АРХИТЕКТУРА. РЕКОНСТРУКЦИЯ. РЕСТАВРАЦИЯ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ГРАДОРЕГУЛИРОВАНИЕ

УДК 693.6

DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.4

Магнитогорская градообразующая экологическая агломерация

В.С. Федосихин

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (МГТУ им. Г.И. Носова);
г. Магнитогорск, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Рассмотрены исторически сложившаяся архитектура народного жилища; особенности климата Магнитогорска, которые во многом способствуют загрязнению атмосферы выбросами Магнитогорского металлургического комбината (ММК).

Материалы и методы. Использованы данные многолетних космических съемок, нормативных документов. Проанализированы научные исследования, публикации в прессе по данной теме.

Результаты. Определены значения направлений ветра в Магнитогорске, индекс загрязнения атмосферы. Выявлены многоугольники загрязнения территории вокруг Магнитогорска пылегазовыми выбросами ММК в летний и зимний периоды года. Составлена карта Магнитогорской экологической агломерации.

Выводы. Установлено, что на загрязненной территории вокруг Магнитогорска пылегазовые выбросы в атмосферу уничтожили естественную природу, этому способствовали скорость, направление и температура ветра. Ветер переносит газопылевые выбросы с территории комбината далеко за пределы Магнитогорска. Даже если удастся к 2024 г. сократить на 20 % выбросы из горячих цехов в атмосферу, потребуется как минимум 20–30 лет, чтобы погибающая природа возродилась снова. Проектами восстановления ландшафтной природной среды, уничтоженной в течение века выбросами ММК, и созданием экологической архитектурной обстановки в прилегающих районах магнитогорской экологической агломерации необходимо заниматься уже сегодня. Эта задача посильна для студентов Магнитогорской архитектурной школы института строительства, архитектуры и искусства. Пересмотрен перечень студенческих курсовых и дипломных проектов студентов архитектурного направления, в которых восстанавливается архитектура природного ландшафта и разрабатывается архитектурная среда населенных пунктов Верхнеуральского, Нагайбакского, Агаповского и Кизильского районов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: направления ветра, газопылевые выбросы, многоугольники загрязнения территории, экологическая агломерация, индекс загрязнения атмосферы

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Федосихин В.С. Магнитогорская градообразующая экологическая агломерация // Строительство: наука и образование. 2019. Т. 9. Вып. 4. Ст. 4. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.4

City-forming environmental agglomeration of Magnitogorsk

Vladimir S. Fedosikhin

Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU); Magnitogorsk, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. This paper presents a study of historically formed architecture of popular housing; a further subject is the specifics of the climate of Magnitogorsk City significantly contributing to the pollution of the atmosphere with emissions of Magnitogorsk Iron (MMK) integrated iron and steel works.

Materials and methods. Data of long-term satellite remote sensing and regulatory documents were used. Data of scientific research works and publications in periodicals on the topic were analyzed.

Results. A distribution of wind directions in Magnitogorsk was determined, as well as the atmospheric pollution index. Area pollution polygons were plotted around Magnitogorsk, in terms of dust and gas emissions of MMK in summer and in winter period of the year. A map of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk was plotted.

Conclusions. It was determined that in the polluted area around Magnitogorsk, the dust and gas emissions to the atmosphere have exterminated the natural environment contributed by the wind speed and direction, as well as by the air flow temperature. The wind transports the gas and dust emissions from MMK territory far beyond Magnitogorsk borders. Even if by 2024 the emission of pollutants from the hot workshops is reduced by 20 %, at least 20–30 years will be required for the perishing nature to resurrect. Thus, it is now absolutely high time, after a century of pollution with MMK emissions, to launch a number of landscape revitalization projects and to create environmentally aware architectural situation in the adjoining areas of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk. This goal is feasible for students of the Architectural School of Magnitogorsk of the Institute of Civil Engineering, Architecture and Arts. A list of students' term and graduation papers of the architectural faculty has been revised, which are dedicated to the recovery of the architecture of the natural landscape and to the development of the architectural environment of the settlements of Verkhneural'skiy, Nagaybaki'skiy, Agapov'skiy and Kizil'skiy Districts.

KEYWORDS: distribution of wind directions, gas and dust emissions, polluted area polygons, environmental agglomeration, atmospheric pollution index

FOR CITATION: Fedosikhin V.S. City-forming environmental agglomeration of Magnitogorsk. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2019; 9(4):4. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2019.4.4 (rus.).

ВВЕДЕНИЕ

Магнитогорск — советский социалистический город металлургической промышленности на Южном Урале в Челябинской области. Решение о начале его строительства у подножья магнитных гор на берегу р. Урал было принято 17 января 1929 г. на объединенном заседании Совета Труда и Оборона (СТО) СССР и Совнаркома СССР, а 31 января Приказом Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) СССР № 375 управляющий Свердловским Уралгипрометом С.М. Зеленцов был назначен начальником Магнитостроя. На этом завершился практически десятилетний проектный поиск рационального места для размещения города. С.М. Зеленцов на месте лично руководил закладкой фундаментов первых цехов Магнитки, возглавлял строительство бараков, отапливаемых кирпичными печами и буржуйками из коридоров, организовал 14-тысячный торжественный митинг строителей на месте возведения первого многоэтажного капитального жилого дома и на месте закладки фундамента первой доменной печи. Он надеялся, что труд и быт собранных у подножья горы Магнитной людей различных национальностей на строительстве крупнейшего металлургического завода позволит повысить культуру и профессиональный уровень первостроителей [1], но ему пришлось оставить свою должность в 1932 г. в связи с потерей зрения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Местность отличается резко континентальным климатом, достаточно жарким и сухим летним периодом и до пяти месяцев холодной, суровой зимой с буранами и метелью. Снежный покров держится

до 170 дней. Континентальность южноуральского климата возрастает с северо-запада к юго-востоку. На левом берегу р. Урал, где предстояло расположить корпуса металлургического завода, а южнее — бараки для жителей, существовал казачий поселок Среднеуральский, в котором проживало около сотни жителей, а на правом берегу реки, на месте пограничной крепости возведенной в 1743 г., располагалась станица Магнитная с подобным числом населения (рис. 1). Почти 200 лет жители этих населенных пунктов приспосабливались к континентальному климату Южного Урала. Они строили одноэтажные жилища с подклетом из камней, где размещали свои склады. Чердаки, образуемые скатами кровли, на зиму использовались для хранения сена, что удерживало тепло в доме. Открытый двор жилого подворья застраивался по периметру необходимыми для жизни строениями. Континентальный климат нашел отражение в компактности жилища. Народная практика имела огромный арсенал средств и приемов решения проблемы защиты от неблагоприятного климата, существовавшего в районе будущего города.

Однако советские и зарубежные архитекторы, предложившие социалистическую застройку в Магнитогорске, игнорировали архитектуру народного жилища. Они увлеклись системой переустройства быта населения, а московским архитекторам С.Е. Чернышеву и П.Н. Блохину, а также коллегам немецкого архитектора Эрнста Мая даже удалось построить первые социалистические кварталы № 1 и 2 в Магнитогорске по своим проектам, не учитывая особенности климата Южного Урала [2]. В те годы сведения о климате Южного Урала были весьма скудны, а народная архитектура двух населенных пунктов на месте будущего Магнитогорска,

по-видимому, не вдохновила приезжих, хотя и высококвалифицированных, архитекторов. Все силы были отданы строительству производственных зданий Магнитогорского металлургического завода. В январе 1932 г. пущена в эксплуатацию первая доменная печь. В ходе строительства годовая проектная мощность печи была повышена с 660 тыс. т до 4 млн т чугуна в год. С этого года началось мощное развитие завода и столь же интенсивный рост городского населения. Но рекордным для комбината стал 1989 г., когда городу исполнилось всего 60 лет. Объемы производства Магнитогорского металлургического комбината (ММК) достигли 16,2 млн т в год, а население превысило 400 тыс. жителей. Однако в условиях развернувшегося мирового технического прогресса устаревшая металлургическая техника Магнитки постепенно теряла свои передовые позиции в отрасли [3]. В итоге возросла стоимость продукции, появились огромные отходы производства и начали загрязняться окружающая атмосфера, почва и вода. Лишь со временем климатологи приступили к изучению особенностей климата Южного Урала. В конце 1930-х гг. они внедрили в процесс проектирования жилища климатические факторы Южного Урала, позволяющие включить их в систему точных знаний. Со временем были разработаны основы архитектурно-строительной климатологии, доказывающие зависимость архитектуры от погодных условий. Было осуществлено климатическое районирование территории, что дало возможность учитывать в архитектуре первых типовых проектов особенности климата и обосновывать научный прогноз климатического комфорта уже на уровне проекта¹.

