



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

**Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинск с
использованием геоинформационных систем**

**Выпускная квалификационная работа по направлению
44.04.01 Педагогическое образование**

**Направленность программы магистратуры
«Естественно-географическое образование»
Форма обучения заочная**

Проверка на объем заимствований:

10,58 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«05» ФЕВРАЛЯ 2021 г.

И.о зав. кафедрой Географии и методики
обучения географии

(название кафедры)

[подпись] Малаев А.В.

Выполнила:

Студент(ка) группы ЗФ-301/259-2-1
Францов Василий Дмитриевич [подпись]

Научный руководитель:

канд. геог. наук, доцент
Дерягин Владимир Владиславович [подпись]

Челябинск
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСК	6
1.1 Общие сведения о наблюдательной сети	6
1.2 Климатические особенности города Челябинск	8
1.3 Источники загрязняющих веществ	12
1.4 Характеристика загрязняющих веществ	13
1.4.1 Взвешенные вещества	14
1.4.2 Диоксид серы	18
1.4.3 Оксид углерода	22
1.4.4 Диоксид азота	24
1.4.5 Формальдегид	27
Выводы по главе 1	29
ГЛАВА 2. ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСК	31
2.1 Сведения о взвешенных веществах в атмосферном воздухе	31
2.2 Сведения о диоксиде серы в атмосферном воздухе	35
2.3 Сведения об оксиде углерода в атмосферном воздухе	40
2.4 Сведения о диоксиде азота в атмосферном воздухе	44
2.5 Сведения о формальдегиде в атмосферном воздухе	49
2.6 Критерии и индексы загрязнения атмосферного воздуха	55
2.7 Индексы загрязнения атмосферы города Челябинск	56
Выводы по главе 2	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	59

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Атмосферный воздух является неотъемлемой частью среды обитания человека, животных и растений и в целом жизненно важным компонентом окружающей среды [21].

Загрязнение атмосферы – это привнесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации [18]. Актуальность выбранной темы в том что, атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой. Результаты экологических исследований, как в России, так и за рубежом, однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземной атмосферы - самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на человека и окружающую среду. Именно поэтому научные исследования относительно оценки антропогенной нагрузки на воздушный бассейн больших промышленных городов, а также разработка методов его регулирования с учетом правовых и нормативных аспектов относятся к актуальным проблемам [19].

Проблема. Атмосфера оказывает прямое воздействие на человека, биоту, гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду и техногенные объекты. Исходя из этого, охрана и мониторинг загрязнений атмосферного воздуха является приоритетной проблемой экологии. Этому уделяется большое внимание [20]. Для атмосферы характерна чрезвычайно высокая динамичность, обусловленная как быстрым перемещением воздушных масс в латеральном и вертикальном направлениях, так и высокими скоростями, разнообразием протекающих в ней физико-химических реакций [17].

Целью данной работы является оценка загрязненности атмосферного воздуха на территории города Челябинска с использованием геоинформационных систем.

Задачи исследования:

1. Проанализировать состав и соотношение основных загрязняющих веществ, встречающихся в атмосферном воздухе города Челябинска.
2. Составить и проанализировать актуальные карты загрязнения города.
3. Проанализировать состояние атмосферного воздуха на основе показателей наибольшей повторяемости, стандартного индекса и суммарного индекса загрязнения атмосферы.

Объект исследования: Загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинске

Предмет исследования: Степень загрязнения воздуха в разных районах города Челябинск

Научная новизна. В данной работе приводятся данные мониторинга с 8 стационарных постов государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды. Ответственным за сеть является Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Уральское УГМС». Наблюдения выполняются в соответствии с требованиями РД 52.04.186-89, РД 52.04.791-792, 795, 797, 799-2014, 822-2015, 824-2015.

Мониторинг атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, его загрязнением и за происходящими в нем природными явлениями, а также оценка и прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения [2]

Практическая значимость. Материалы работы могут быть использованы при разработке схем размещения жилых районов и установлению санитарно-защитной зоны, а также при решении задач, связанных с природоохранными мероприятиями, а так же в помощь жителям города и приезжим желающим выбрать новое место жительства.

В работе были использованы следующие **методы исследования:**

1. Сравнительно-описательный, математико-статистический, картографический, метод треугольников.
2. Расчетные методы: ИЗА, коэффициенты концентрации.

ГЛАВА 1. МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСК

1.1 Общие сведения о наблюдательной сети

Мониторинг проводится на 8 стационарных постах государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды. Ответственным за сеть является Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал ФГБУ «Уральское УГМС».

Наблюдения выполняются в соответствии с требованиями РД 52.04.186-89, РД 52.04.791-792, 795, 797, 799-2014, 822-2015, 824-2015.

Посты подразделяются на «городские фоновые», в жилых районах; «промышленные», вблизи предприятий; «авто», вблизи автомагистралей с интенсивным движением. В таблице №1 указаны адреса расположения постов наблюдательной сети.

К «городским фоновым» относятся посты №18, №23 и №28.

К «промышленным» относятся посты №17, №20, №22.

К «Авто» относятся посты №16 и №27

Таблица 1 – Адреса постов государственной сети наблюдений

№ поста	Адрес
16	ул. Новороссийская, 8а
17	ул. Румянцева, 28
18	ул. Захаренко, 14
20	ул. Горького, 79
22	ул. Трудовая, 35
23	пр. Победы, 198а
27	ул. Российская, 34
28	ул. Витебская, 15

На рисунке 1 представлена карта-схема расположения постов наблюдательной сети в г. Челябинск.

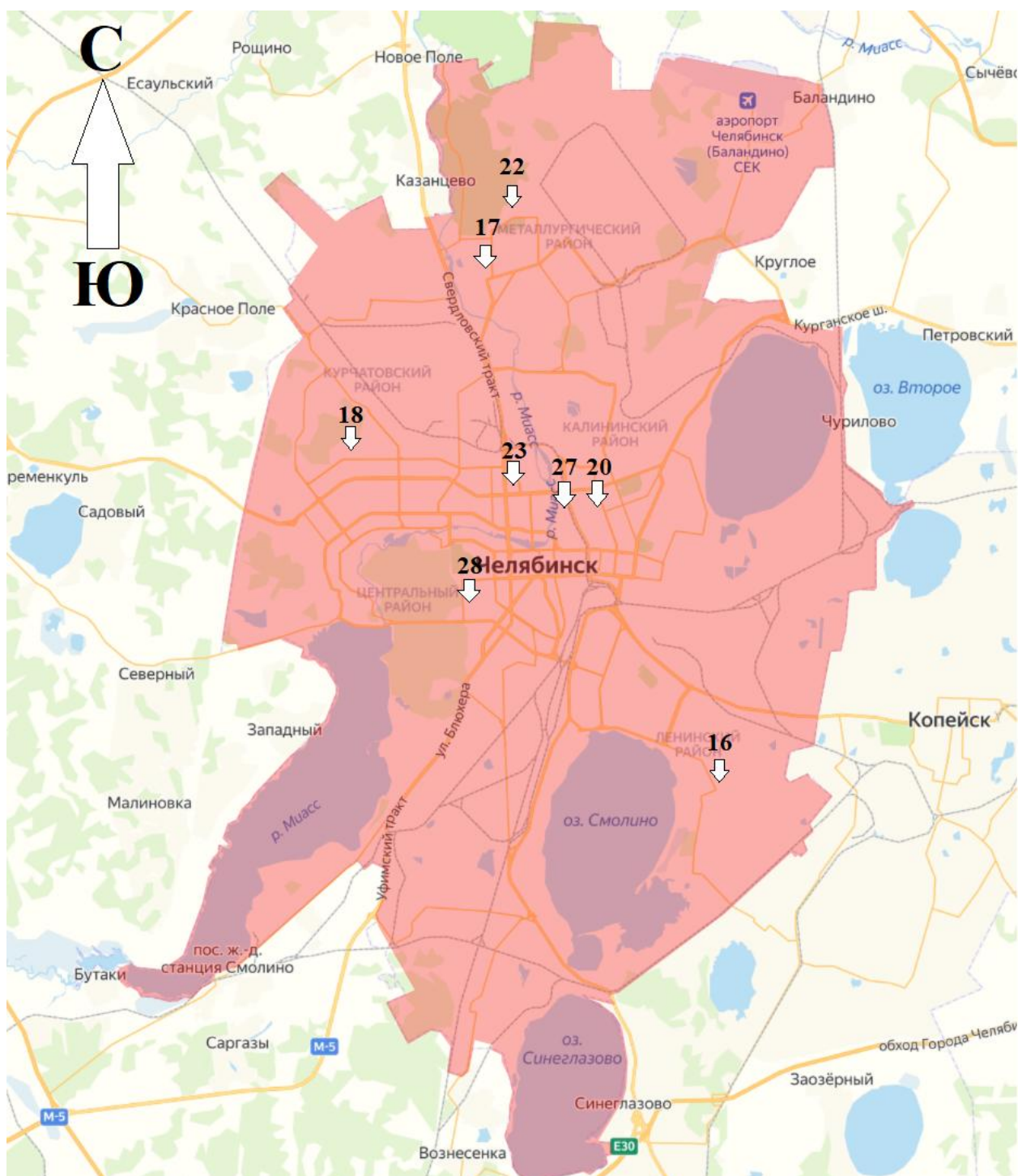


Рисунок 1 – Карта-схема расположения постов наблюдательной сети

На стационарных постах наблюдательной сети проводится мониторинг за загрязнением атмосферного воздуха по полной программе наблюдений.

Полная программа наблюдений подразумевает получение информации о разовых и среднесуточных концентрациях загрязняющих веществ. Наблюдения проводятся ежедневно и дискретно через равные

промежутки времени не менее четырех раз в сутки. При этом обязательно отбор производится в 1, 7, 13 и 19 часов по местному времени [12].

Отобранные пробы передаются в лабораторию мониторинга загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска, где подвергаются последующему анализу.

1.2 Климатические особенности города Челябинска

Климат – это статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик той или иной местности. Климат определяется поступлением солнечной радиации, процессами циркуляции воздушных масс, характером подстилающей поверхности [9].

Город Челябинск располагается в лесостепной зоне, к востоку от Уральского хребта, и на большом отдалении от морей и океанов. На климат преимущественно воздействует арктический фронт. Температура воздуха в равной мере зависит от поступающих на территорию города воздушных масс, так и от количества получаемой солнечной энергии. Солнечное сияние продолжается 2089 час. в г. Осадков выпадает в среднем около 634 мм. Прохождение циклонов на территории города оказывает главенствующее влияние на распределение осадков в течении года. При этом избыточный нагрев города, изменение режима испарения и загрязнения атмосферы гигроскопическими веществами влияет на годовое количество осадков. Городские здания тормозят воздушные потоки; происходит оседания капель дождя и снежинок на подветренной части домов [15].

Причиной перемещения воздуха является неодинаковый нагрев земной поверхности солнцем. Воздушные массы перемещаются в направлении от высокого давления к низкому. Чем больше разность давления, тем выше скорость ветра [5]. Направление ветра определяется той частью горизонта, откуда он дует.

Ветровой режим на территории Челябинска и области зависит от особенности размещения основных центров действия атмосферы и изменяется под влиянием орографии. Городская застройка и крупные промышленные предприятия оказывают значительное влияние на метеорологические параметры города Челябинска [35].

Для изображения показателей ветрового режима, характерного для местности используют так называемую «розу ветров».

Из схемы розы ветров Челябинска за 2020 год, что изображена на рисунке 2 следует, что в городе преобладают ветра южного, юго-западного, западного и северо-западного направления. Меньше всего зафиксировано ветров восточного направления.

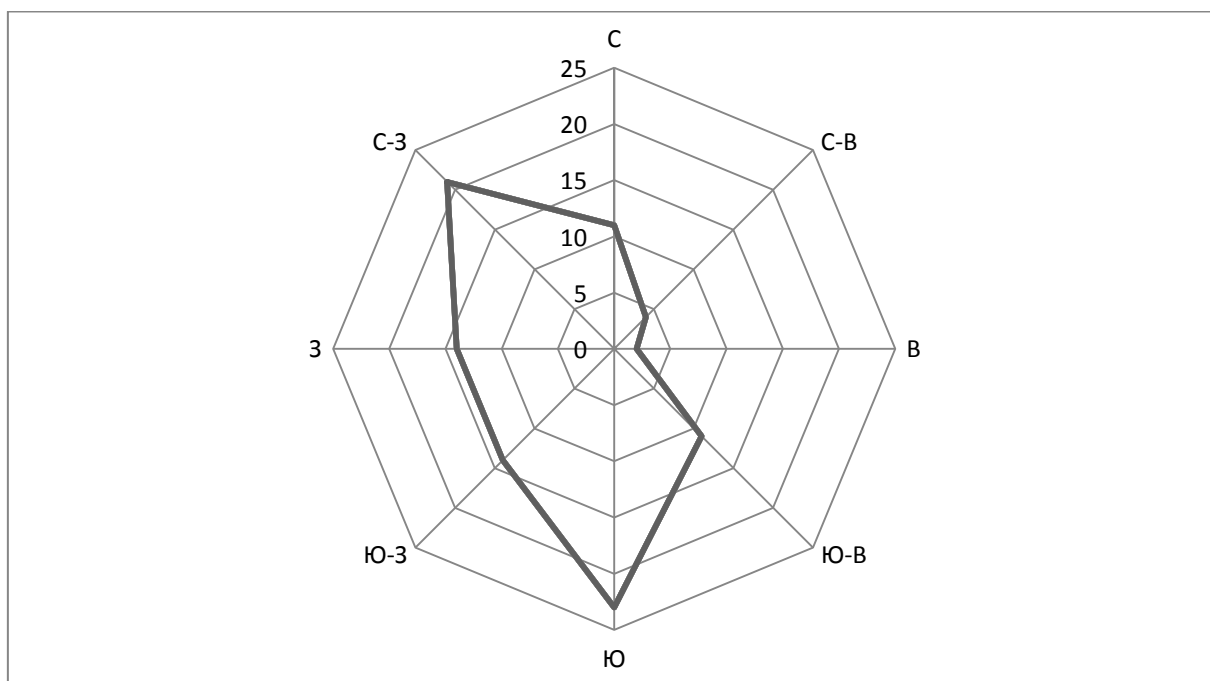


Рисунок 2 – Роза ветров за 2020 г.

