных документах научно-исследовательской работы, а также, в определенной степени, в брошюре «Как разработать климатический план города? Опыт Москвы. Базовые рекомендации по адаптации и снижению воздействия», выпущенной Департаментом природопользования и охраны окружающей среды города Москвы к Климатическому форуму городов России в августе 2017 г.

По общему правилу, для любой отрасли в стратегии адаптации необходимо предусмотреть:

1. Мониторинг:

- а. технического состояния объектов
- б. ключевых показателей их работы

2. Совершенствование и автоматизация мониторинга, использование новых видов диагностики, внедрение автоматизированных систем вплоть до технологий промышленного интернета.

3. Соблюдение регламентов по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту систем, их пересмотр и совершенствование (переход на ремонты по состоянию, а не по графику в случае наличия необходимого диагностического оборудования, поддержание в работоспособном состоянии, взвешивание с точки зрения безопасности и экономической целесообразности крупных инвестиционных расходов, например, на ремонт сетей, выбор приоритетных направлений для крупных вложений с точки зрения повышения общей жизнеспособности и устойчивости системы и др.).

4. Оптимизация режимов работы оборудования, повышение гибкости настройки и управления.

5. Использование более эффективного оборудования и решений с точки зрения ресурсопотребления и безопасности. Обеспечение альтернативных возможностей для функционирования в условиях чрезвычайных ситуаций. Использование возобновляемых источников энергии, где это целесообразно. Признаки безопасности и энергоэффективности могут входить в противоречие друг с другом, и в каждом случае необходимо взвешивать выгоды, по общему правилу приоритет отдается безопасности и устойчивости функционирования систем.

6. Совершенствование технологий защиты окружающей среды (снижение объема и очистка выбросов и сбросов, утилизация мусора и проч.).

7. Поиск и технико-экономическое и экологическое обоснование новых решений для привычных задач (например, вывоз строительного мусора, образующего в результате реализации программы реновации в Москве, по воде, в целях снижения выхлопных газов от грузовиков).

8. Решения по минимизации последствий возможных чрезвычайных ситуаций и опасных природных явлений (дублирующие системы жизнеобеспечения, усиление защиты и т.п.).

Отрасль адаптации

С большой вероятностью можно предполагать, что развитие получат новые рыночные сегменты товаров и услуг – так называемая «**отрасль адаптации**» к климатическим изменениям. В целом комплекс адаптационных мероприятий повлечет за собой некоторые трансформации на рынках. И хотя эти трансформации не требуют прямого участия государства и органов управления, целесообразно уже сейчас видеть эту перспективу и создавать необходимые предпосылки.

Таблица 8.

Предполагаемые компоненты отрасли климатической адаптации

Компоненты отрасли	Возможные товары / услуги
Товары «защитного» характера	Одежда и обувь (и материалы для них) с характеристиками всесезонности, удобные при резких перепадах температур, смене влажности, а также для экстремально высоких температур, при этом сохраняющие эстетическую привлекательность в соответствии с предпочтениями различных групп потребителей, носимые в повседневной жизни: в офис, в особых случаях и проч.;
	Средства защиты от погодных явлений (зонты от дождя и от солнца, защитные тенты, стекла с покрытием, жалюзи, воздушные пушки и т.д.) – как индивидуальные, так и для квартир и общественных пространств
Товары диагностического характера	Средства предсказания погоды и ее изменений (барометры, метеостанции и проч.) – удобные, компактные и недорогие
	Товары диагностического спектра – термометры, аппараты измерения давления, глюкометры, портативная индивидуальная экспресс-диагностика деятельности сердца и др
	Датчики и сенсоры качества и характеристик воздуха, воды для общественных пространств (в рамках развития технологий умного города)
Товары и услуги экстренной помощи	Системы экстренного вызова помощи и сигнализации об опасности («тревожная кнопка»)
	Системы реагирования на сигналы опасности и вызовы помощи, Товары оказания первой помощи
Материалы и технологии управления микроклиматом	Более совершенные теплоизолирующие материалы и любые технологии, обеспечивающие лучшую управляемость климатом в помещениях
	Товары и технологии климат-контроля для помещений различного типа и назначения, для транспорта, в т.ч. индивидуального, городских общественных пространств
	Устройства дополнительного освещения с учетом действия природного солнечного спектра
Лекарственно-адаптационные продукты	Выделение комплекса лекарственных средств для успешного преодоления негативных последствий климатических изменений для наиболее уязвимых категорий населения
	Разработка и информационная поддержка препаратов немедикаментозного характера (адаптогенов) для поддержания иммунитета и преодоления последствий климатических изменений

За последние десятилетия в Москве на 15% выросло число дней с температурой от 0 до +5 °С, а общая длительность самого неприятного для людей температурного диапазона от -5 до +10 °С составляет около 44% длительности года. Именно это время года продуцирует большее число простудных заболеваний, стрессов, аварийных ситуаций на дорогах. Для успешной нейтрализации климатических воздействий необходим целый комплекс мер, товаров, услуг широкого профиля.

Это тем более важно, что 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. Понимание направлений, в которых будут развиваться те или иные рынки, позволит заблаговременно не только предотвратить дефицит на них либо неадекватность цен, но и содействовать развитию отечественных производств.

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.

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.

Заключение

Москва – сверхсложная мета-система, требующая изначального комплексного подхода, позволяющего преодолевать трудности распознавания разных уровней сложности. Комплексный подход к экотехно-социосистеме мегаполиса Москвы позволили объемно увидеть проблематику «устойчивого развития» города, выявить слабые стороны, вычленив приоритеты развития и адаптации в условиях климатических изменений.

Самые большие ущербы для города, как в финансовом, так и «человеческом» измерении, неблагоприятные климатические явления наносят зеленым насаждениям и жителям города, особенно уязвимым категориям (пенсионерам, детям, хронически больным и ослабленным людям). Даже без оценки мультипликативных эффектов это соответственно десятки и сотни миллиардов рублей в год.

Устойчивость такой крупной страны как Россия – в разнообразии регионов. Приоритеты адаптации и развития различны на Урале и в Санкт-Петербурге, в Крыму и на Дальнем Востоке. Лидерство Москвы – в ответственности столицы крупнейшей по территории страны. Эта ответственность заключается не столько в научно-методологическом осмыслении сложной экономико-климатической проблематики, сколько в развитии способности к адаптации, к мобилизации на новом техническом, интеллектуальном, информационном и коммуникативном уровне.

Москва, начав работу по подготовке к климатическим изменениям в конце прошлого десятилетия, теперь уже сформировала свое понимание необходимых мер и приоритетов. В разрабатываемом плане адаптации, помимо технических мер, уделяется большое внимание мониторингу опасных климатических явлений, налаживанию взаимодействия разных ведомств, «человеческому измерению». Адаптация – не разовое мероприятие, а комплекс мер, оказывающих влияние на экономический уклад и образ жизни, и Москва готова к новому сложному этапу своего развития, готова делиться опытом и тиражировать его.