Свердловский архитектор С.А. Дегтерев, изучая историю народного жилища Урала, лишь в 1980-х гг. сформулировал научные принципы архитектуры уральских городских и сельских жилых зданий, выделив специфику региональных особенностей, которые группируются в виде трех зон: северной, средней и южной [4]. Однако ускоренное строительство в Магнитогорске по созданным в Москве типовым проектам чаще всего игнорировало разработанные приемы климатического жилища. Тем не менее изучение климатических параметров в Магнитогорске, и прежде всего ветровых потоков, все же заставило руководство города перенести жилую застройку с левобережной территории, близкой к местам работы жителей, на правый берег Урала, где массовое строительство гражданских зданий началось с 1940-х гг. Как оказалось, ветер с левого берега дует очень редко. Были построены розы ветров для Магнитогорска (рис. 2, 3). Но появились и иные значения направлений ветров для Магнитогорска, все они представлены в табл. 1. Если до 2012 г. они указаны на летний и зимний периоды года и по восьми сторонам света, что позволяет определять количество пылегазовых выбросов из производственных зданий по любому направлению, то после 2012 г. и в настоящее время значения направлений ветров по сторонам света не указываются^{1, 2}.

По данным многолетних космических съемок, общая площадь территории вокруг Магнитогорска в виде непрозрачного пятна загрязнения составляет около 13 тыс. км² (рис. 4). Это пятно вытянуто с юга на север и практически все расположено на территории Челябинской области, примыкая с западной стороны к границе с Башкортостаном. По ширине

¹ СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99*. Строительная климатология».

² СНиП II-A. 6-72. Строительная климатология и геофизика. М. : Стройиздат, 1973. 320 с.

Рис. 1. Карта района начального строительства ММК. Чертеж 1928 г., автор В. Яковлев (Техноэкономический очерк. Свердловск : Уралполиграф, 1928)

Рис. 2. Роза ветров летнего периода в Магнитогорске. Штиль — 23 %

Рис. 3. Роза ветров зимнего периода в Магнитогорске. Штиль — 39 %

Табл. 1. Значения направлений ветра в Магнитогорске

Источник	Время года	Направления ветров, %								
		Штиль	Север	Северо-восток	Восток	Юго-восток	Юг	Юго-запад	Запад	Северо-запад
СНиП II-A. 6-72	Лето	23	20	15	4	3	8	18	14	22
	Зима	39	20	14	1	2	26	23	11	6
Интернет	За год	16	14	14	7	4	17	18	17	9
Интернет	За год	–	9	5	5	4	23	28	16	10
Интернет	Март	–	17,7	1,3	0	9,1	32,1	14,7	18,2	6,9
СП 131.13330.2018 ¹	В СП значения направлений ветра по сторонам горизонта в Магнитогорске отсутствуют

Рис. 4. Загрязненное пылегазовыми выбросами пятно вокруг Магнитогорска. Центральная часть пятна характеризуется индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) более 14. Пятно, расположенное правее центрального, пока не имеет значений ИЗА (карта взята из интернета)

оно равно около 65 км, а по длине — 200 км. Расстояние от Магнитогорска до Верхнеуральска равно 54 км. Вокруг Магнитогорска пятно с атмосферным загрязнением значительно превышает высокий уровень индекса. Оно сохраняет стабильность, как и стабильна роза ветров для Магнитогорска. При этом город расположился в западной (левой) части пятна загрязнения. Скорость ветра создает вихревое движение потоков воздуха над поверхностью земли. Направление и скорость ветра не остаются постоянными, но при увеличении перепада атмосферного давления скорость ветра возрастает.

Летом выпадает максимум дождей осадков. Порой они имеют ливневый характер, что способствует удалению вредных примесей из воздуха. Зимой осадки выпадают в виде снега, и они не играют существенной роли в очищении атмосферы от загрязнения. Поэтому для выявления характера влияния магнитогорского ветра на распространение газопылевых выбросов ММК была использована роза ветров летнего периода года. Она суще-

ственно отличается от розы ветров зимнего периода года, распространяя вредные для природы выбросы в юго-восточном направлении, тогда как в зимнее время года ветер сдувает выбросы ММК в северо-восточном направлении. Это видно из рис. 5, который был получен путем наложения двух ветровых роз друг на друга, летнего (рис. 2) и зимнего (рис. 3) периодов, но повернутых относительно вертикальной оси на 180°. В результате получилась геометрия территории загрязнения пылегазовыми выбросами ММК вокруг Магнитогорска. При этом необходимые данные были взяты по розам ветров летнего и зимнего периодов из СНиП II-A. 6-72 (табл. 1). В итоге получен многоугольник загрязнения в летний период территории вокруг Магнитогорска в виде сплошной линии. Пунктирной линией добавлена часть многоугольника, характеризующая загрязнение территории в зимний период. Размер территории загрязнения с юга на север равен 225 км, а с запада на восток, без учета атмосферных загрязнений Башкортостана, — 75 км. Ее форма по-

Рис. 5. Многоугольники загрязнения территории вокруг Магнитогорска пылегазовыми выбросами ММК в летний (многоугольник сплошными линиями) зимний (многоугольник пунктирными линиями) периоды года

хожа на форму грязного пятна, которое изображено на рис. 4.

Такое расположение пятна загрязнения объясняется устойчивым направлением ветров в основном западного направления. Именно с этих сторон из Башкортостана, покрытого лесами, поступает экологически чистый воздух нижнего приземного слоя в город. Пройдя сквозь селитебную территорию на правом берегу Урала и минув широкий водоем заводского пруда, ветровой поток натывается на сплошной высокий, около 4 м, забор и через него проникает на территорию ММК, где распределяется по цехам, создавая аэрационные потоки. Проникнув через приточные проемы в цеховое пространство, воздух насыщается пылью и газами. Его температура повышается до 300 °С, и через фонари производственных зданий естественным

не организованным путем выбрасывается наружу. Горячий поток вредных веществ поднимается на высоту до 100 м.

Это хорошо видно с возвышенной окраины города в период штилей, сравнивая отметку верха вредностей над ММК с высотой труб. Остыв, пылегазовые вещества захватываются ветром и переносятся на расстояние от ММК до 100 км в зависимости от продолжительности и скорости ветрового потока. По пути движения они постепенно опускаются на землю. И вряд ли в этом случае городу поможет санитарно-защитная зона даже первого класса радиусом 1 км, которая диктуется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01³. Наложив многоугольник за-

³ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий,

грязнения территории в летний период (рис. 5) на физическую карту Магнитогорского округа и разместившихся вокруг него сельских районов, получаем *территорию экологической агломерации*. Она существенно отличается от городской агломерации, которая создается вокруг крупнейших городов⁴ [5, 6]. В данном случае в экологическую агломерацию включаются районы, на территорию которых ветром заносятся вредные для природы, животных, птиц и жителей технологические выбросы крупного промышленного предприятия. До сих пор ММК не участвовало в экологической защите рядом расположенных районов, беспокоясь только о жителях своего города [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Достигнув при существующей металлургической технологии экономичного уровня производства стали, равного 12–13 млн т/г, которая на ММК выплавляется на протяжении последних 8 лет, комбинат тем самым создал реальную экологическую угрозу для окружающей природы и для существования жителей. ММК вполне осознал ситуацию и принял экологические законы как возможные принципы для экономического развития производства. Существующая цифровая экономическая система рассматривает неограниченный рост производства стали на ММК как прогресс, порой не учитывая экологический ущерб. Такой путь неизбежно ведет к экологической катастрофе, и чтобы избежать его, необходимо разработать новую концепцию, при которой обеспечивается баланс экономических и экологических принципов во имя решения социальных задач.

Модель новой концепции отличается от существующей модели инженерно-экономической концепции. Она поддерживает приоритет использования концентрированных способов развития общества. Это рост плотности населения в городах и постепенная ликвидация малых населенных пунктов. Это городская агломерация, включившая в урбанизированную систему близлежащие к крупному городу населенные пункты, превращая деревни в городские районы. Это существенное укрупнение производственных зданий, включающих несколько самостоятельных технологических процессов. Это увеличение объемов и площади административно-вспомогательных зданий, в состав которых входит большое количество обслуживающих функциональных процессов. Все перечисленное формирует экономические ценности, наращивание объемов

планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

⁴ Проблемы изучения городских агломераций / под ред. Г.М. Лаппо, Ф.М. Листегенрута. М. : Институт географии АН СССР, 1988. 76 с.

производства, невзирая на потери составляющих природной среды, на ликвидацию животного мира и птиц, на болезни людей, при получении при этом прибыли любой ценой. В результате формируется каста инженерных экономистов, для которых важнее всего бизнес.