Однако в отдельные месяца преобладающие ветра меняются. Исходя из схемы розы ветров за январь на рисунке 3 видно, что преобладающие ветра имеют южное и юго-западное направление. А наименьшую повторяемость имеют северные, северо-восточные и восточные ветра.

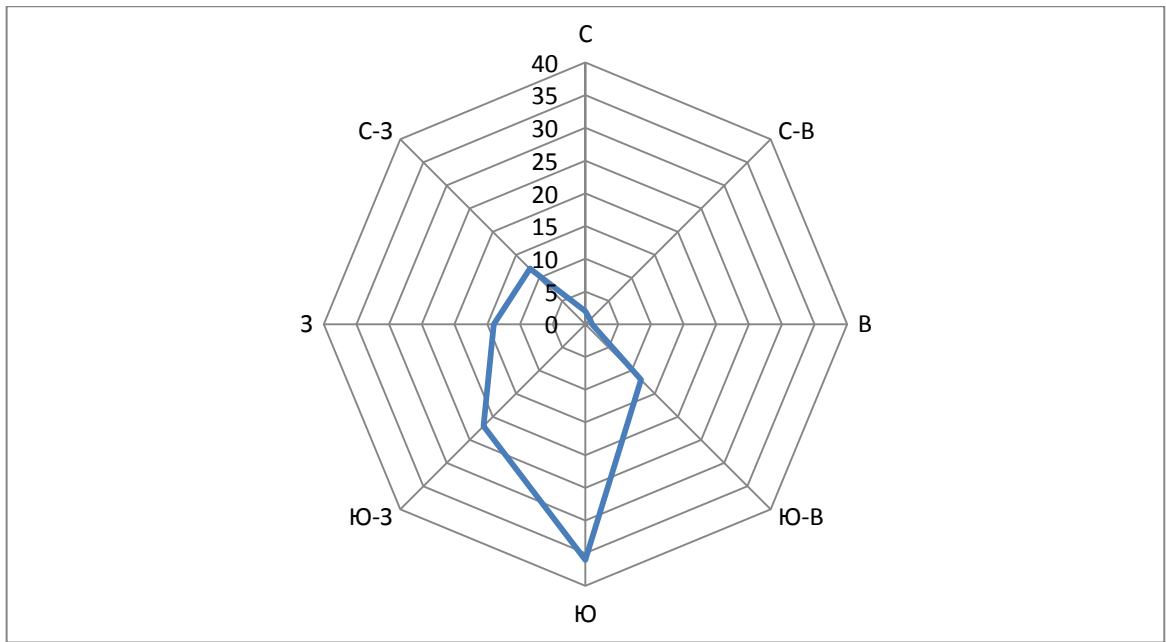


Рисунок 3 – Роза ветров за январь 2020 г.

В июле картина несколько меняется. На рисунке 4 видно, что южные ветер по-прежнему входит в число преобладающих, однако наибольшую повторяемость имеют ветра северо-западного с северного направления. В то время как юго-западные и западные ветра повторяются реже всего.

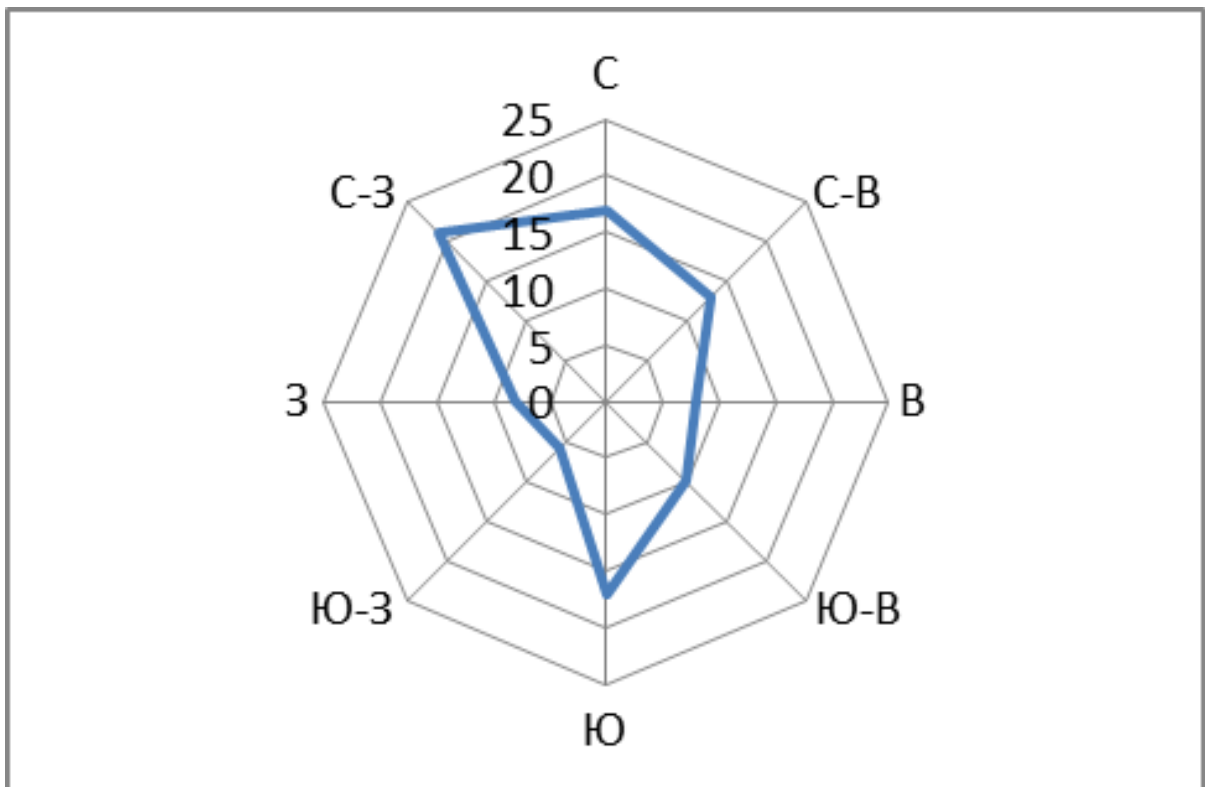


Рисунок 4 – Роза ветров за июль 2020 года

Детальные наблюдения показывают, что в течении суток ветер в городе меняет свое направление в среднем до 3 раз. Городские дома представляют собой существенные препятствие для воздействия потоков и уменьшают скорость ветра, а городские улицы являются своего рода коридором, несколько изменяющим его направление. Кроме того, в условиях безветрия существует система городских ветров, когда теплый воздух центра города поднимается вверх, а на его место смещается более холодный воздух окраин [29].

Весна продолжительная и умеренно-тёплая. Переход среднесуточной температуры через ноль в мае. Лето тёплое и сухое, в отдельные годы дождливое. Средняя температура воздуха в июле равняется +19 °С. Абсолютный максимум температуры +40,0 °С. Наибольшее количество осадков приходится на июль.

Зима в Челябинске продолжительная и холодная с обилием осадков. Постоянный снежный покров образуется уже 15-18 ноября и сохраняется в среднем 145-150 дней. Средняя величина снежного покрова составляет 30-40 см. Метели в среднем наблюдаются в течении 30-35 дней. В январе средняя температура равняется -14,1° С. Минимальная температура, фиксируемая в январе, равняется -49 ° С.

В таблице 2 производится сравнения метеорологических характеристик за 2020 год с многолетними значениями этих характеристик в г. Челябинск. Исходя из таблицы видно, что средняя скорость ветра была ниже многолетних значений, однако штиль наблюдался лишь 12% отчетного периода, что в два раза меньше многолетних значений. Так же значительно упал процент повторяемости туманов.

Таблица 2 – Значения метеорологических характеристик

Метеорологические характеристики	Многолетние значения	Значения за 2020 год
Осадки, количество дней	131	133
Скорость ветра, м/с	2,5	1,9
Повторяемость застоев воздуха (штиль), %	26	12
Повторяемость ветра со скоростью 0-1 м/с, %	53	44
Повторяемость туманов, %	0,78	0,05

1.3 Источники загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха г. Челябинска являются предприятия цветной и черной металлургии, машиностроения, промышленности строительных материалов, электроэнергетики, автомобильный и железнодорожный транспорт [30].

При этом предприятия черной и цветной металлургии, вносящие основной вклад в выбросы стационарных источников, расположены в непосредственной близости от жилых районов в северо-восточной и восточной частях города.

В таблице 3 собраны данные, по распределению загрязняющих веществ исходя из их источников. Видно, что основными источниками являются промышленные выбросы. Они составляют 62,4 % от всех выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Челябинска. При этом стоит отметить, что распределение угарного газа или СО примерно равное между автотранспортом и промышленностью, за небольшим преимуществом промышленности.

Таблица 3 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в 2019 г.

Выбросы	Количество выбросов, тыс. тонн				
	твердые	диоксид серы	диоксид азота	оксид углерода	всего
Автотранспортные	-	0,4	7,5	73,4	81,3
Промышленные	21,3	16,8	22,1	74,7	134,9
Суммарные	21,3	17,2	29,6	148,1	216,2
На душу населения (кг)	19	15	32	134	200
На единицу площади, т/км ²	43	33	72	303	451

1.4 Характеристика загрязняющих веществ

Токсичными (вредными) называются химическое соединения, отрицательно влияющие на здоровье человека и животных [3].

Любое промышленное предприятие осуществляет выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. По степени опасности (токсичности) для человека различают 4 класса загрязняющих веществ, поступающих с выбросами в атмосферный воздух:

1) Чрезвычайно опасные (например, бенз(а)пирен, свинец, кадмий, пентоксид ванадия).

2) Опасные (например, диоксид азота, сероводород, фенол, формальдегид, железо, марганец, медь, никель, бензол).

3) Умеренно опасные (например, пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, монооксид азота, толуол, ксилолы, этилбензол, магний).

4) Относительно безопасные (например, оксид углерода, аммиак).

Основными загрязняющими веществами, наблюдаемыми в атмосферном воздухе города Челябинска, являются взвешенные вещества или иначе пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид

1.4.1 Взвешенные вещества

Пыль – это вид аэрозоля, дисперсная система, состоящая из мелких твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газовой среде. Отдельные частицы или их скопления, от ультрамикроскопических до видимых невооруженным глазом, могут иметь любую форму и состав. В большинстве случаев пыль образуется в результате диспергирования твердых тел и включает частицы разных размеров, преимущественно в пределах 10^{-7} - 10^{-4} м. Они могут нести электрически заряд или быть электронейтральными. Концентрацию пыли (запыленность) выражают числом частиц или их общей массой в единице объема газа (воздуха). Пыль неустойчива: ее частицы соединяются в процессе броуновского движения или при оседании (седиментации) [2].

Виды промышленной пыли:

1. Механическая пыль.

Промышленная пыль, образующаяся в результате измельчения продукта в ходе технологического процесса.

2. Возгоны.

Промышленная пыль, образующаяся в результате объемной конденсации паров веществ при охлаждении газа, пропускаемого через технологический аппарат, установку или агрегат.

3. Летучая зола.

Промышленная пыль в виде несгораемого остатка топлива, образующегося из его минеральных примесей при горении, содержащегося в дымовом газе во взвешенном состоянии.

4. Промышленная сажа.

Дисперсный углеродный продукт неполного сгорания или термического разложения углеводородов, состоящий из сферических частиц черного цвета. Средний размер сажевых частиц – 100-3500. Частицы сажи образованы из слоев углеродных атомов, подобных слоям в

графите. Эти слои состоят из шестиугольников, в вершинах которых находятся атомы углерода, но, в отличие от графита, слои в саже не плоские, а изогнутые, что обуславливает сферическую поверхность частиц. Плотность сажевых частиц около 2 г/см^3 . Поверхность частиц в саже может быть шероховатой или гладкой [22].

Пыль и сажа относятся к 3 классу опасности. Имеет максимально разовую ПДК в $0,150 \text{ мг/м}^3$ и среднесуточную ПДК в $0,05 \text{ мг/м}^3$

Источники поступления пыли в атмосферу.

В воздухе содержатся частицы пыли и сажи, возникающей в результате выветривания горных пород, вулканических извержений, пожаров, ветровой эрозии пахотных земель, производственной деятельности человека. Пыль, как и другие виды аэрозолей, усиливает рассеяние и поглощение света атмосферой, влияет на ее тепловой режим [9].

Постоянные источники повышенной запыленности – отрасли металлургического, химического и текстильного производства, строительство и некоторые отрасли народного хозяйства (полеводство), многие транспортные средства.

Источниками выбросов сажи в атмосферу являются дизели, авиационные турбины, тепловые энергетические установки, лесные пожары и др. Концентрация сажевых частиц над океанами составляет $0,5 \text{ мкг/м}^3$, а в приземном слое промышленно развитых районов она достигает 30 мкг/м^3 .

Сажа образуется при горении в промышленных и бытовых печах, при работе двигателей внутреннего сгорания (дизелях), выбрасывается вместе с продуктами горения в атмосферу в виде вредных дымов.

Сажевые частицы не взаимодействуют с кислородом воздуха, поэтому удаляются только за счет коагуляции и осаждения, которые идут достаточно медленно [35].