Принятие экологических принципов без учета экономики позволяет сохранить биосферу, установить, а может быть, и поддерживать постоянный уровень загрязнения атмосферы, определив перечень веществ, выбрасываемых в окружающую среду, поскольку дальнейшее снижение количества и уровня загрязнения атмосферы ведет к огромным экономическим затратам, практически не получая экологического эффекта. Его еще следует рассчитывать. Следовательно, необходимо увязать между собой инженерно-экономическую деятельность человека с его здоровьем, которое зависит от качества окружающей природной среды. Известно, что продолжительность жизни мужчин, много лет проработавших в основных пылегазообразующих цехах металлургических предприятий, не намного переваливает за 50 лет. Не выживает в этих цехах и организованная дизайнерами природная среда.

Создание Магнитогорской экологической агломерации, в которой главную роль играет ММК, связано с необходимостью решения не только инженерно-экономических и социально-экологических задач на производственной площадке и в жилой зоне города, но и с распространением их на всю территорию близлежащих районов, куда ветер доносит вредности ММК. Для этого у комбината существует мощная материальная база, позволяющая реализовать условия экологического сохранения и приумножения территории, которая загрязняется выбросами ММК. Тем самым осуществляется воздействие на развитие проживающих там жителей, с повышением их благосостояния, реализацией при этом национальной программы, утвержденной Советом при Президенте РФ на 2018–2024 гг.

Магнитогорская градообразующая экологическая агломерация представляет собой новый принцип деятельности города при производстве товаров и оказании услуг. Ее реализация позволит улучшить природную среду и жизнь людей на территории четырех районов Челябинской области. Руководство города обязано отчитываться перед губернатором за качество жизни в этих районах. Существующая технология получения металлической продукции на ММК не может осуществляться без пыли и без газов, а следовательно, вряд ли удастся достигнуть минимального значения индекса загрязнения атмосферы. Важно знать безопасный для жителей, постоянно проживающих за пределами металлургических цехов, состав и количество пыли и газов, а также приемы защиты каждого человека, окружающей природы, зверей и птиц, опираясь на профилактические подходы по снижению риска. Для

этого следует повысить расходы на сохранение природной среды, введя эколого-экономическую оценку как экологического, так и экономического эффектов.

Экологическая агломерация, представленная на рис. 6 и 7, охватывает с северной части Верхнеуральский район, с востока — Нагайбакский район, а с юга — Агаповский и Кизильский районы. Общая площадь Магнитогорской экологической агломерации, включая Магнитогорский округ, — почти 14 тыс. км², что практически равно площади загрязненного пятна, фото которого получено из космоса. На этой территории в 2017–2018 гг. проживало почти 527 тыс. жителей. Из них около 400 тыс. (79 %) магнитогорцев, 21 % жителей поселились вблизи Магнитогорска и постоянно вдыхают выбрасываемые ММК газы и пыль. Но ведь в 2002 г. население было больше почти на 23 тыс. жителей. Почему они покинули свой родной край, нам пока не известно. Может они умерли, а может, уехали из района. В табл. 2 представлены потери населения в каждом из районов. При этом потери населения Магнитогорска за 15 лет минимальны. Наверное, кто-то обязан выявлять причины снижения числа жителей в своих районах. Отличие экологической агломерации от городской, когда можно надеяться на оздоровление жителей природным окружением, на порядок выше, поскольку городская агломерация создается с целью организации комфортной городской среды обитания экономическими средствами.

Наибольшие потери населения, почти 23 %, выявлены в Нагайбакском районе, хотя в отчете ру-

ководителя администрации этого района за 2017 г. этот факт не был отмечен. В планах деятельности на 2018 г. намечена реализация мероприятий по благоустройству дворовых и общественных территорий в рамках программы «Комфортная городская среда» для сохранения жителей и улучшения качества их жизни. Учитывая, что 2017 был годом экологии, дополнительно к благоустройству и ремонту сетей водоснабжения и канализации, жители провели мониторинг несанкционированных свалок. При этом о мероприятиях по защите и приумножении естественной природы района, страдающей от загрязненной атмосферы от выбросов ММК, ничего не говорится, поскольку отсутствует достоверная информация о загрязнении воздуха, почвы и водоемов. Отмечено, что отсутствует приоритет охраны жизни и здоровья детей в условиях недоукомплектования медицинских работников. Аналогичная ситуация просматривается и в остальных районах, включенных в экологическую агломерацию.

Цель экологической программы может быть достигнута включением в решение экологических задач жителей каждого населенного пункта, проживающих в магнитогорской агломерации. Это позволит повысить прямое участие их в формировании комфортной среды на своих участках и тем самым умножить экологический потенциал территории. Программа превращает разросшуюся территорию Магнитогорска в объединенную экологическую агломерацию поглощением прилегающих поселений на основе многокомпонентной динамической

Рис. 6. Магнитогорская экологическая агломерация

Рис. 7. Карта Магнитогорской экологической агломерации. Территория загрязнения атмосферы, почвы и водоемов выбросами ММК

Табл. 2. Потери населения за 15 лет в ближайших к Магнитогорску районах

Город, район, агломерация	Площадь, тыс. км ²	Население в 2002 г., тыс.	Население в 2017 г., тыс.	Потери (–) населения, тыс.
Магнитогорск	0,392	418,545	418,241 (79 %)	–0,304
Верхнеуральский	3,464	42,121	34,533 (6,6 %)	–7,588 (18 %)
Нагайбакский	3,018	24,310	18,784 (3,6 %)	–5,526 (22,7 %)
Агаповский	2,603	37,816	33,254 (6,4 %)	–4,562 (12,1 %)
Кизильский	4,412	27,679	22,908 (4,4 %)	–4,771 (17,2 %)
Агломерация	13,889	550,471	527,72 (100 %)	–22,751 (4,1 %)

системы с интенсивными социальными, производственными, транспортными и культурными связями. Фактически такая территория вокруг Магнитогорска уже существует, включив в себя населенные пункты, которые расположены в зоне выбросов ММК, но она пока не управляемая, не контролируемая и, скорее всего, постепенно превращается в безжизненную зону, зараженную вредными выбросами ММК. Важным моментом в этой ситуации становится мониторинг уровня загрязнения атмосферы не только на территории Магнитогорска, но и в населенных пунктах, куда ветер заносит неорганизованные выбросы вредных веществ из города.

Постоянное смещение загрязняющего воздушного пятна в восточную зону от ММК и переселение до 80 % жителей в западную правобережную часть города позволило руководству города практически до конца XX в. не заниматься утилизацией технологических неорганизованных выбросов. Руководство города надеялось на перемещение всех жителей на правый берег р. Урал, включая и население малочисленных населенных пунктов, прилегающих к городу районов. В таком случае левобережная территория от р. Урал постепенно теряла природный ландшафт, а биосфера этой части Южного Урала должна сама справляться с самоочищением и нейтрализацией вредных веществ. Но для этого необходимо не менее 50 лет. Поэтому было решено снижать и собирать неорганизованные выбросы, образующиеся над технологическим оборудованием ММК. Цель определена. К 2024 г. над городом не должно быть вредных веществ.

Атмосфера представляет собой единое целое. Поэтому любая примесь, поступающая в нее, обычно содержится как над территорией города, так и за городом. Варьируется лишь ее концентрация. В настоящее время в любой точке территории на основании результатов натурных измерений определяют ИЗА. Одновременно выявляется загрязнение атмосферы каждым загрязняющим веществом и подсчитывается суммарная оценка качества ат-

мосферного воздуха. Индекс загрязнения атмосферы стал применяться после выхода в 1979 г. Руководства по контролю загрязнения атмосферы⁵. Его уровни изменяются в зависимости от метеорологических параметров, а именно от распределения температур с высотой, скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, количества и продолжительности атмосферных осадков, интенсивности солнечной радиации и других факторов. Важно знать эти факторы, чтобы постоянно учитывать их при расчетах ИЗА, сделав их стандартными. Все это изложено в руководящем документе РД 52.04.667-2005⁶.

В России загрязнение считается:

- низким, если ИЗА < 5;
- повышенным при ИЗА от 5 до 6;
- высоким при ИЗА более 6 и до 14;
- очень высоким, если ИЗА более 14.

Существуют и другие значения ИЗА тоже со ссылками на нормативные документы. К тому же они дополнены величинами наибольшей измеренной максимальной концентрацией любого вещества поделенного на ПДК, названного стандартным индексом (СИ), а также наибольшей повторяемостью (НП) превышения ПДК любым веществом, %. В итоге качество воздуха характеризуется четырьмя стандартными градациями величин СИ, НП и ИЗА. Таким образом, загрязнение воздуха считается:

- низким — СИ от 0 до 1, НП = 0 %, ИЗА < 5;
- повышенным — СИ от 2 до 4, НП до 20 %, ИЗА от 5 до 7;
- высоким — СИ от 5 до 10, НП от 20 до 50 %, ИЗА от 7 до 14;

⁵ Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеониздат, 1979. 448.