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже - оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Они содержатся в выбросах предприятий теплоэнергетики, черной и цветной металлургии, стройматериалов, а также автомобильного транспорта. Пыль, осаждающаяся в промышленных районах, содержит до 20 % оксида железа, 15% силикатов и 5% сажи, а также примеси различных металлов (свинец, ванадий, молибден, мышьяк, сурьма и т.д.) [24].

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы-искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности, ТЭС.

Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Так, в результате одного среднего по массе взрыва (250-300 т. взрывчатых веществ) в атмосферу выбрасывается около 2 тыс. м³ условного оксида углерода и более 150 тонн пыли [37].

Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью. Основные технологические процессы этих производств – измельчение и химическая

обработка шихт, полуфабрикатов и получаемых продуктов в потоках горячих газов всегда сопровождается выбросами пыли и других вредных веществ в атмосферу.

Концентрация аэрозолей меняется в весьма широких пределах: от 0,1 мг/м³ в чистой атмосфере до 2,1 мг/м³ в промышленных районах. Концентрация аэрозолей в промышленных районах и крупных городах с интенсивным автомобильным движением в сотни раз выше, чем в сельской местности. Среди аэрозолей антропогенного происхождения особую опасность для биосферы представляет свинец, концентрация которого изменяется от 0,000001 мг/м³ для незаселенных районов до 0,0001 мг/м³ для селитебных территорий. В городах концентрация свинца значительно выше – от 0,001 до 0,03 мг/м³.

Пылевые частицы поглощают коротковолновую часть солнечного спектра, снижают количество достигающего земной поверхности ультрафиолета, что способствует ослаблению адаптивных свойств всех живых организмов. Они оседают на поверхности листьев растений, сокращая их способность к восприятию солнечного света.

Сажевые частицы в силу своей разветвленной поверхности способны адсорбировать значительные количества различных соединений, включая полиароматические. Таким образом, сажа играет важную роль в переносе вредных соединений в атмосфере.

Длительный контакт с сажой вызывает рак кожи, обостряются респираторные заболевания, истончается слизистая верхних дыхательных путей.

По данным Всемирной организации здравоохранения при концентрации пыли в атмосферном воздухе 0,08 мг/м³, ощущается дискомфорт у людей. При дальнейшем увеличении содержания пыли до 0,25-0,5 мг/м³ наблюдается ухудшение состояния больных с легочными заболеваниями. Постоянное пребывание людей в атмосфере с

концентрацией пыли выше $0,5 \text{ мг/м}^3$ приводит к более частым заболеваниям и возрастанию смертности.

1.4.2 Диоксид серы

В нормальных условиях диоксид серы – бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся спички). Растворимость газа в воде – достаточно велика.

Диоксид серы – реакционно-способен, из-за химических превращений время его жизни в атмосфере – невелико (порядка нескольких часов). В связи с этим возможности загрязнения и опасность воздействия непосредственно диоксида серы носят локальный, а в отдельных случаях – региональный характер.

Природные и антропогенные источники поступления в окружающую среду.

К природным (естественным) источникам диоксида серы относят вулканы, лесные пожары, морская пена и микробиологические превращения серосодержащих соединений. Выделяющийся в атмосферу диоксид серы может связываться известью, в результате чего в воздухе поддерживается его постоянная концентрация около 1 млн^{-1} .

Диоксид серы антропогенного происхождения образуется при сгорании угля и нефти, в металлургических производствах, при переработке содержащих серу руд (сульфиды), при различных химических технологических процессах. Большая часть антропогенных выбросов диоксида серы (около 87%) связана с энергетикой и металлургической промышленностью. Общее количество антропогенного диоксида серы, выбрасываемое за год превышает его естественное образование в 20-30 раз [22]

Ежегодное поступление сернистого газа в атмосферу только вследствие промышленных выбросов оценивается почти в 150 млн. т.

Поведение в атмосфере.

Время пребывания диоксида серы в атмосфере в среднем исчисляется двумя неделями. Этого времени мало для того, чтобы газ мог распространиться в глобальном масштабе. Поэтому, в соседних географических районах, где осуществляются как большие, так и умеренные выбросы диоксида серы, в атмосфере может наблюдаться большое различие концентраций диоксида серы.

Легкорастворимый в воде, образующий кислоту газ, может разноситься мощными потоками воздуха на сотни километров (до 1500 км). При этом в облаках идет реакция образования кислот и возможно выпадение кислотных дождей[31].

Во время переноса диоксида серы и другие кислотные выбросы лишь в очень малой степени теряют свою активность. Нейтрализация происходит только в том случае, если в воздухе одновременно с диоксидом серы находится пыль, содержащая гидроксиды щелочных и щелочноземельных элементов. Атмосфера очищается, главным образом, при вымывании кислых газов водой и снегом, а также при их «сухом» осаждении, т.е. в виде самого газа или адсорбированного на мельчайших частицах пыли. Кроме того, диоксид серы растворяется в мельчайших капельках тумана, которые после осаждения также относят к сухой части загрязнений.

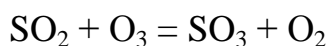
Сухая часть загрязнений обычно выпадает либо в непосредственной близости от источника выбросов, либо на незначительном удалении от него. При длительном переносе воздухом в основном выпадает связанная водой часть выбросов [38].

В атмосфере диоксид серы претерпевает ряд химических превращений, важнейшие из них – окисление и образование кислоты.

Окисление может проходить разными путями и в силу разных причин. Например, УФ-излучение может перевести молекулу диоксида серы в возбужденное состояние, при длине волны менее 320 нм – в синглетное возбужденное состояние, при длине волны 320-390 нм в

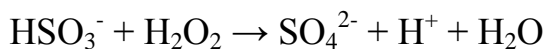
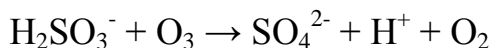
триплетное. Молекулы диоксида серы, находящиеся в триплетном состоянии, реагируют с кислородом воздуха и через радикалы SO_4^{2-} превращаются в молекулы SO_3 .

Большее значение все же имеет окисление с помощью радикалов OH^\cdot . При этом возможна и реакция с озоном:



Во влажной атмосфере образуется серная кислота.

В насыщенной парами воды фазе, например, в облаках, диоксид серы сначала образует сернистую кислоту, которая с озоном и пероксидом водорода дает серную кислоту:



Реакционный пероксид водорода может образоваться из органических пероксидов во влажном воздухе.

Как диоксид серы, так и HSO_3^- в несколько промежуточных стадий могут превратиться в серную кислоту с помощью ионов металлов, которые могут присутствовать в воздухе, а также в облаках [26].

Сернистый газ с водой воздуха образует капельки серной кислоты. Растворы серной кислоты могут долго держаться в воздухе в виде плавающих капелек тумана или выпадать вместе с дождем на землю. Эти растворы разъедают металлы, краски, синтетические соединения, ткани, губительно действуют на растения и животных. Попадая на землю, серная кислота подкисляет почвы. В результате этого сокращается почвенная фауна, что отрицательно сказывается на урожае.

Класс опасности вещества – 3.

При повышенной концентрации пыли токсическое действие диоксида серы проявляется значительно сильнее, чем в воздухе, свободном от пыли [18].

Комбинация диоксида серы с оксидами азота значительно увеличивает число заболеваний дыхательных путей.

При среднесуточной концентрации сернистого газа 0,1-0,2 мг/м³ у населения наблюдается обострение заболеваний верхних дыхательных путей. Резкое увеличение числа случаев заболеваемости бронхитами у людей старше 55 лет отмечается на следующий день после повышения среднесуточной концентрации сернистого газа до 0,7 мг/м³.

Повышение уровня загрязнения сернистым газом вызывает либо хроническое, либо острое кратковременное поражение листьев растений, что приводит к замедлению роста зеленой массы и снижению урожайности. Разрушается хлорофилл растений, повреждаются листья и хвоя. Пораженные участки приобретают бронзовую окраску. На листьях также появляются бледные пятна, которые затем приобретают бронзовый цвет, затем листья опадают [17]. Наиболее чувствительными к диоксиду серы являются хвойные деревья. Сосна погибает при среднегодовой концентрации сернистого газа 0,18-0,20 мг/м³. Лиственные деревья начинают поражаться при концентрации диоксида серы от 0,5 до 1 мг/м³.

Оксиды серы ощутимо ускоряют в городах коррозию металлов – в 1,5-5 раз по сравнению с сельской местностью. В одном из городов США увеличение концентрации SO₂ в 3 раза сопровождалось увеличением скорости коррозии цинка в 4 раза.

Особенно опасно для растений высокое содержание сернистого газа, например, при интенсивном освещении и большой относительной влажности воздуха, а также на стадиях цветения и плодоношения. Хроническое повреждение листьев растений происходит в результате постепенного накопления в их тканях избыточного количества сульфатов. Сульфаты также окисляют почву и снижают ее плодородие [11].

1.4.3 Оксид углерода

Оксид углерода – бесцветный газ, не имеющий запаха, немного легче воздуха, плохо растворим в воде, имеет температуру кипения: – 191,5 °С. На воздухе загорается при температуре 700 °С и сгорает синим пламенем до CO₂.

Монооксид углерода входит в состав атмосферы (10 %). В атмосферу оксид углерода попадает в составе вулканических и болотных газов, в результате лесных и степных пожаров, выделения микроорганизмами, растениями, животными и человеком. Из поверхностных слоев океанов в год выделяется 220×10^6 тонн оксида углерода в результате фоторазложения красных, сине-зеленых и др. водорослей, продуктов жизнедеятельности планктона. Естественный уровень содержания оксида углерода в атмосферном воздухе – 0,01-0,9 мг/м³.

Угарный газ попадает в атмосферу от промышленных предприятий, в первую очередь металлургии. В металлургических процессах при выплавке 1 млн. тонн стали образуется 320-400 тонн оксида углерода. Большое количество оксид углерода образуется в нефтяной промышленности и на химических предприятиях (крекинг нефти, производство формалина, углеводородов, аммиака и др.). Еще одним немаловажным источником оксида углерода является табачный дым. Высока концентрация оксида углерода в угольных шахтах, на углеподающих трассах. Оксид углерода образуется при неполном сгорании топлива в печах и двигателях внутреннего сгорания. Важным источником оксида углерода является автомобильный транспорт [39].

В результате деятельности человека в атмосферу ежегодно поступает $350-600 \times 10^6$ тонн угарного газа. Около 56-62 % этого количества приходится на долю автотранспорта (содержание оксида углерода в выхлопных газах может достигать величины 12 %).

При обычных условиях монооксид углерода инертен. Он химически не взаимодействует с водой. Растворимость оксид углерода в воде около 1:40 по объему. В растворе способен восстанавливать соли золота и платины до свободных металлов уже при обычной температуре. Не реагирует оксид углерода также с щелочами и кислотами. Взаимодействует с едкими щелочами только при повышенных температурах и высоких давлениях [35].

Убыль оксида углерода в окружающей среде происходит за счет его разложения почвенными грибами. Кроме того, при избытке кислорода в почвах тяжелого механического состава, богатых органическими веществами, имеет место переход оксид углерода в диоксид углерода.

Воздействие на организм человека.

Оксид углерода чрезвычайно ядовит. Допустимое содержание оксид углерода в производственных помещениях составляет 20 мг/м^3 в течение рабочего дня, 50 мг/м^3 в течение 1 часа, 100 мг/м^3 в течение 30 минут, в атмосферном воздухе города максимальная разовая (за 20 мин) – 5 мг/м^3 , среднесуточная ПДК – 3 мг/м^3 . Естественный уровень содержания оксида углерода в атмосферном воздухе – $0,01-0,9 \text{ мг/м}^3$.

Оксид углерода вдыхается вместе с воздухом и поступает в кровь, где конкурирует с кислородом за молекулы гемоглобина. Оксид углерода, имея двойную химическую связь, соединяется с гемоглобином более прочно, чем молекула кислорода. Чем больше оксид углерода содержится в воздухе, тем больше молекул гемоглобина связывается с ним и тем меньше кислорода достигает клеток организма. Нарушается способность крови доставлять кислород к тканям, вызываются спазмы сосудов, снижается иммунологическая активность человека, сопровождающиеся головной болью, потерей сознания и смертью [4]. По этим причинам оксид углерода в повышенных концентрациях представляет собой смертельный яд.

Оксид углерода нарушает фосфорный обмен. Нарушение азотистого обмена вызывает зотемию, изменение содержания белков плазмы, снижение активности холинэстеразы крови и уровня витамина В₆. Угарный газ влияет на углеводный обмен, усиливает распад гликогена в печени, нарушая утилизацию глюкозы, повышая уровень сахара в крови. Поступление оксид углерода из легких в кровь обусловлено концентрацией оксид углерода во вдыхаемом воздухе и длительностью ингаляции. Выделение оксид углерода происходит главным образом через дыхательные пути [8].

Больше всего при отравлении страдает ЦНС. При вдыхании небольшой концентрации (до 1 мг/л) – тяжесть и ощущение сдавливания головы, сильная боль во лбу и висках, головокружение, дрожь, жажда, учащение пульса, тошнота, рвота, повышение температуры тела до 38-40 °С. Слабость в ногах свидетельствует о распространении действия на спинной мозг.

Чрезвычайная ядовитость оксид углерода, отсутствие у него цвета и запаха, а также очень слабое поглощение его активированным углем обычного противогаса делают этот газ особенно опасным.

Класс опасности вещества - 4.

1.4.4 Диоксид азота

Азот образует несколько соединений с кислородом:

В конце 20 века природные циклы азота претерпели существенные изменения. С одной стороны интенсификация земледелия привела к быстрому снижению запасов гумуса и азота в почвах, с другой стороны – резко возросло поступление в окружающую среду оксидов азота в результате развития транспорта, авиации, теплоцентралей. Значительное количество оксидов азота в окружающую среду поступает в результате сжигания ископаемого топлива [16]. При работе теплоэнергетических объектов при высоких температурах в ядре факела топочных камер котлов

большой мощности происходит частичное окисление азота воздуха и азота топлива с образованием оксида и диоксида азота.

Техногенные выбросы азота в атмосферный воздух включают в основном оксид азота и его диоксид. Мировое количество этих выбросов приближается к 37 млн. тонн в год без учета отходящих газов нефтепереработки.

Максимальное количество оксидов азота дают промышленно развитые страны, причем около 97% этого количества приходится на промышленно развитое Северное полушарие. Однако в небольших концентрациях диоксид азота обнаруживается и на значительном расстоянии от источников выбросов – над Тихим океаном, над Серной Атлантикой, на Гавайях.

Оксиды азота активно участвуют в фотохимических реакциях, продуцируя озон и азотную кислоту. В настоящее время серьезную проблему представляют не глобальное, а региональное и локальное загрязнение воздуха оксидами азота [28].

Антропогенез существенно нарушил естественные процессы биологической фиксации и миграции азота, хотя биогенные источники вносят преобладающий вклад в накопление связанного азота в биосфере по сравнению с техногенным.

Половина производимого человеком оксида азота образуется в результате сжигания топлива в промышленных установках, а другая половина – за счет работы автотранспорта. Таким образом, действующий двигатель внутреннего сгорания служит основным антропогенным источником NO в атмосфере.

Попадая в атмосферу оксид азота постепенно превращается в диоксид путем взаимодействия с озоном и гидроперекисными радикалами. Таким образом, оксиды азота накапливаются в нижних слоях атмосферы. Их присутствие вызывает кислотные дожди и сказывается на

последующих превращениях химически активного компонента атмосферы – кислорода[31].

Оксиды азота, поглощая естественную радиацию как в ультрафиолетовой, так и в видимой части спектра, снижают прозрачность атмосферы и способствуют образованию фотохимического тумана-смога.

Влияние на человека, животных, растения, микроорганизмы.

Оксид азота (NO) в высоких концентрациях содержится в атмосферном воздухе только вблизи источников выбросов. Монооксид азота не раздражает дыхательные пути человека и поэтому человек может его не почувствовать. При вдыхании NO образует с гемоглобином нестойкое нитросоединение, которое быстро переходит в метгемоглобин, при этом железо (+2) переходит в железо (+3). Ион железа (+3) не может обратимо связывать кислород и таким образом, выходит из процесса перенесения кислорода. Концентрация метгемоглобина в крови выше 60-70 % считается летальной. Такое значение может быть создано только в закрытом помещении. Оксид азота действует на нервную систему человека, вызывает параличи и судороги, связывает гемоглобин крови и вызывает кислородное голодание [32].

По мере удаления от источника выбросов все большее количество NO переходит в NO₂. Диоксид азота (NO₂) – желто-коричневый газ, особенно сильно раздражает слизистые оболочки. При контакте с влагой в организме образуются азотистая и азотная кислоты, которые разъедают стенки альвеол легких. При этом, стенки альвеол и кровеносных капилляров становятся настолько проницаемы, что пропускают сыворотку крови в полость легких. В этой жидкости растворяется вдыхаемый воздух, образуя пену, препятствующую дальнейшему газообмену. При длительном действии оксидов азота следует опасаться расширения клеток в корешках бронхов (тонкие разветвления воздушных путей альвеол). Ухудшения сопротивляемости легких к бактериям, а также расширения альвеол.

В промышленных районах и городах наблюдается концентрация NO_2 в пределах 0,4 - 0,8 мг/м³, а при образовании смога – до 1 мг/м³.

Оксиды азота действуют на растения двумя путями: с помощью кислотных осадков, прямым контактом с растениями и косвенно путем фотохимического образования окислителей. В форме кислотных остатков оксиды азота наносят ущерб растениям, увеличивая кислотность. Прямой контакт растений с оксидами азота можно сразу определить зрительно по пожелтению или по бурению листьев и игл. Причиной такого изменения окраски является превращение хлорофиллов α и β в феофитины и разрушения каротиноидов. Образующаяся в клетках азотистая кислота оказывает мутагенное действие, при этом происходит окислительное дезаминирование нуклеиновых кислот (например, цитозин превращается в урацил).

При взаимодействии нитритов и аминов в живых организмах образуются нитрозоамины, являющиеся канцерогенами, способными вызывать нарушения хромосомного аппарата и наследственные уродства.

Высокие концентрации оксидов азота в атмосферном воздухе приводят к учащению случаев катара верхних дыхательных путей, бронхита и воспаления легких у населения. Люди с хроническими заболеваниями дыхательных путей (астма, эмфизема легких), а также лица, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями, могут быть более чувствительными к прямым воздействиям оксидов азота, у таких людей чаще развиваются осложнения при кратковременных респираторных инфекциях [39].

Диоксид азота имеет 2 класс опасности, оксид азота – 3 класс.

1.4.5 Формальдегид

Формальдегид или муравьиный альдегид, или метаналь: HCHO . Бесцветный газ с резким раздражающим запахом.

Чистый газообразный формальдегид относительно стабилен при 80-100 °С, при температурах ниже 80 °С медленно полимеризуется; процесс ускоряется в присутствии полярных растворителей (в т.ч. воды), кислот и щелочей.

Формальдегид хорошо растворяется в воде, спиртах и др. полярных растворителях. При низких температурах смешивается в любых соотношениях с неполярными растворителями: толуолом, диэтиловым эфиром, этилацетатом, CHCl_3 (с увеличением температуры растворимость падает), не растворяется в петролейном эфире.

Формальдегид обладает высокой реакционной способностью.

Антропогенные источники включают непосредственные эмиссии при производстве и промышленном использовании и вторичные (окисление углеводородов, выбрасываемых стационарными и мобильными источниками) [1].

Формальдегид поступает в водную среду в результате сброса коммунальных и промышленных сточных вод, а также в процессе вымывания его из атмосферного воздуха. В дождевой воде городов фиксируется присутствие формальдегида. Формальдегид – сильный восстановитель. Он конденсируется с аминами, с аммиаком образует уротропин. В водной среде подвергается биодegradации, которая обусловлена действием бактерий.

Фоновые концентрации составляют несколько мкг/м^3 , в городском воздухе достигают величин 0,005-0,01 мг/м^3 . Вблизи промышленных источников – выше. Кратковременные пиковые концентрации в застроенных городских районах (в часы пик или в условиях фотохимического смога) примерно на порядок выше.

Формальдегид вымывается из воздуха дождевыми водами. Водный раствор является сильным восстановителем. Он конденсируется с аминами, с аммиаком образует уротропин [40]. В водной среде

формальдегид подвергается деградации, обусловленной действием ряда бактерий. В стерильной воде формальдегид не разлагается.

Атмосфера промышленных городов характеризуется очень высокими концентрациями формальдегида. Наиболее высокие концентрации вещества наблюдаются в городских застройках в часы пик или в условиях фотохимического смога.

Формальдегид – раздражающий газ, обладающий общей ядовитостью. Он оказывает общетоксическое действие. Вызывает поражение ЦНС, легких, печени, почек, органов зрения. Возможно кожно-резорбтивное действие. Формальдегид обладает аллергенным, мутагенным, сенсибилизирующим, канцерогенным действием [5].

Предполагается, что основным путем поступления формальдегида в организм является ингаляционный. Курение – дополнительный источник. Поступление с водой – пренебрежимо мало. Опасен при попадании на кожу, слизистые, при вдыхании.

Формальдегид официально назван канцерогеном.

Основной путь поступления формальдегида в организм – ингаляционный.

Класс опасности вещества – 2.

Выводы по главе 1

Исходя из руководящего документа число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации, рассредоточенности мест отдыха. Для городов с численностью населения более миллиона предусмотрено 10-20 постов. Количество постов может быть увеличено в условиях сложного рельефа местности, при наличии большого количества источников загрязнения, а также при наличии на данной территории объектов, для которых чистота воздуха имеет первостепенное значение (например, уникальных парков, исторических

сооружений и др.). В нашем городе расположены всего 8 постов государственной наблюдательной сети. Однако вопросы возникают не только к количеству постов, но и их расположению. К примеру посты номер 23 и 27 находятся южнее крупной промзоны, при этом доминирующим ветром является южный. То есть выходит, что посты не могут адекватно фиксировать загрязнения с промзоны. То же касается и поста номер 16. Однако стоит отметить, что так же много дует северные и северо-западные ветра и тогда посты 16, 23 и 27 могут фиксировать загрязнения. Однако отдельно стоит 18 пост и вот он уже расположен вне всех зон влияния. 17 и 22 посты находятся западнее крупной промзоны при том, что восточные ветра фиксируются наименее часто.

Помимо того, что как уже было сказано ранее, они расположены с подветренной стороны крупных промзон, так ещё они не охватывают большую часть города.

Мы видим, что посты покрывают лишь часть города. Недостаёт данных по загрязнениям в советском и курчатовском районах. На ленинский и тракторозаводской район приходится всего по одному посту наблюдений. Так же не стоит забывать, что город растёт и расширяется, в северо-западной части города строятся новые районы, в которых так же необходимо производить мониторинг загрязнения. Так же в постоянном мониторинге за загрязнением атмосферного воздуха нуждается Копейск.

При всём при этом нельзя не отметить тот факт, что имеющиеся посты подвергаются модернизации. 7 из 8 постов уже модернизированы и оснащены новейшим оборудованием. В 2021 – 2022 году планируется модернизировать последний пост номер 27.

Основными загрязняющими веществами в городе Челябинск являются: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид.

ГЛАВА 2. ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСК

2.1 Сведения о взвешенных веществах в атмосферном воздухе

На рисунке 5 представлена диаграмма, показывающая годовую динамику загрязнения взвешенными веществами атмосферного воздуха города Челябинска. Отчётливо прослеживается тенденция снижения загрязнения с 2016 г. по 2020 г. Однако темп снижения в 2019 г. несколько замедлился и различия среднегодовых значений между 2019 и 2020 г. невелико.



Рисунок 5 – Динамика загрязнения взвешенными веществами

На рисунке 6 изображен график показывающий уровень загрязнения атмосферного воздуха пылью фиксируемый на постах наблюдательной сети в 2020 г. Наибольший уровень загрязнения фиксировался на 20 и 16 посту. Наименьший уровень зафиксирован на 28 посту.

Рисунок 7 изображает график загрязнения взвешенными веществами на постах в январе 2020 г. Согласно данным графика наиболее загрязненным является пост №17, а наименьшую загрязненность опять

показал пост №28. В среднем значения загрязнения, показанные в январе ниже среднегодовых значений.

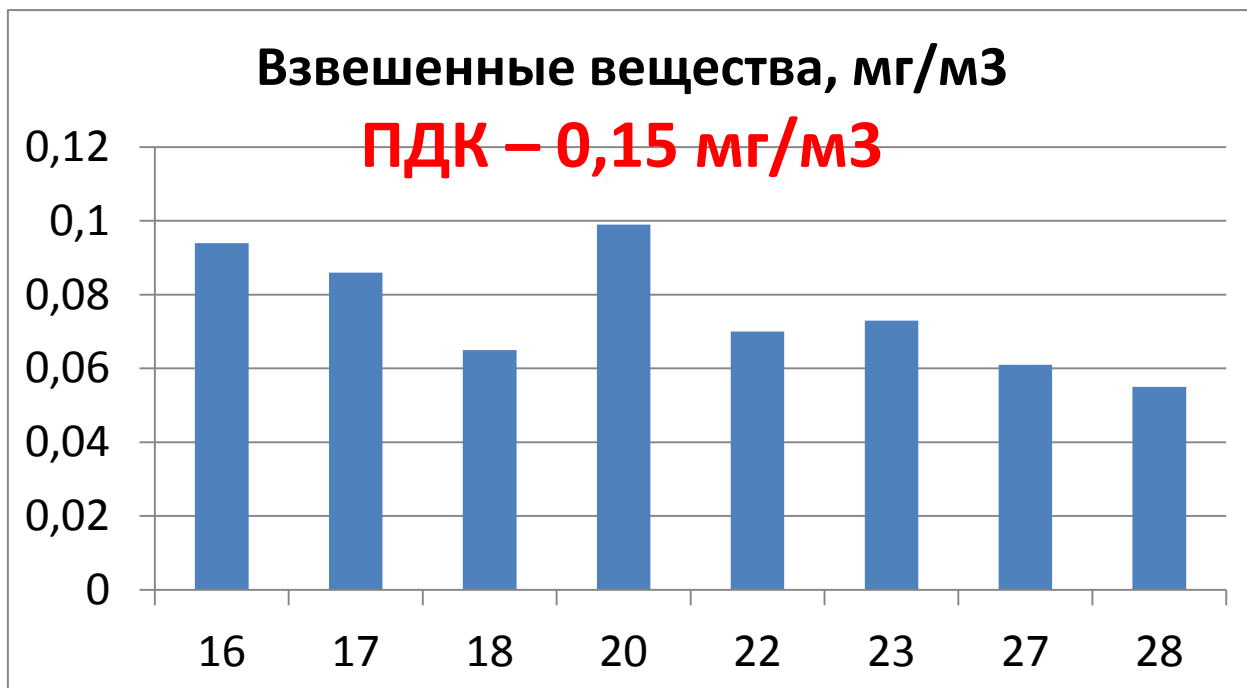


Рисунок 6 – Загрязнение взвешенными веществами на постах в 2020 г.