⁶ РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию.

Табл. 3. Изменение в Магнитогорске по годам ИЗА, выбросов вредных веществ в атмосферу города и производства стали на ММК с 1993 по 2018 гг.

Годы	1993	2000	2002	2003	2006	2007	2008	2009	2010
Сталь, т/год	5 000	10 000	11 000	—	11 346	12 203	10 911	8 764	11 410
Выбросы ММК, тыс. т	291	318	280	250	250	240	230	229	244
ИЗА	82	51 20	17 15	18 14	25	33	32 18	30 14	31 17
Годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Сталь, тыс. т	12 270	13 040	11 940	13 030	12 236	12 544	12 860	11 664	
Выбросы ММК, тыс. т	220	256	—	—	205,3	201,8	241,7 199,3	198,2	
ИЗА	21 18	25	26	19 12	14 13	15	19	9	

Производство стали на ММК, млн т/год

Годы XXI в.

Рис. 8. Динамика производства стали на ММК

Выбросы ММК, тысяч тонн

Годы XXI в.

Рис. 9. Динамика снижения выбросов ММК

ИЗА

Годы XXI в.

Рис. 10. Динамика изменения уровней ИЗА в Магнитогорске

• очень высоким — СИ > 10, НП > 50 %, ИЗА > 14.

Однако неизвестно, как подсчитывать загрязнение воздуха, если составляющие СИ, НП, ИЗА конкретного загрязнения в каждой строчке не соответствуют указанным значениям. Чтобы оценить и проанализировать загрязнение атмосферы в Магнитогорске в табл. 3 были сведены с 1993 по 2018 гг. опубликованные во многих литературных источниках и в Интернете данные производства стали на ММК, выбросы вредных веществ в атмосферу города и уровни ИЗА. Для получения наглядности в динамике производства стали на ММК, выбросов вредных веществ в атмосферу города и значений

ИЗА данные табл. 3 были представлены на рис. 7–9 в виде графиков. Что касается производства стали на ММК, то ее возрастание с 5000 до 10 000 т/год с 1993 до 2000 гг. привело к увеличению вредных выбросов в атмосферу города, а значения ИЗА снизились в 1,6 раза по одним опубликованным данным и в 4 раза — по другим. В последующие годы производство стали на ММК возрастало, снижались вредности, выбрасываемые в атмосферу, и значения ИЗА. Существенный спад производства в 2009 г. снизил и количество выбросов в атмосферу города и значения ИЗА.

Поскольку основным критерием, оценивающим экологичность воздушного бассейна, считается

ИЗА, то на основе опубликованных данных за 1993 по 2018 гг. были найдены их значения, которые позволили построить графики динамичного изменения ИЗА над Магнитогорском. Они представлены на рис. 9 в виде двух графиков, нижнего и верхнего. Пока не известна причина двух ежегодных значений ИЗА, которые с 2015 г. объединились. Если рассматривать характер загрязнения атмосферы по верхнему графику, то можно сделать оптимистический вывод, что ИЗА за последние 18 лет эксплуатации снизился более чем в 5 раз с очень и очень высокой величины, равной 51, до высокой величины, равной 9. Если же рассматривать характер загрязнения атмосферы по нижнему графику, то можно сделать пессимистический вывод, что ИЗА за последние 18 лет эксплуатации практически не снизился, оставаясь очень высоким, равным 15, и лишь в 2018 г. он понизился до 9.

Это доказывает отсутствие стандартизованного метода для подсчета уровней ИЗА. По-видимому, большую роль играет набор вредных веществ, включаемых в состав уровней ИЗА. Атмосферу над городом нельзя делить на изолированные районы. Она представляет единое целое. Любая примесь в ней, в той или иной концентрации, может содержаться в любой части города и даже далеко от его границ. Наблюдения показывают, что даже при постоянных объемах и составах промышленных выбросов в результате влияния метеорологических условий уровни ИЗА могут отличаться в несколько раз. Вредные примеси, попадая в атмосферу, подвергаются физико-химическим превращениям, рассеиваются и вымываются из атмосферы. Следовательно, уровень ИЗА зависит от состава антропогенных веществ, которые переносятся на большие расстояния от источника.

Наиболее неблагоприятными направлениями ветра для большей части селитебной территории Магнитогорска являются ветры восточной четверти (25 %), переносящие выбросы производств ММК и других предприятий левобережья в правобережную часть города. При южном (19 %), юго-западном (17 %) и западном (16 %) направлениях ветра под влиянием промышленных выбросов увеличивается уровень загрязнения атмосферного воздуха для ряда небольших поселков левобережья. При северном направлении ветра (15 %) выбросы левобережных предприятий переносятся в центральную часть левобережья и в южные поселки города. При этом выбросы цементно-огнеупорного завода являются виновником загрязнения атмосферы северной части правобережья.

Таким образом, практически при любом направлении ветра под влиянием выбросов промышленных предприятий, и в первую очередь ММК, оказывается тот или иной жилой район города. В производственной деятельности ММК был период, когда осуществлялся передел недвижимого имущества комбината. В итоге уменьшились его мощность с 16 (1988 г.) до

5 млн т стали (1999 г.). Почти в три раза снизились выбросы вредных для окружающей природы веществ в атмосферу. Улучшение экологической ситуации в городе почувствовали и жители. Но с 2000 г. производство металла начало возрастать, сначала до 10, а затем и до 12 млн т стали в год. Это потребовало существенного вложения средств в экологию, которые за 18 лет составили более 58 млрд руб. Уровень загрязнения атмосферы над комбинатом создается в результате поступления вредных веществ от всех технологических источников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2017 г. Магнитогорск оказался самым запыленным и загазованным городом среди девяти загрязненных промышленных городов России с неблагоприятными антропогенными экологическими факторами. Сложившаяся ситуация привела к необходимости принять указ № 204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в котором представлен национальный проект «Экология», реализация которого началась с 1 октября 2018 г.^{7, 8}. Существующая с 2015 г. магнитогорская программа «Чистый город» вошла в национальный проект «Экология»^{9, 10}. Ее цель — снизить на 20 % воздействия на окружающую среду опасных вредных веществ, максимально озеленить город, включая уход за посадками, полив и необходимую замену, осуществлять мониторинг состояния атмосферы воздуха, ввести квотирование и создать комфортные условия для жителей. К 2020 г. предполагается снизить уровень ИЗА до 7, а к 2025 г. — до 5. В программе нашли отражение основные принципы экологической политики ММК и администрации города по ключевым направлениям реализации стратегической инициативы до 2025 г. Вложения ММК составят 38 млрд руб. Согласно данным Росгидромета, опубликованным Росстатом, из 12 городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, обозначенных в указе президента, в 2018 г. осталось лишь три (Чита, Новокузнецк и Магнитогорск).

На загрязненной территории вокруг Магнитогорска, которую комбинат контролировал уровнями

⁷ Магнитогорский металлургический комбинат. URL: <http://mmk.ru>

⁸ Магнитогорск. Экологические проблемы стального сердца России. URL: <https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/magnitogorsk.html> (дата обращения: 25.05.2019).

⁹ Экологические инвестиции ММК превысили 58 миллиардов рублей. URL: https://news.rambler.ru/ecology/42082268/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 25.08.2019).

¹⁰ Магнитогорский металлургический комбинат. URL: http://www.mmk.ru/upload/medialibrary/90b/eco_otch_ru.pdf (дата обращения: 25.08.2019).

ИЗА практически с 2000 г., пылегазовые выбросы в атмосферу уничтожили естественную природу, почти ликвидированы звери и птицы, чему способствует скорость, направление и температура ветра. Он переносит газопылевые выбросы с территории комбината далеко за пределы Магнитогорска. Даже если удастся к 2024 г. сократить на 20 % выбросы из горячих цехов в атмосферу, все равно потребуются как минимум 20–30 лет, чтобы погибающая природа и уничтоженная живность возродились снова. Проектами восстановления ландшафтной природной среды, уничтоженной в течение века выбросами ММК, и созданием экологической архитектурной обстановки в прилегающих районах магнитогорской экологической агломерации необходимо заниматься уже сегодня. Эта задача вполне посильна для студентов Магнитогорской архитектурной школы института строительства, архитектуры и искусства. В результате пересмотрен перечень студенческих курсовых и дипломных проектов студентов архитектурного направления, в которых восстанавливается архитектура природного ландшафта и разрабатывается архитектурная среда населенных пунктов Верхнеуральского, Нагайбакского, Агаповского и Кизильского районов [8].

Научная обоснованность и комплексность управления магнитогорской экологической агломерацией основывается на следующих принципах, в основу которых вошли антикризисная программа ММК¹¹ и разделы национальных проектов, утверж-

денных президиумом Совета при Президенте Российской Федерации¹²:

- наличие достоверной информации о загрязнении атмосферы по всей территории по результатам периодического мониторинга вредных веществ в атмосфере населенных пунктов;
- квотирование для каждого промышленного предприятия утвержденного уровня значений ИЗА;
- сохранение, приумножение и восстановление окружающей природы и ландшафта;
- приоритет охраны жизни и здоровья детей, повышение их культуры;
- сохранение и повышение численности жителей населенных мест;
- архитектурная помощь молодым семьям в проектировании экологического жилища, обеспеченного энергией, благоустройством и информацией;
- разработка градоэкологической планировочной ситуации территорий населенных мест;
- обеспечение жизненного комфорта жителей в населенных пунктах;
- сокращение бедности среди населения, проживающего в агломерации;
- совершенствование комплексной системы организационных, правовых, экономических и идеологических мер, направленных на восстановление разрушенной природной среды и снижение уровня вредного воздействия человеческой деятельности на нее.

¹² Национальные проекты: целевые показатели и основные результаты. На основе паспортов национальных проектов, утвержденных президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. М., 2019.

¹¹ Виктор Рашников утвердил антикризисную программу ММК // Металлоснабжение и Сбыт, 06 Ноябрь, 2008. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/31335>

ЛИТЕРАТУРА

1. *Scott J., Kotkin S.* Behind the Urals : an American Worker in Russia's City of Steel. Bloomington: Indiana University Press, 1989. 304 p.
2. *Федосихин В.С.* Архитектурный эксперимент коллективизации быта первостроителей // Архитектура. Строительство. Образование. 2014. № 2 (4). С. 23–27.
3. *Казусь И.А.* Советская архитектура 1920-х годов: организация проектирования. М. : Прогресс-Традиция, 2009. С. 154, 167.
4. *Дектерев С.А., Третьяков Д.И., Калабин А.В. и др.* Архитектура жилища в условиях Урала. Екатеринбург: Изд-во УАХИ, 1992. 240 с. ISBN 5-230-25111-5.
5. *Власова Н.Ю., Анимациа Е.Г.* Концепция городских агломераций в урбанистической политике:

реальность и теоретический подход // Уральский государственный экономический университет – Екатеринбург. 2011.

6. *Лаппо Г.М.* Городские агломерации СССР – России: особенности динамики в XX веке // Российское экспертное обозрение. 2007. № 4–5 (22).
7. *Хомич В.А.* Экология городской среды. М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 204 с.
8. *Шенцова О.М., Хисматуллина Д.Д., Федосихин В.С.* Профессиональная подготовка архитекторов в Магнитогорске для создания комфортной жилой среды города // Жилищное строительство. 2012. № 5. С. 9–12.

Поступила в редакцию 10 августа 2019 г.

Принята в доработанном виде 15 ноября 2019 г.

Одобрена для публикации 26 ноября 2019 г.

ОБ АВТОРЕ: **Владимир Сергеевич Федосихин** — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры архитектуры института строительства, архитектуры и искусства, заслуженный деятель науки РФ, советник отделения архитектуры РААСН; **Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (МГТУ им. Г.И. Носова)**; 455000, г. Магнитогорск, пр-т Ленина, д. 38; FedosVS@yandex.ru.

INTRODUCTION

Magnitogorsk is a Soviet socialist city of iron and steel industry in the South Urals in Chelyabinsk Region. The decree on its construction at the foot of the magnetite mountains on the bank of the Ural river was adopted on January 17, 1929 by the joint session of the Labor and Defence Council (LDC) of the USSR and People's Commissaries' Council of the USSR; on January 31, CEO of Sverdlovsk Uralgipromes Com. S.M. Zelentsov was assigned by Order of the Supreme Council of the National Economy (VSNH) of the USSR No. 375 the Head of Magnitostroy Project. That was the end of almost a decade of feasibility studies of designers thinking of a rational location for the new city. S.M. Zelentsov personally managed the foundation laying of the first workshops of MMK, the construction of barracks heated with brickstone and steel sheet ovens from the corridors, organized a meeting of 14 000 construction workers at the construction site of the first multi-storey block of flats and in the construction site of the first blast furnace. He hoped to improve the cultural level and the professional qualifications of the multinational construction team of the biggest iron and steel

works at the foot of Magnitnaya Mountain by inspiring labor and everyday life [1], but he had to retire from his position in 1932 having accidentally lost his vision sense.

MATERIALS AND METHODS

The area is distinguished by extremely continental climate, with rather hot and dry summer and up to five months long cold and severe winter with blizzards and snowstorms. The snow blanket is durable up to 170 days. The intensity of continental nature of the climate of the South Urals grows across the area from NW to SE. On the left bank of the Ural river where the facilities of the iron and steel works had to be erected, and to the south barracks for the residents had to be built, there was a Cossack settlement of Sredneural'skiy with a population of about one hundred residents, and on the right bank of the river, where there had been a frontier fortress built in 1743, a Cossack village of Magnitnaya with similar population number was located (Fig. 1). For almost 200 years, the residents of those settlements were adapting their life housings to the continental climate of the South Urals. There were building one-level

Fig. 1. Map of the initial development area of MMK. Drawing of 1928 by V. Yakovlev (Technoeconomical sketch. Sverdlovsk: Uralpolygraph, 1928)

cottages with stone ground floors which were used as storages. Lofts formed by the double pitch of the roof, were used as hay floors to improve the thermal insulation. The open yard perimeters of the living farmsteads were developed with amenity buildings. The continental climate produced an impact on the modest dimensions of the housings. The folk architecture featured a vast scope of methods for protection against adverse climate in the area of the future city.

However, Soviet and foreign architects who proposed socialist development projects in Magnitogorsk ignored the traditional housing architecture. They were inspired by the system of the reorganization of the living ways of the population, and architects from Moscow S.Ye. Chernyshev and P.N. Blokhin, as well as colleagues of German architect Ernst May even managed to build the first socialist blocks No. 1 and 2 in Magnitogorsk based on their designs, without recognition of the climate specifics of the South Urals [2]. In those years, the climate data of the South Urals were very poor, whereas the folk architecture of both Cossack settlements in the area of the future Magnitogorsk obviously had not inspired the newcomer architects, although they were prominent in their trade. All resources were assigned to the construction of the production buildings of Magnitogorsk iron and steel works. In January 1932, the first blast furnace was put into operation. During the construction, the annual planned capacity of the blast furnace was increased from 660 thousand to

4 million tons of cast iron. From that year on, intensive development of the enterprise started along with not less intensive growth of the urban population. The record year of the integrated works was, however, 1989, when the city was just 60 years old. The annual output capacity of Magnitogorsk integrated iron and steel works (MMK) reached 16.2 million tons, and the population exceeded 400 thousand citizens. However, due to the international technical progress, the obsolete iron and steel production technique of MMK was gradually losing its leading positions in the industry [3]. Finally, it brought to the growth of the products' price, tremendous waste accumulations and vast pollution of the ambient atmosphere, soil and water. Only in the course of time started the climatologists to study the climate specifics of the South Urals. In the end of the 30ies, they introduced into the design process of residential buildings the climate factors of the South Urals, allowing for their inclusion into the system of precise data. Later, basics of architectural and construction climatology were developed, demonstrating the dependence of the architecture on the weather. A climatic breakdown of the territory was plotted, in order to recognize the climate specifics in the architecture of the first standard designs and to substantiate scientific climatic comfort forecasts already in the design level¹³.

¹³ SP 131.13330.2018 "SNiP 23-01-99*. Construction climatology".