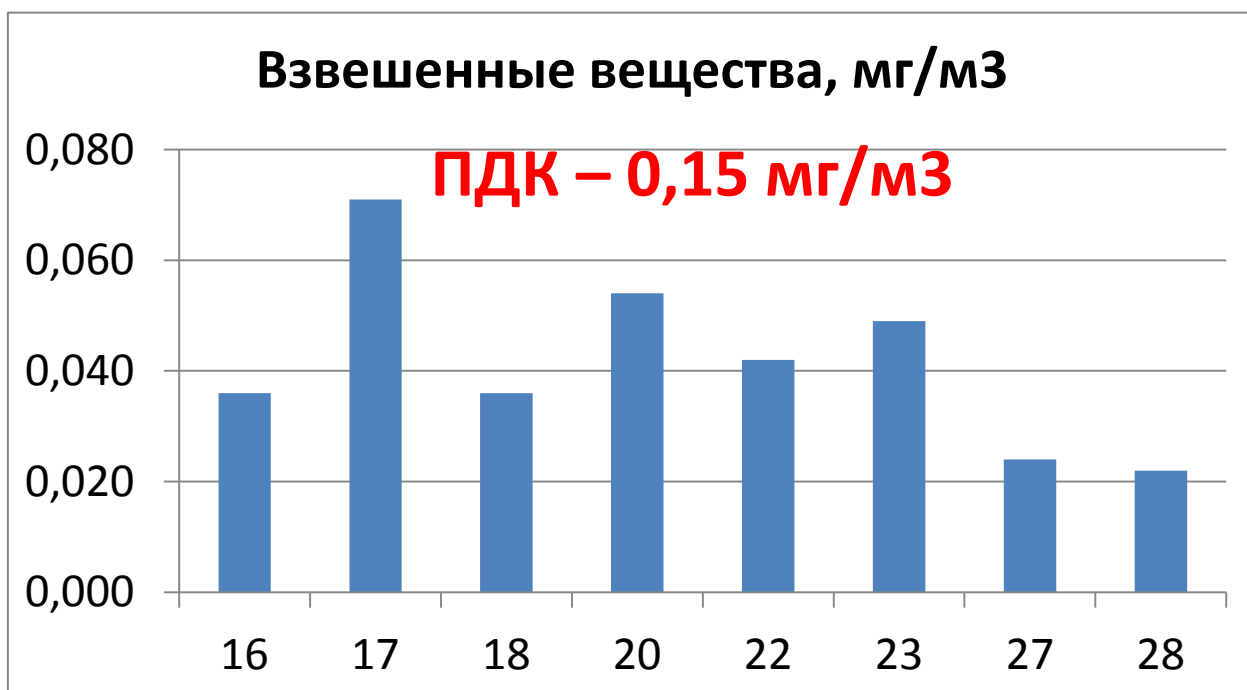


Рисунок 7 – Загрязнение взвешенными веществами на постах в январе 2020 г.

На рисунке 8 отражен график показывающий уровень загрязнения пылью в июле 2020 года на постах наблюдательной сети. Июльские значения так же ниже среднегодовых значений. Так же в июле, как и в целом в году наиболее загрязненным является 20 пост, однако наименьшее загрязнение зафиксировано на 27 посту, что отличается и от январских значений и от среднегодовых значений.

При всем при этом стоит отметить, что за весь отчетный период не наблюдалось превышения среднесуточных ПДК.

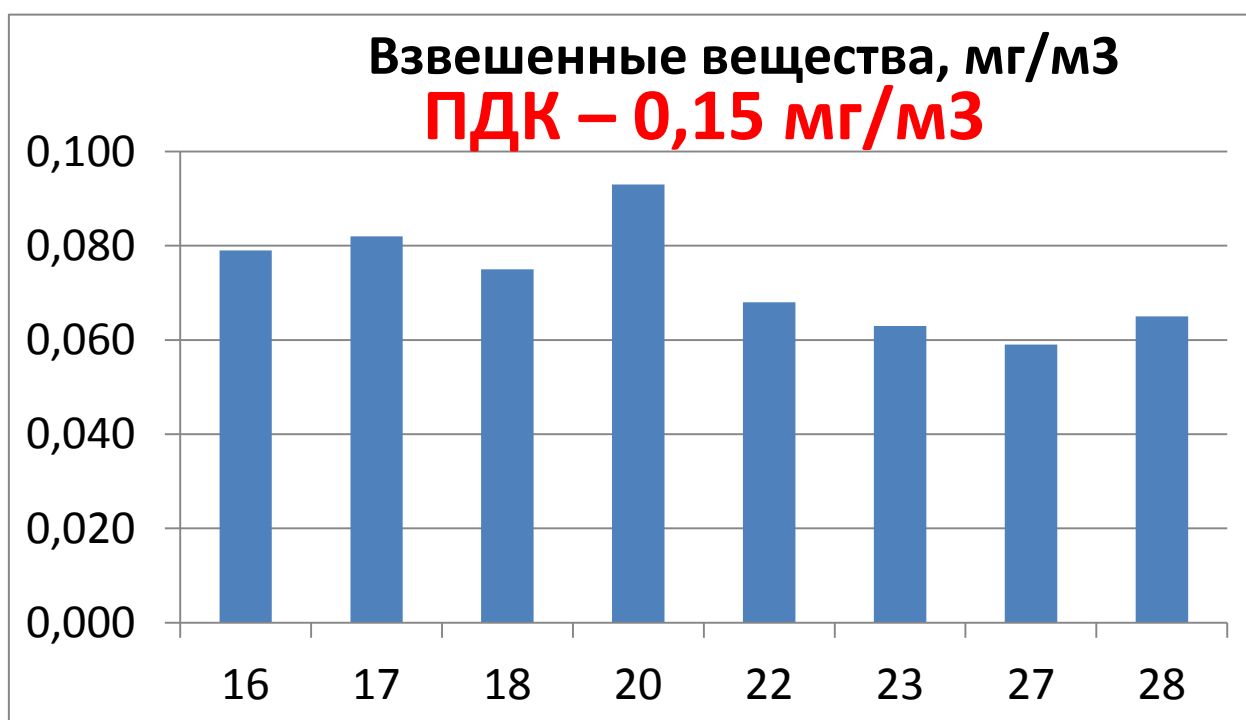


Рисунок 8 – Загрязнение взвешенными веществами на постах в июле 2020 г.

На рисунке 9 представлена карта схема загрязнения города взвешенными веществами в 2020 г. Для построения карты-схемы использовался функционал программы 3DField и Яндекс.Карты.

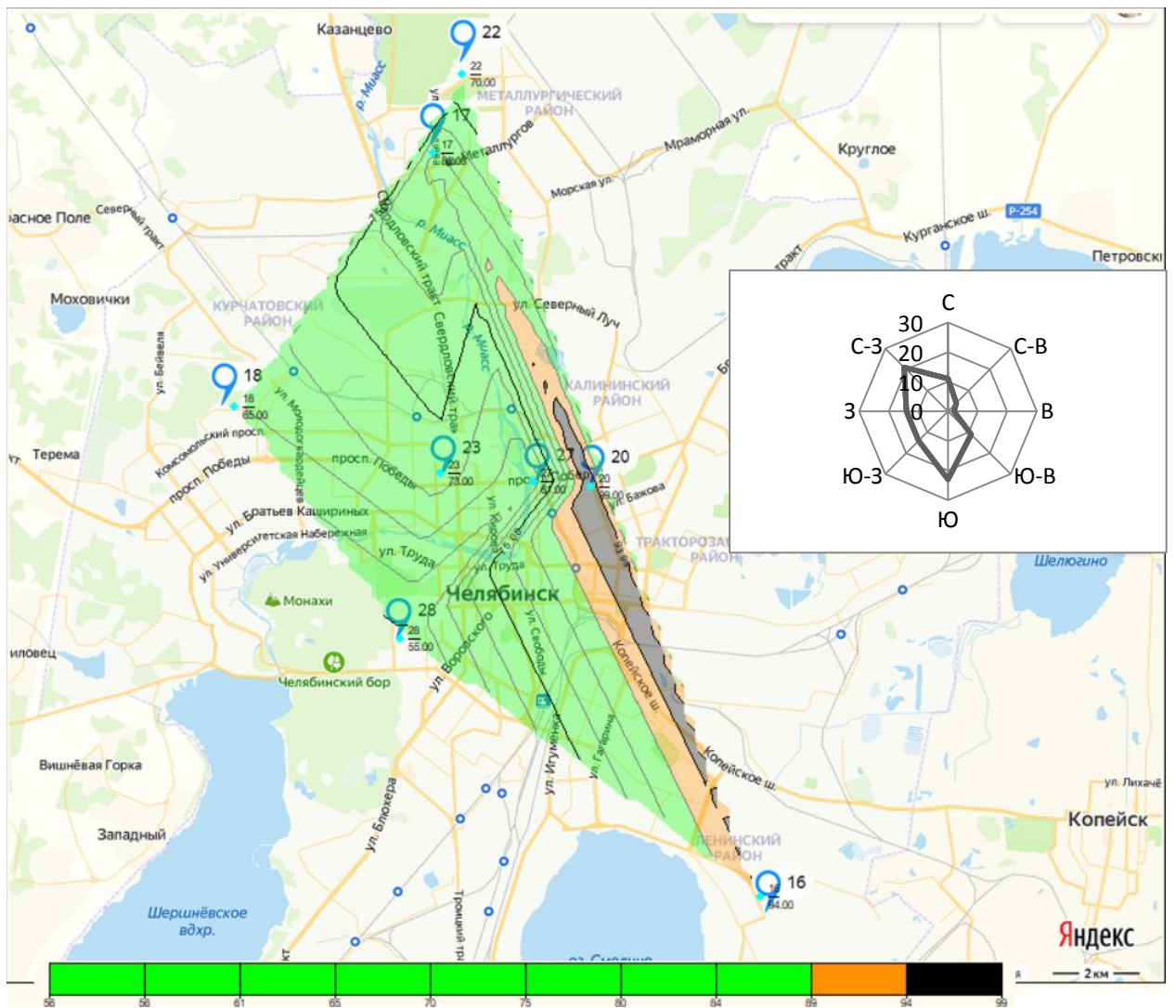


Рисунок 9 – Карта-схема загрязнений взвешенными веществами в 2020 г.

На рисунке 10 изображена карта схема загрязнений города взвешенными веществами в январе 2020 г.

На рисунке 11 изображена карта схема загрязнений города взвешенными веществами в июле 2020 г.

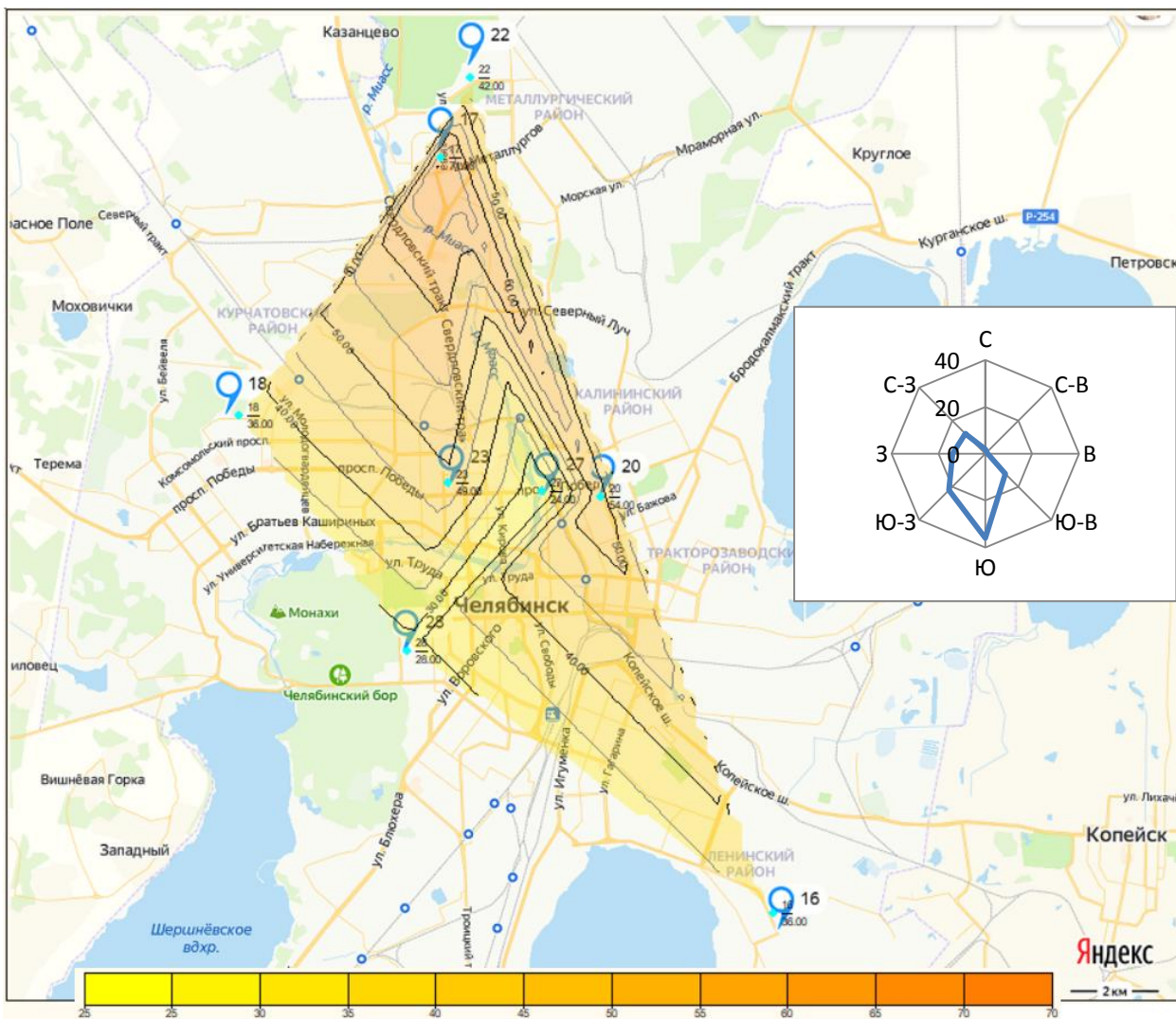


Рисунок 10 – Карта-схема загрязнений взвешенными веществами в январе 2020 г.