Fig. 2. Summer wind rose in Magnitogorsk. Calm — 23%

An architect from Sverdlovsk, S.A. Degterev, who had studied the history of traditional housings of the Ural Region, only in 80ies formulated the scientific principles of the Ural urban and rural housings, highlighting the specifics of the regional features, which can be grouped to three zones: the northern, the middle and the southern one [4]. However, the intensified construction in Magnitogorsk was carried out after the standard designs developed in Moscow which ignored, as a rule, the proven techniques of climatically adequate housing. Nevertheless, the study of the climate parameters in Magnitogorsk, first of all, those of the wind flows distribution, made the city authorities to transfer the

residential development from the left bank area in the vicinity of the working places of the residents, to the right bank of the Ural river, where large-scale construction of civil buildings started since the 40ies. It turned out that the wind only seldom blows from the left bank. Wind roses were plotted for Magnitogorsk (Fig. 2, 3). Also, other values of wind directions were detected for Magnitogorsk, all of them are demonstrated in Table 1. Whereas, before 2012, they are indicated for summer and winter periods of the year and for eight cardinal points, allowing for determining of the quantities of the dust and gas emissions from the production facilities in any direction, after 2012 and for the time being, the

Fig. 3. Winter wind rose in Magnitogorsk. Calm — 39 %

Table 1. Wind directions in Magnitogorsk

Source	Time of Year	Wind directions, %								
		calm	North	North-East	East	South-East	South	South-West	West	North-West
SNiP II-A. 6-72	summer	23	20	15	4	3	8	18	14	22
	winter	39	20	14	1	2	26	23	11	6
Internet	1 year's period	16	14	14	7	4	17	18	17	9
Internet	1 year's period	—	9	5	5	4	23	28	16	10
Internet	March	—	17.7	1.3	0	9.1	32.1	14.7	18.2	6.9

SP 131.13330. 2018¹ In SP, the wind directions by the cardinal points in Magnitogorsk are absent

Fig. 4. Pollution area of dust and gas emissions around Magnitogorsk. The central spot of the area is distinguished by the atmospheric pollution index (API) value of over 14. The spot located to the right of the central one has no API value (the map is downloaded from the Internet)

wind directions in reference to the cardinal points are not indicated¹⁴.

Based on the data of long-term satellite sensing, the total area around Magnitogorsk as non-transparent pollution spot is about 13 thousand km² (Fig. 4). This spot is protruded from the South to the North and it is almost entirely located in the territory of Chelyabinsk Region, adjoining in the West to the Republic of Bashkortostan. The width of it is about 65 km, the length is 200 km. The distance from Magnitogorsk to Verkhneursk is 54 km. Around Magnitogorsk, the pollution area has a high index level, far in exceed of the high values range. It retains stability, equal to that of the wind rose for Magnitogorsk. Thereby, the city lies in the western (left) part of the polluted area. The wind flow generates vortex-type air flow motion over the ground surface. The wind direction and speed do not remain stable, but at atmospheric pressure difference growth the wind speed grows, accordingly.

The maximum precipitation is observed in summer. Sometimes, they are of storm type, contributing to the removal of pollutants from the air. In winter, the precipitation is observed as snow, and it scarcely contributes to the purification of the atmosphere. That is why, for the study of the influence of the wind in Magnitogorsk on the distribution of gas and dust emissions of MMK the summer wind rose was used. It is significantly different from the winter wind rose, distributing pollutants in the southwest direction, whereas in winter time, the wind blows the emissions of MMK in the northeast direction. It can be seen in Fig. 5 obtained by superposition of the two wind roses of the

summer (Fig. 2) and the winter (Fig. 3) periods, rotated by 180° to the vertical axis. As a result, the shape of the territory polluted with the dust and gas emissions of MMK around Magnitogorsk was obtained. Thereby, the required data were taken by the summer and the winter wind roses from SNiP II-A. 6-72 (Table 1). As a result, a summer pollution polygon with solid border line was obtained in the territory around Magnitogorsk. The dotted additional polygon border line characterizes the winter pollution of the territory. The dimension of the pollution territory from the North to the South equals to 225 km, whereas from the West to the East, without atmospheric pollution in the Republic of Bashkortostan, the dimension is 75 km. Its shape is similar to that of a dirty spot shown in Fig. 4.

Such pollution area shape is stipulated by the stability of the wind direction, mostly in western direction. These sides and the Republic of Bashkortostan covered with woods, are the sources of environmentally clean air of the ground layer to the city. Having passed the territory intended for construction development on the right bank of the Ural and passing by the broad basin of the work pond, the air flow encounters a solid, high (appr. 4 m) fence and gets over it to MMK ground, where it is distributed by the workshops, generating aeration flows. Having penetrated via the intake openings into the workshop space, the air is saturated with the dust and the gases. Its temperature is increased up to 300 °C, before it is exhausted to the outside via the roof openings in a natural non-organized way. The hot flow of the pollutants ascends to a height of up to 100 m.

It is well-visible from the elevated outskirts during calm periods equalizing the upper elevation mark of the space polluted by MMK's emissions with the height of the chimney stack. Having cooled down, the dust and

¹⁴ SNiP II-A. 6-72. Construction Climatology and Geophysics. Moscow, Stroyizdat, 1973: 320 p.

Fig. 5. Polygons of the territory around Magnitogorsk polluted with dust and gas emissions of MMK in summer (polygon with solid border lines) and winter (polygon with dotted border lines) periods of the year

gas mixture is captured with the wind and transferred up to 100 km away from the MMK dependent on the duration and the speed of the wind flow. On its way, the mixture gradually gets down to the ground. Under such circumstances, the city will scarcely profit from even a first-class sanitary protection zone of 1 km radius stipulated by SanPiN 2.2.1/2.1.1.1031-01¹⁵. A superposition of the pollution polygon in summer (Fig. 5) with the physical map of Magnitogorsk area and the rural counties around it, we obtain *the territory of the environmental agglomeration*. It significantly differs from the urban agglomeration like those around the big-

gest cities¹⁶ [5, 6]. In this case, the environmental agglomeration includes territories exposed to the process emissions of the big industrial enterprises detrimental for the nature, animals, birds and residents. Hitherto, MMK has undertaken nothing for the protection of the environment of the adjoining counties, taking care only of the residents of the city proper [7].

RESULTS OF STUDIES

Having reached with the existing production process an economical capacity level equal to annually 12–13 million ton, maintained in MMK during the last

¹⁵ SanPiN 2.2.1/2.1.1.1031-01. Design, construction, re-vamping and operation of the enterprises, planning and development of populated areas. Environmental buffer zone and sanitary classification of enterprises, installations and other facilities.

¹⁶ Problematics of studies of urban agglomerations / edited by G.M. Lappo, F.M. Listetenrugi. Moscow, Institute of Geography, Academy of Sciences of the USSR, 1988; 76.

8 years, the enterprise became a real ecological disaster for the existence of the ambient nature and the population. MMK is now completely aware of the situation and has adopted an environmental policy as possible principles for economical production development. The existing digital economics considers unlimited steel production growth in MMK as progress, mostly neglecting the damage to the environment. This way inevitably leads to an environmental catastrophe; to avoid it, it is important to develop a new concept providing for a balance of economic and ecological principles for the sake of social problem solutions.

The model of the new concept differs from the existing model of the engineering and economic concept. The latter supports the priority of concentrated methods of social development. This is the growth of urban population density and gradual extinction of small settlements. This is an urban agglomeration merged in an urbanized system with settlements lying close to a big city, making villages to urban districts. This is an essential increase of dimensions of industrial buildings including several individual processes. This is an increase of volumes and floor spaces of management and amenity buildings, including a large number of auxiliary functional processes. All these phenomena form purely economic values, stipulating increasing production capacities not withstanding the damage to the environment components, extinction of animals and birds, human diseases for the sake of the profits. As a result, a formation of engineering economists appears, for whom business is absolute priority.

The adoption of ecological principles without recognition of economic points makes it possible to preserve the biosphere, to stop the increase of the atmospheric pollution and perhaps to maintain it unchanged, determining the list of substances emitted to the environment, since any further reduction of atmospheric emissions leads to tremendous costs, without any sensible environmental effect. This effect has still to be calculated. Consequently, it is important to establish links between the engineering and economic activities of the people with its health depending upon the quality of the natural environment. It is known that the life expectancy of men who have been working in the main dust and gas emission generating workshops of metallurgical enterprises is not much in exceed of 50 years. In these workshops even artificial natural environment created by designers does not survive.

The establishment of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk with the central point occupied by MMK is not only stipulated by the urgent nature of the engineering and economic, socio-ecological problems in the production site and in the urban area intended for construction development, but also by their proliferation over the whole territory of the adjoining counties exposed to the emissions of MMK due to the wind. For this, the enterprise has owns powerful resources allowing for the implementation of the conditions of ecological preservation for all further territories exposed to the emissions of MMK. Thus, the development of the population is fostered, whereas their welfare is improved, with simultaneous contribution to the

Fig. 6. Environmental Agglomeration of Magnitogorsk

Fig. 7. Map of Environmental Agglomeration of Magnitogorsk. Territory of atmosphere, soil and water basins pollution of MMK emissions

implementation of the national program adopted by the Council at the President of the RF for 2018–2024.