2.2 Сведения о диоксиде серы в атмосферном воздухе

На рисунке 12 изображен график. На нем представлены среднегодовые значения загрязнения города диоксидом серы и их динамика.

Мы видим, что уровень загрязнения с 2016 года держится на примерно одинаковом уровне. Однако стоит отметить, что ПДК диоксида серы равняется $0,05 \text{ мг/м}^3$ и превышений не наблюдалось. Более того концентрации значительно ниже допустимых значений.

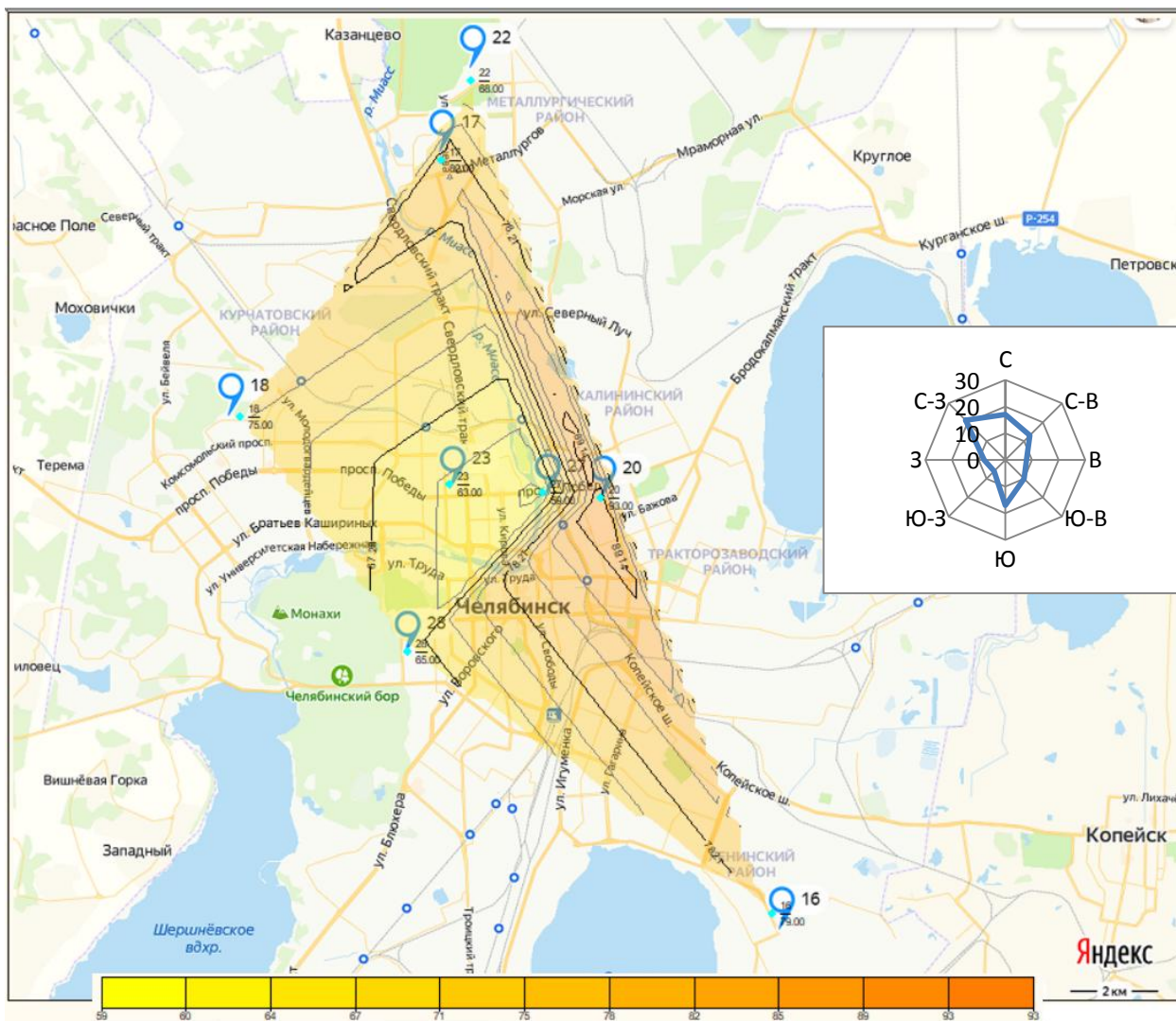


Рисунок 11 – Карта-схема загрязнений взвешенными веществами в июле 2020 г.

На рисунке 13 изображены среднегодовые значения концентраций диоксида серы на постах в 2020 г. Загрязнения не превышают ПДК. Наименее загрязненным является пост № 20.

На рисунке 14 изображен график загрязнения диоксидом серы атмосферного воздуха в январе 2020 г. Уровень загрязнения ниже, чем среднегодовой уровень. Однако тенденция наиболее чистых постов сохранена. Тут так же наименьшее загрязнение наблюдается на постах №20 и №16



Рисунок 12 – Динамика загрязнения диоксидом серы

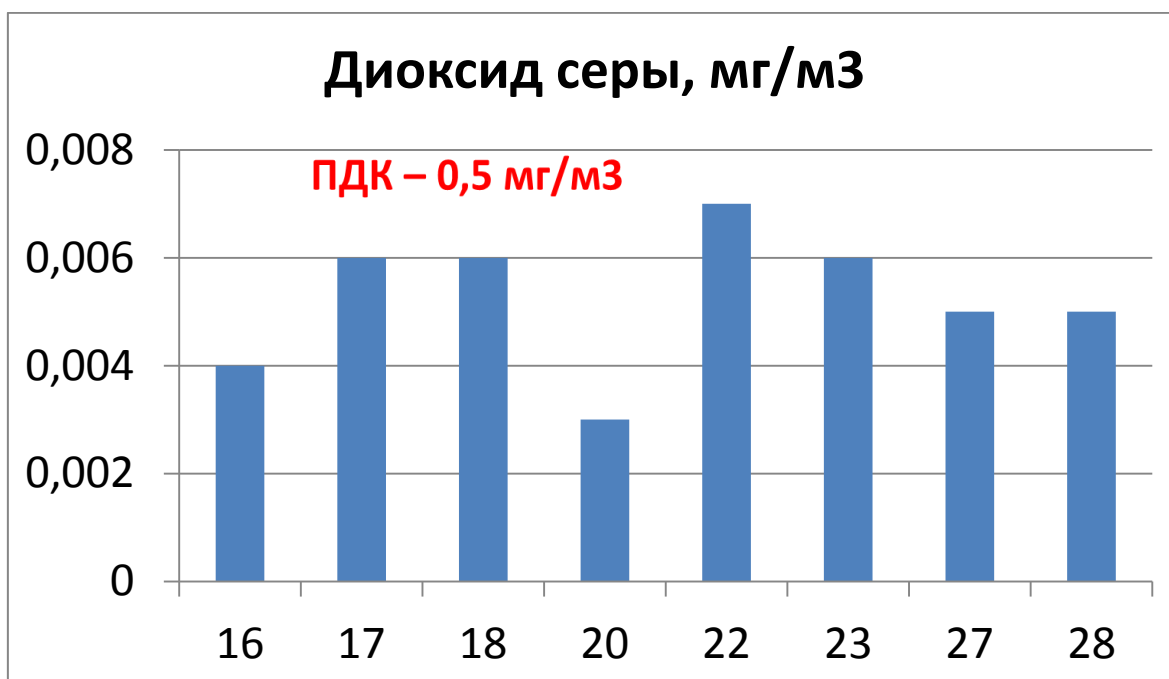


Рисунок 13 – Загрязнение диоксидом серы на постах в 2020 г.

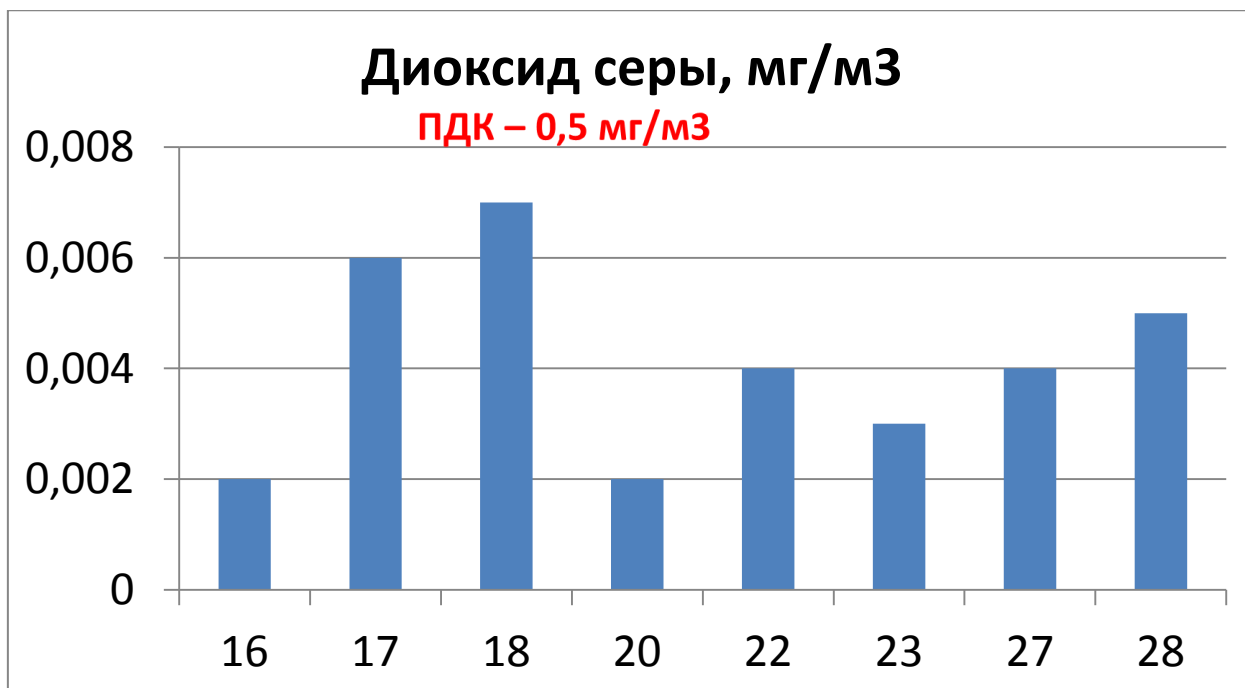


Рисунок 14 – Загрязнение диоксидом серы на постах в январе 2020 г.

На рисунке 15 изображен график загрязнения диоксидом серы атмосферного воздуха в июле 2020 г. Уровень загрязнения выше, чем среднегодовой уровень. Тут так же наименьшее загрязнение наблюдается на постах №20, однако ещё пост №28 фиксировал низкие показания загрязнения, что не было характерно для среднегодовых значений.

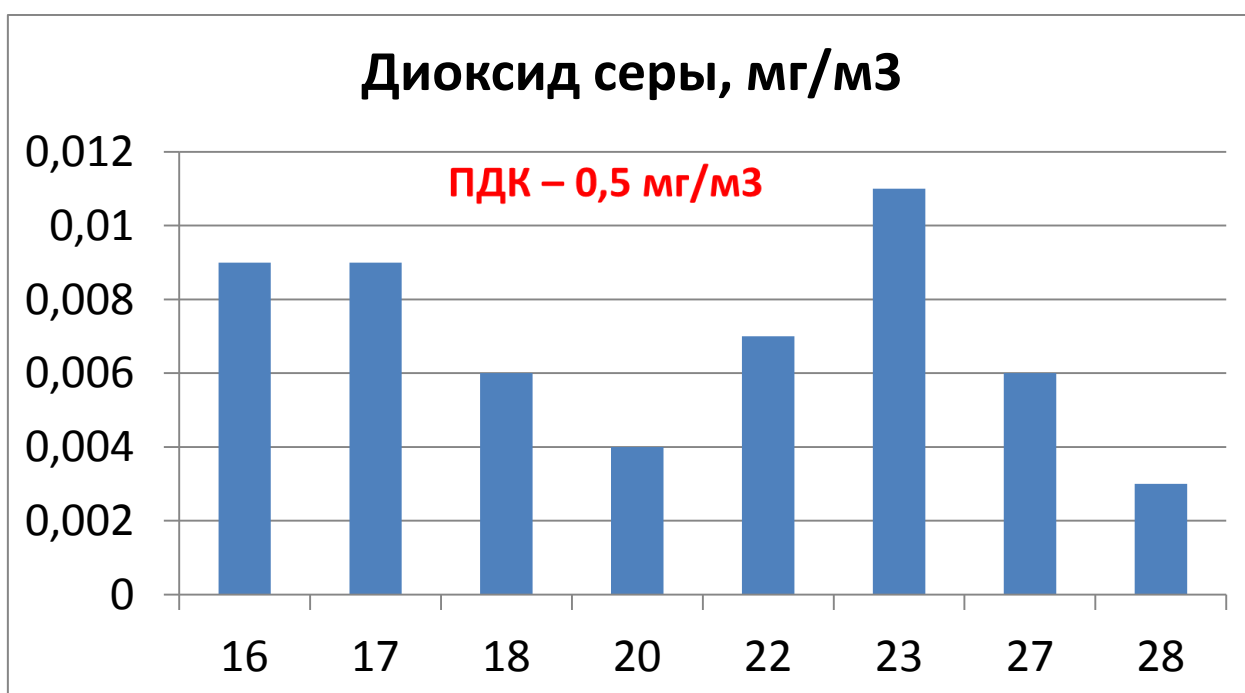


Рисунок 15 – Загрязнение диоксидом серы на постах в июле 2020 г.