The city-forming Environmental Agglomeration of Magnitogorsk is a new urban activity principle in manufacturing of goods and provision of services. A successful implementation of the concept will provide for improvements of the natural environment and the life of the people in the territory of four districts of Chelyabinsk Region. The municipal authority is accountable to the Governor for the life quality in these districts. The existing manufacturing technologies of metal products in MMK cannot be realized without dust and exhaust gases, consequently, it is hardly possible to drastically reduce the atmospheric pollution index. It is important to know the composition and the quantities of dust and exhaust gases will be safe for the popula-

tion constantly living in the vicinity of the metallurgical workshops, as well as the methods of protection of each person, the environment, animals and birds based on preventive approach to the reduction of the risk. It requires increases costs of environment preservation based on a complex assessment of both ecological and economic effects.

The environmental agglomeration shown in Figure 6 and 7 covers Verkhneuralskiy District in the North, Nagaybakiy District in the East, Agapovskiy and Kizil'skiy Districts in the South. The total area of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk, including Magnitogorsk County is almost 14 thousand km², that is almost equal to the polluted spot visible from the space. In 2017–2018 almost 527 thousand people lived in this territory. Thereof approximately 400 thousand

people (79 %) are residents of Magnitogorsk, 21% of the inhabitants dwell in the vicinity of Magnitogorsk and are constantly exposed to dust and gas emissions of MMK. Nevertheless, in 2002 the population number was almost by 23 thousand people higher. The exact reasons why they have left their native places are still unknown to us. It could also be the result of the natural mortality. Table 2 shows the loss of the population in each of the Districts. Thereby, the loss of population in Magnitogorsk during the 15 years were minimal. It might be advisable, that someone should determine the reasons of the population reduction in every District. The difference of the environmental agglomeration where the inhabitants are likely to recover due to the natural environment is a sequence higher from the urban one, because the urban agglomeration is organized to arrange a comfortable urban living environment by economic means.

The highest loss of population of almost 23 % was determined in Nagaybaskiy District, although, the report of the Head of Administration for 2017 did not contain this fact. The plans of activities 2018 envisage the beautification of yards and public grounds in the framework of “Comfortable urban environment” to retain the residents and to improve the quality of their life. Considering that 2017 was the Ecology Year, the residents carried out the monitoring of non-authorized dumping grounds in addition to the beautification and the overhaul of water supply and sewage utilities. Thereby, no arrangements for protection and improvement of the natural environment exposed to the atmosphere polluted by the emissions of MMK are mentioned, since trustworthy information on the pollution of the air, the soil and the water basins is not available. It is emphasized, that there is no priority of the protection of infants’ life and health under the conditions of the deficiency of health care personnel. A similar situation is observed also in the other Districts included into the ecological agglomeration.

The objective of the ecological program can only be achieved by inclusion of the residents of each settlement of the agglomeration of Magnitogorsk into the solution of the ecological problems. It allows for their increased direct involvement into the formation of comfortable environment in their land plots, thus multiplying the ecological awareness in the territory. The pro-

gram transforms the extended territory of Magnitogorsk to a single environmental agglomeration merging with the adjoining settlements based on a dynamical multi-component system with intensive social, production, transportation and cultural links. As a matter of fact, such territory already exists around Magnitogorsk, including the settlements located in the area of exposure to the emissions of MMK, but it is still uncontrolled, being likely to gradually turn to a dead landscape contaminated with pollutants emitted by MMK. An important aspect in this situation is the monitoring of the atmospheric pollution degree not only in the territory of Magnitogorsk, but also in the settlements where the pollutant emissions are carried from the city by the wind.

The constant displacement of the polluted air spot to the East of MMK and the migration of 80 % of the residents to the western city part on the right bank enabled the municipal authorities to neglect the matter of disposal of irregular process emissions almost to the end of the 20th century. The authorities were hoping for the migration of all the residents to the right bank of the Ural, including the low-populated districts adjoining to the city. In such case, the territory of the left bank of the Ural was gradually losing the natural landscape, whereas the biosphere of this part of the South Urals had to cope with self-recovery and the neutralization of the pollutants in non-assisted manner. But for that at least 50 years are required. That is why a decision was taken to reduce and to collect the irregular emissions generated by the process equipment of MMK. The objective was defined as follows: By 2024 there must be no pollutants in the air over the city.

The atmosphere is a single whole. That is why any emission into it covers both the territory of the city and the country. Only the pollutant concentration is variable. For the time being, the API is determined for any spot of the territory based on the results of in-situ measurements. Simultaneously, the pollution share of each pollutant is determined with subsequent evaluation summary of the atmospheric air quality. The atmospheric pollution index is applied since 1979 when the Manual of Atmosphere Pollution Monitoring was issued¹⁷. The API levels vary depending on the weather data, that is, on the distribution of air temperatures with the altitude,

¹⁷ Manual of atmosphere pollution monitoring. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1979: 448.

Table 2. Loss of population within a 15 years’ period in districts adjoining Magnitogorsk

City, district, agglomeration	Area, thousand km ²	Population in 2002, thousand	Population in 2017, thousand	Loss (–) of population, thousand
Magnitogorsk	0.392	418.545	418.241 (79 %)	–0.304
Verkhneuralskiy	3.464	42.121	34.533 (6.6 %)	–7.588 (18 %)
Nagaybaskiy	3.018	24.310	18.784 (3.6 %)	–5.526 (22.7 %)
Agapovskiy	2.603	37.816	33.254 (6.4 %)	–4.562 (12.1 %)
Kizilskiy	4.412	27.679	22.908 (4.4 %)	–4.771 (17.2 %)
Agglomeration	13.889	550.471	527.72 (100 %)	–22.751 (4.1 %)

the speed and the direction of the wind, the temperature and the humidity of the air, the quantity and the duration of the precipitation, sun radiation intensity and other factors. It is important to know these factors to be accounted for during API calculations, making them formal. All this is set forth in the Guideline Document RD 52.04.667-2005¹⁸.

In Russia, the following API levels apply:

- low at API <5;
- increased at API from 5 to 6;
- high at API from 6 to 14;
- very high at API over 14.

There are also other API grades with links to codes and regulations. Thereby, they are completed by the maximum measured concentration of any substance divided by MAC, called “standard index” (SI), as well as by the highest repeatability (HR) of exceeded MAC of any substance, %. As a result, the air quality is characterized by the four standard levels of SI, HR and API values. Thus, the air pollution degree is:

- low — SI from 0 to 1, HR = 0 %, API < 5;
- increased — SI from 2 to 4, HR up to 20 %, API from 5 to 7;
- high — SI from 5 to 10, HR from 20 to 50 %, API from 7 to 14;
- very high — SI > 10, HR > 50 %, API > 14.

Still, it is not clear how to calculate the air pollution if the SI, HR, API components of the specific pollution in each line do not correspond to the specified values. In order to evaluate and to analyze the pollution of the atmosphere in Magnitogorsk, Table 3 presents the data of steel production in MMK, emissions of pollutants into the city atmosphere and API levels obtained from 1993 to 2018 which are published in numerous printed media and in the Internet. To provide a good layout of the dynamics of the steel production in MMK,

¹⁸ RD 52.04.667-2005. Documents on the pollution status of the atmosphere in cities for information of state authorities, community and population. General requirements to development, construing, narration and contents.

the emission of pollutants into the city atmosphere and API, the data of Table 3 are presented in Figures 7, 8, 9 in graphic format. As for steel production in MMK, its growth from 5,000 to 10,000 ton per year from 1993 to 2000 caused the increase of the emissions of pollutants into the city atmosphere, whereas the API got lower by 1.6 times based on some published data and by 4 times, based on other data. In the subsequent years, the steel production in MMK grew, whereas the pollutant emissions to the atmosphere and the API values were decreasing. The considerable recession of production in 2009 brought down also the emissions of the pollutants into the atmosphere of the city and the API values.

Since API is the basic criterion of the ecological status of the atmosphere, its published values have been used for 1993 to 2018 were found allowing for plotting of the API diagrams for Magnitogorsk. They are presented in Fig. 9 as two diagrams, the upper one and the lower one. The reason for which there were two annual API values which got equal in 2015 is still unknown. If we consider the character of the atmospheric pollution in the upper diagram, an optimistic conclusion is possible that the API in the course of the last 18 years of operation got back by 5 times from the extremely high value of 51 down to the high value of 9. If we consider the character of the atmospheric pollution in the lower diagram, a pessimistic conclusion is possible that the API in the course of the last 18 years of operation was remaining almost the same equal to 15, going back to 9 only in 2018.

That proves that there is no standard method for the calculation of API levels. Obviously, it depends upon the list of the pollutants included into the composition of the API levels. The atmosphere over the city cannot be divided into isolated segments. It is a single hole. Any pollutant therein in any concentration can be present in any part of the city and even far from its border. Observations demonstrate that even at constant quantities and compositions of industrial emissions API values can be different dependent upon the weather

Table 3. Annual fluctuations of API, pollutant emissions into the atmosphere of Magnitogorsk and the steel production in MMK from 1993 to 2018

Year	1993	2000	2002	2003	2006	2007	2008	2009	2010
Steel, t/year	5,000	10,000	11,000	—	11,346	12,203	10,911	8,764	11,410
Emissions from MMK, kt	291	318	280	250	250	240	230	229	244 221
API	82	51 20	17 15	18 14	25	33	32 18	30 14	31 17
Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Steel, kt	12,270	13,040	11,940	13,030	12,236	12,544	12,860	11,664	
Emissions from MMK, kt	220	256	—	—	205.3	201.8	241.7 199.3	198.2	
API	21 18	25	26	19 12	14 13	15	19	9	

Steel production in MMK Mt/year

Fig. 7. Steel production dynamics at MMK

Emissions by MMK, kt

Fig. 8. MMK emissions reduction dynamics

API

Fig. 9. Dynamics of API levels fluctuation in Magnitogorsk

conditions. The pollutants emitted into the atmosphere are subjected to physical and chemical transformations, dissipated and flushed out of the atmosphere. Consequently, the API level is dependent upon the man-induced substances which are transported over large distances from the source.

The most unfavorable wind directions for the most of the territory of Magnitogorsk intended for construction development are the winds of the eastern quarter (25 %), carrying the emissions of MMK and other left bank enterprises to the right bank part of the city. At southern (19 %), southwest (17 %) and western (16 %) wind directions, the level of atmospheric pollution for

a number of small left bank settlements is increased under the influence of the industrial emissions. At the northern wind direction (15 %), the emissions of the left bank enterprises are carried to the central left bank part and the southern settlements of the city. Thereby, the emissions of the refractory cement works are “guilty” of the pollution of the atmosphere in the northern part of the right bank city.

Thus, at almost any wind direction, a certain residential area of the city is always exposed to the emissions of the industrial enterprises, first of all, to those of MMK. There was a period in the activities of MMK when the real estate assets of the enterprise were chang-

ing their ownership. As a result, its annual capacity went back from 16 (1988) to 5 million tons of steel (1999). Thereby, the emissions of pollutants into the atmosphere went back almost by three times. The improvement of the ecological situation in the city was detected by the residents. But since 2000, the metal production began to grow again, first, up to 10, and then up to 12 million tons of steel, annually. It required considerable investment into the environment protection of more than RUB 58 billion during 18 years. The level of the atmospheric pollution over the enterprise is formed by the emission of the pollutants from all the process equipment.

REPORT

In 2017, Magnitogorsk was the most dust- and gas-polluted city among nine most polluted cities of Russia with unfavorable man-induced ecological factors. The occurred situation stipulated the necessity to adopt Decree No. 204 dd. May 7, 2018 "National goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period till 2024" where "Ecology" National Project is put down the implementation of which started on October 1, 2018^{19, 20}. The program "Clean city" adopted in Magnitogorsk in 2015 was included into the "Ecology" National Project^{21, 22}. The objective of it is to reduce by 20% the environmental impact of hazardous pollutants, to plant as much greenery as possible, including care, watering, and replacement, to monitor the state of the atmospheric air, to introduce the emissions quota and to make the living comfortable for the residents. It is supposed to reduce the API level down to 7 by 2020, and down to 5 by 2025. The program has absorbed the basic principles of the environmental policy of MMK and the municipal authorities by the key directions of the implementation of the strategic initiative till 2025. The investment by MMK will make up RUB 38 billion. In accordance with the data provided by Rosgidromet published by Rosstat, of the 12 cities with the highest pollution level of the atmospheric air highlighted in the Presidential Decree, only three have remained by 2018 (Chita, Novokuznetsk and Magnitogorsk).

In the polluted territory around Magnitogorsk monitored by the enterprise in terms of API levels al-

most since 2000, the gas and dust emissions into the atmosphere have destroyed the natural environment with extinction of almost all animals and birds being intensified by the wind speed, direction and the air temperature. The wind carries the gas and dust emissions from the territory of the enterprise far beyond the boundaries of Magnitogorsk. Even if by 2024 the emissions of the hot processes into the atmosphere will be successfully reduced by 20%, the recovery of the environment and the animal populations will require 20–30 years. Thus, it is now absolutely high time, after a century of pollution with MMK emissions, to launch a number of landscape revitalization projects and to create environmentally aware architectural situation in the adjoining areas of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk. This mission is quite feasible for the students of the Architectural School of the Institute of Civil Engineering, Architecture and Arts of Magnitogorsk. A list of students' term and graduation papers of the architectural faculty has been revised, which are dedicated to the recovery of the architecture of the natural landscape and to the development of the architectural environment of the settlements of Verkhneurskiy, Nagaybakiy, Agapovskiy and Kizil'skiy Districts [8].

The scientific substantiation and the complex nature of the management of the Environmental Agglomeration of Magnitogorsk are stipulated by the following principles based on the anti-crisis program of MMK²³ and the sections of the national projects adopted by the Presidium of the Council at the President of the Russian Federation²⁴:

- presence of trustworthy information on the atmospheric pollution in all the territory based on the results of regular air pollutant monitoring in inhabited localities;
- quota arrangement for each industrial enterprise of the approved level of API values;
- preservation, improvement and recovery of the ambient nature and landscape;
- priority of protection of infants' life and health, improvement of their cultural level;
- preservation and growth of population of inhabited areas;
- architectural assistance to young families in planning of environmentally aware housings with utility supplies, landscaping and connection to telecommunications;
- development of urban ecology planning situations of inhabited locations;
- provision of living comfort of residents in inhabited locations;

¹⁹ Integrated iron and steel works of Magnitogorsk. URL: <http://mmk.ru>

²⁰ Magnitogorsk. Ecological problems of Russia's steel heart. URL: <https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/magnitogorsk.html> (request date: 25.05.2019).

²¹ The environment protection investment by MMK exceed RUB 58 billion. URL: https://news.rambler.ru/ecology/42082268/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (request date: 25.08.2019).

²² Integrated iron and steel works of Magnitogorsk. URL: http://www.mmk.ru/upload/medialibrary/90b/eco_otch_ru.pdf (request date: 25.08.2019).

²³ Viktor Rashnikov approves the anti-crisis program of MMK // Metal Supplies and Sales, November 06, 2008. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/31335>

²⁴ National projects: target indexes and basic results. Based on the passports of national projects approved by the Presidium of the Council at the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects dd. December 24, 2018. Moscow, 2019.

- reduction of poverty among the population of the agglomeration;
- improvement of the complex system of organizational, legal, economic and ideological arrangements

for the recovery of the deteriorated natural environment and reduction of the level of the detrimental impact of the human activities on it.

REFERENCES

1. Scott J., Kotkin S. *Behind the Urals : an American worker in Russia's city of steel*. Bloomington, Indiana University Press, 1989; 304.
2. Fedosihin V.S. Architectural experiment in life collectivization of the first builders. *Architecture. Construction. Education*. 2014; 2(4):23-27. (rus.).
3. Kazus I.A. *Soviet architecture of the 1920s: design organization*. Moscow, Progress Tradition, 2009; 154, 167. (rus.).
4. Dekterev S.A., Tretyakov D.I., Kalabin A.V. et al. *Dwelling architecture in the conditions of Urals*. Yekaterinburg, Publishing House of the UAH, 1992; 240. (rus.).
5. Vlasova N.Yu., Animitsa E.G. The concept of urban agglomerations in urban politics: reality and theoretical approach. *Ural State University of Economics — Yekaterinburg*. 2011. (rus.).
6. Lappo G.M. Urban agglomerations of the USSR — Russia: features of dynamics in the twentieth century. *Russian expert review*. 2007; 4-5(22). (rus.).
7. Khomich V.A. *Ecology of the urban environment*. Moscow, Publishing House of the Association of Construction Universities, 2006; 204. (rus.).
8. Shentsova O.M., Khismatullina D.D., Fedosikhin V.S. Professional training of architects in Magnitogorsk to create a comfortable living environment of the city. *Housing Construction*. 2012; 5:9-12. (rus.).

Received August 10, 2019.

Adopted in a revised form on November 15, 2019.

Approved for publication November 26, 2019.

BIONOTES: **Vladimir S. Fedosikhin** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Architecture at the Institute of Construction, Architecture and Art, Honored Scientist of the Russian Federation, Advisor to the Department of Architecture of RAASN; **Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU)**; 38 Lenin st., Magnitogorsk, 455000, Russian Federation; FedosVS@yandex.ru.