На рисунке 16 изображена карта-схема загрязнений города диоксидом серы в 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается в северной части города.

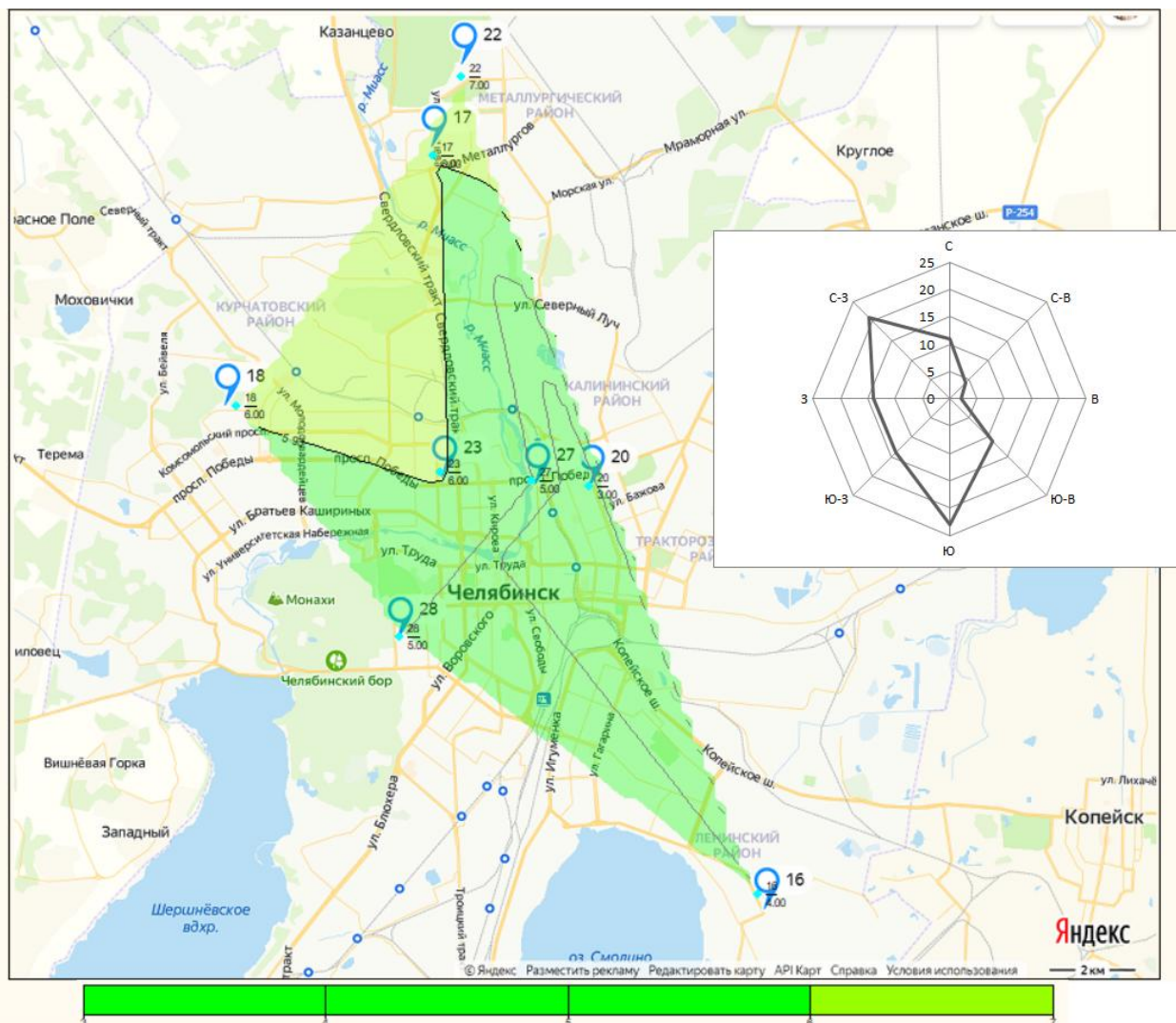


Рисунок 16 – Карта-схема загрязнений диоксидом серы в 2020 г.

На рисунке 17 изображена карта-схема загрязнений города диоксидом серы в январе 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается уже в западной части города.

На рисунке 18 изображена карта-схема загрязнений города диоксидом серы в июле 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается уже в центральной части города.

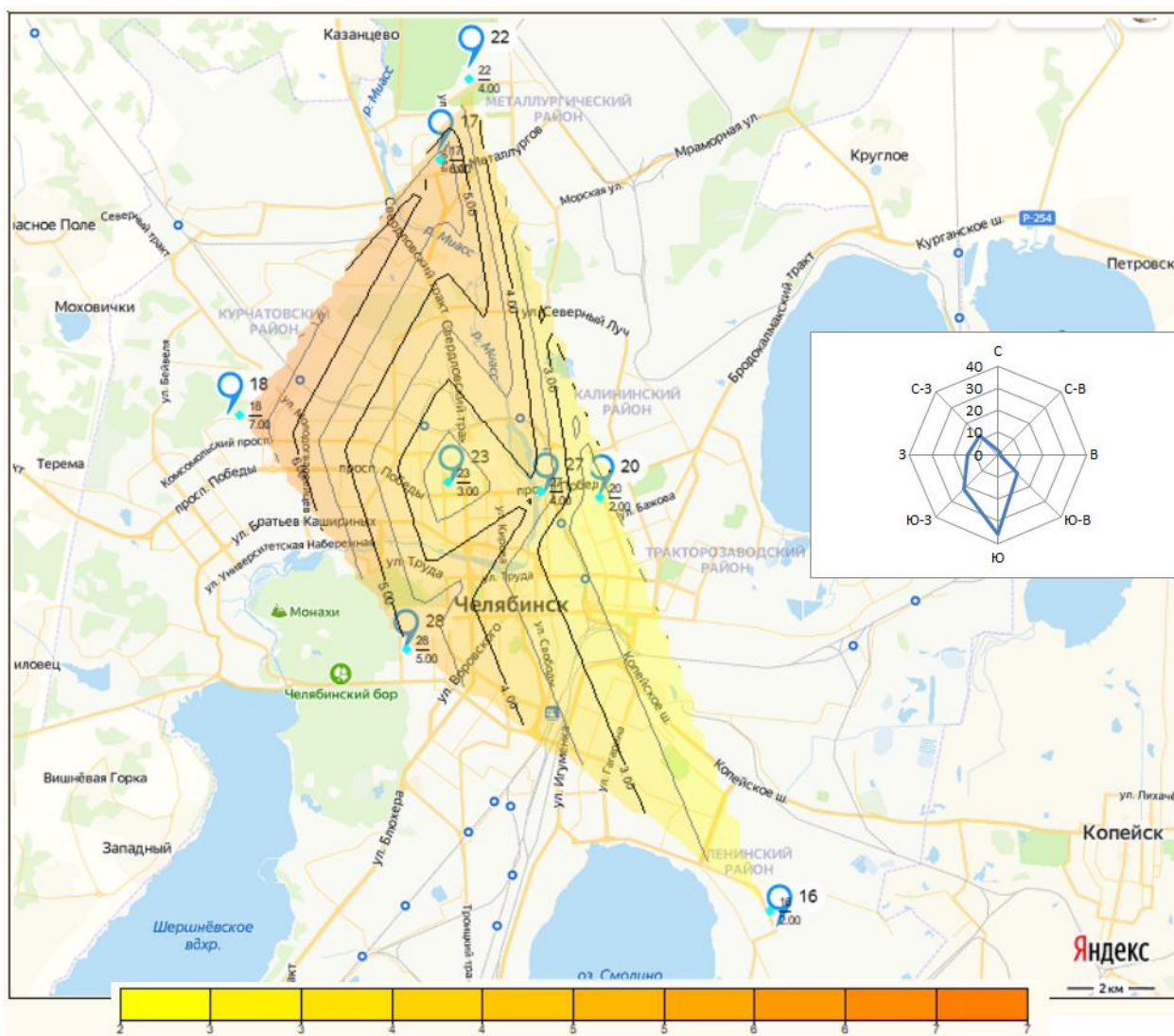


Рисунок 17 – Карта-схема загрязнений диоксидом серы в январе 2020 г.

2.3 Сведения об оксиде углерода в атмосферном воздухе

На рисунке 19 представлены среднегодовые загрязнения города оксидом углерода и их динамика.

Мы видим, что уровень загрязнения снижался и достиг минимума в 2018 года, а после вернулся к уровню начала отчетного периода в $1,1 \text{ мг/м}^3$. При этом ПДК оксида углерода равняется 3 мг/м^3 . Исходя из этого, видим, что за весь отчетный период превышений ПДК не зафиксировано.

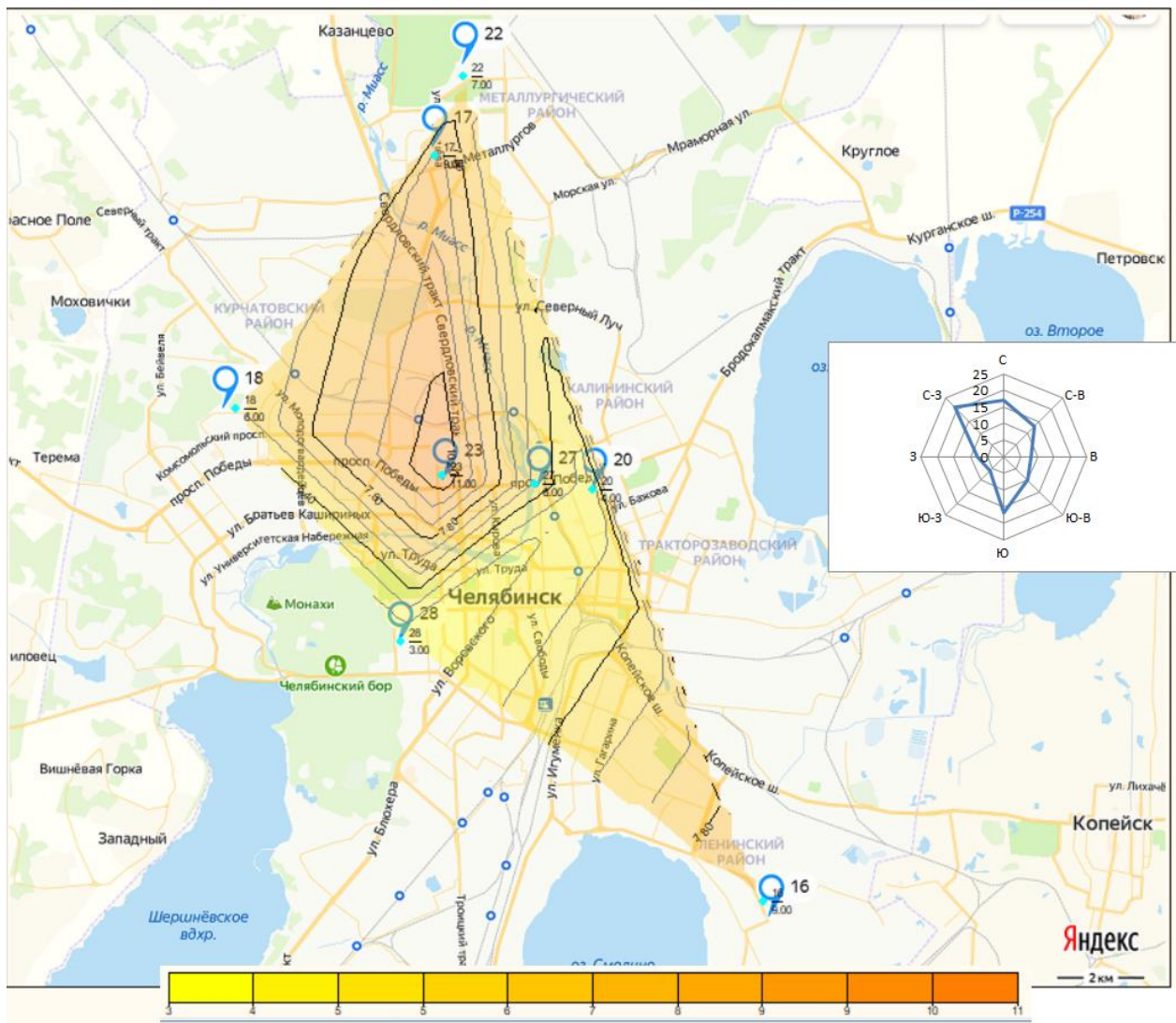


Рисунок 18 – Карта-схема загрязнений диоксидом серы в июле 2020 г.



Рисунок 19 – Динамика загрязнения оксидом углерода

На рисунке 20 изображены среднегодовые значения концентраций оксидом углерода на постах в 2020 г. Загрязнения не превышают ПДК. В целом уровень загрязнения примерно на одном уровне на всех постах.

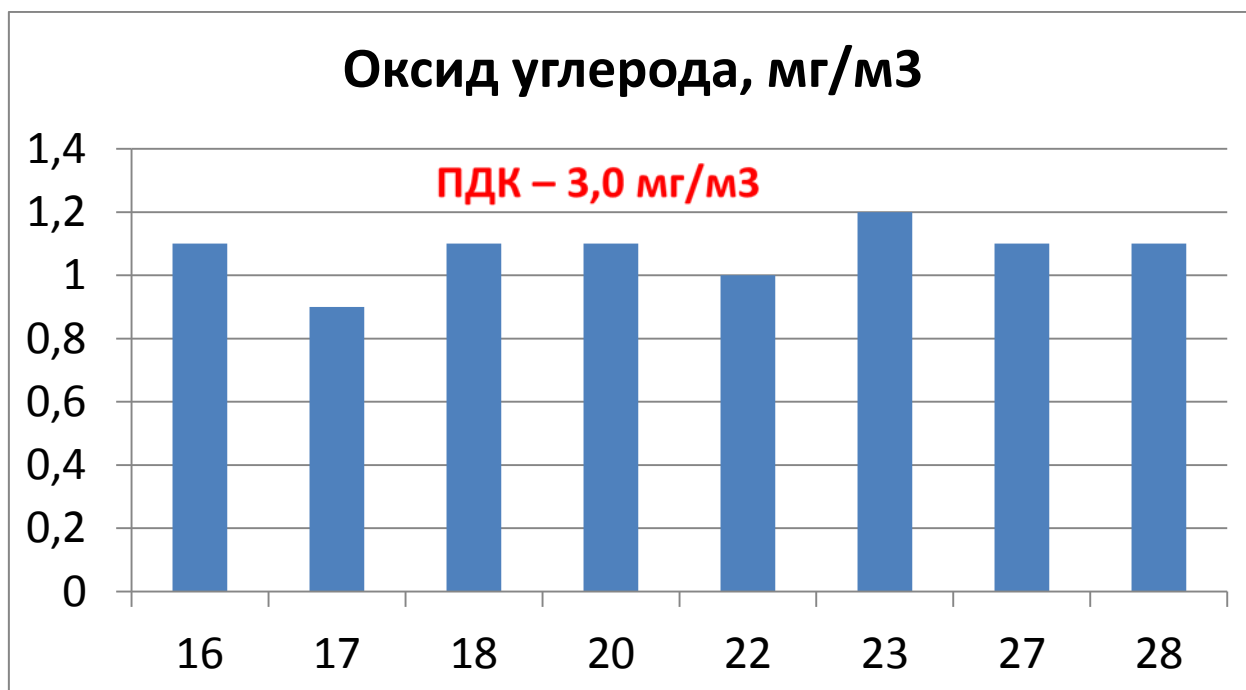


Рисунок 20 – Загрязнение оксидом углерода на постах в 2020 г.

На рисунке 21 изображены среднемесячные значения концентраций оксидом углерода на постах в январе в 2020 г. Загрязнения не превышают ПДК. Наименьшие показания зафиксированы на 17 и 22 посту.

На рисунке 22 изображены среднемесячные значения концентраций оксидом углерода на постах в июле в 2020 г. Загрязнения не превышают ПДК. Наименьшие показания зафиксированы на 17 и 22 посту.

На рисунке 23 изображена карта схема загрязнений города оксидом углерода в 2020 г. Наибольшее загрязнение наблюдается в центральной части города.



Рисунок 21 – Загрязнение оксидом углерода на постах в январе в 2020 г.



Рисунок 22 – Загрязнение оксидом углерода на постах в январе в 2020 г.

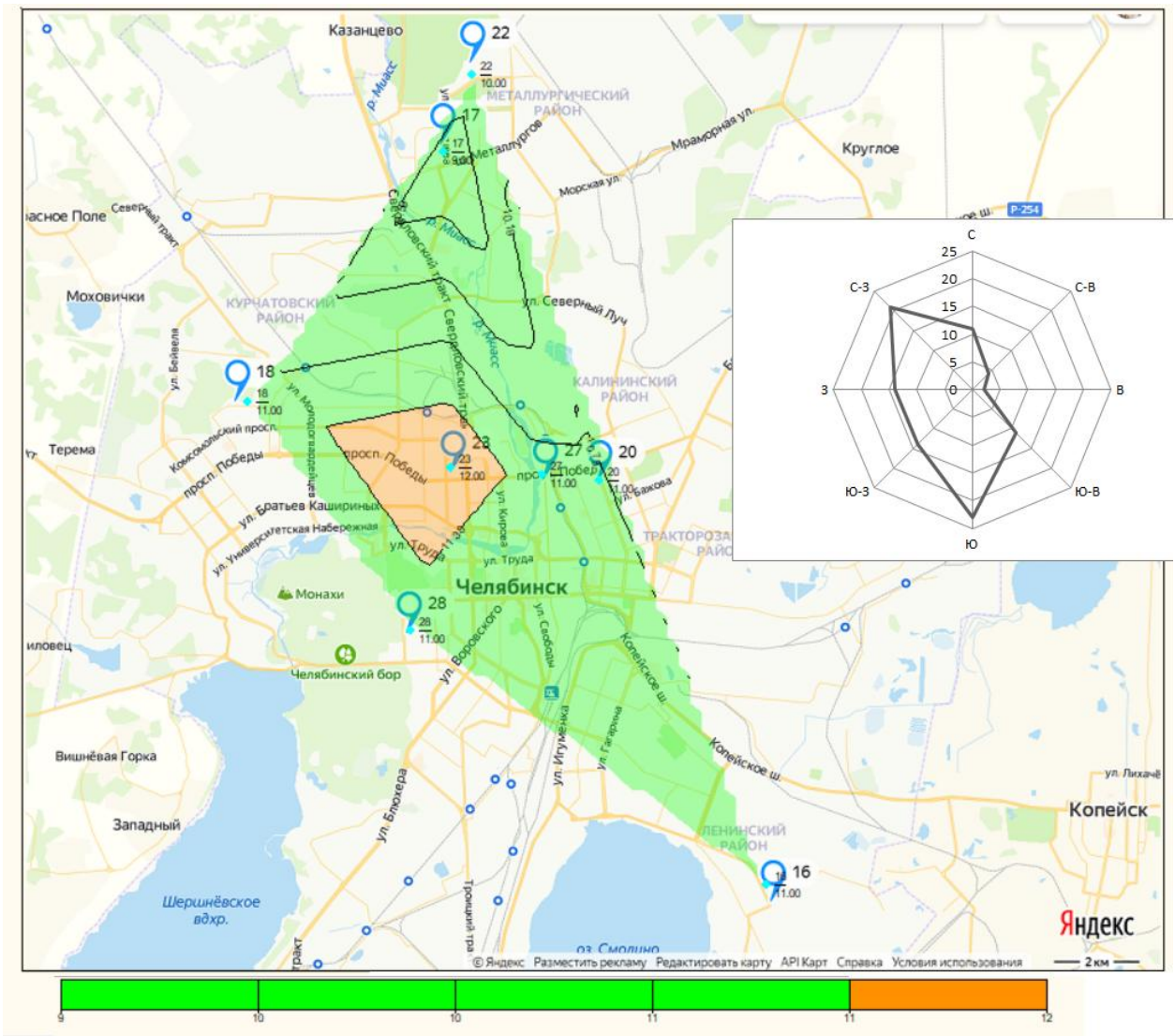


Рисунок 23 – Карта-схема загрязнений оксидом углерода в 2020 г.

На рисунке 24 изображена карта схема загрязнений города оксидом углерода в январе в 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается в южной части города.

2.4 Сведения о диоксиде азота в атмосферном воздухе

На рисунке 25 представлены среднегодовые загрязнения города диоксидом азота и их динамика.

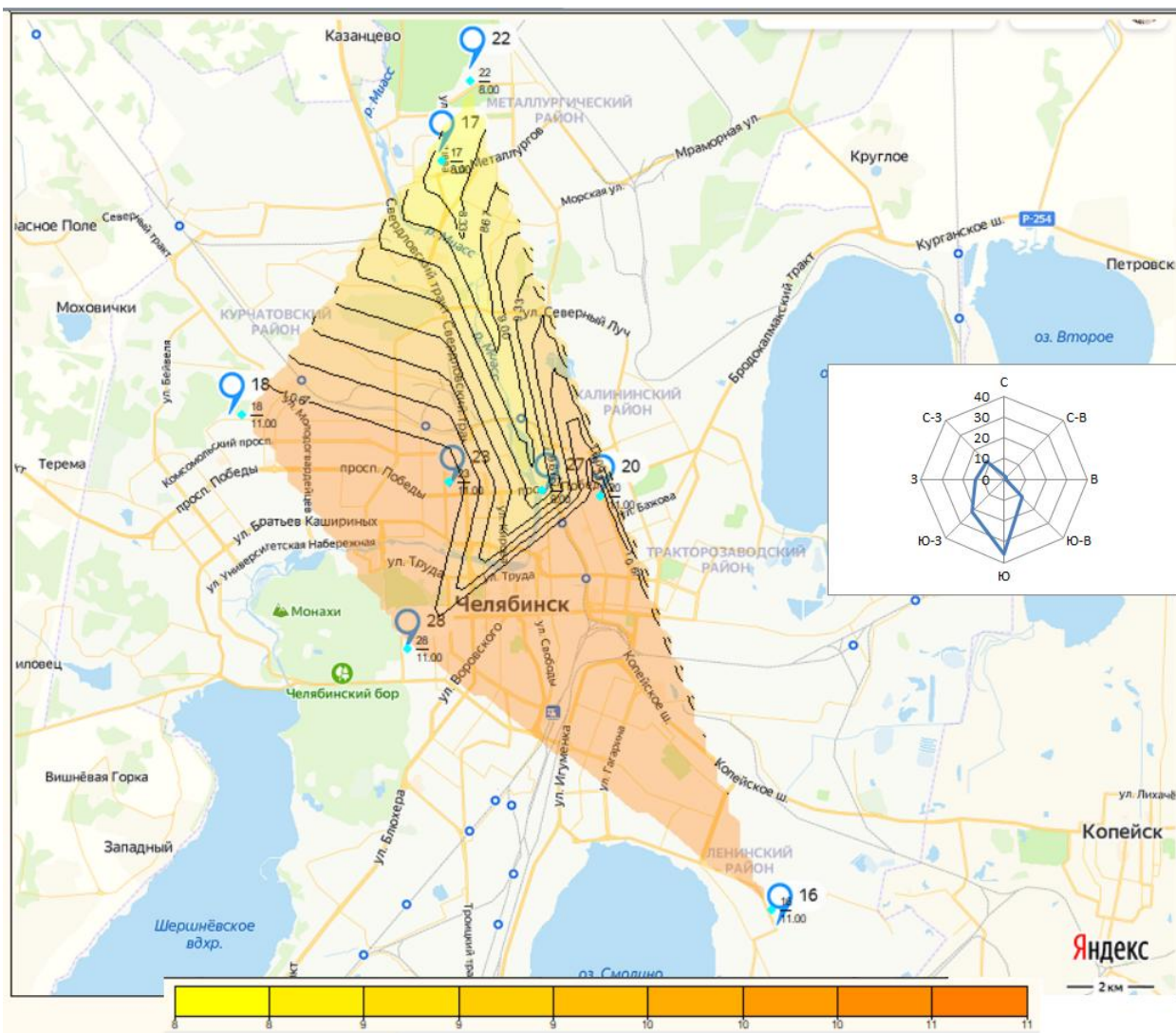


Рисунок 24 – Карта-схема загрязнений оксидом углерода в январе 2020 г.

Видно, что уровень загрязнения был максимальный в 2016 г, а к 2020 г. снизился до минимального значения. ПДК диоксида азота равняется 0,04 и за отчетный период среднегодовые значения не достигали уровня ПДК.

На рисунке 26 изображены среднегодовые значения концентраций диоксидом азота на постах в 2020 г. Загрязнения превышает ПДК на 23 посту. На остальных постах превышения ПДК не зафиксировано.

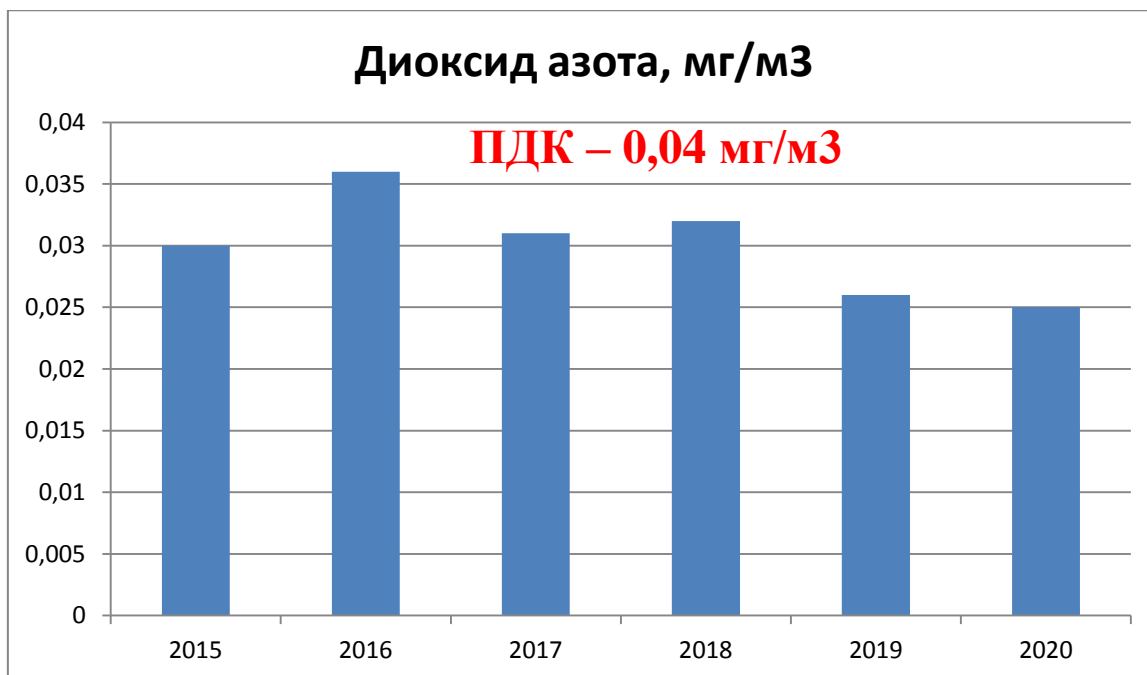


Рисунок 25 – Динамика загрязнения диоксидом азота

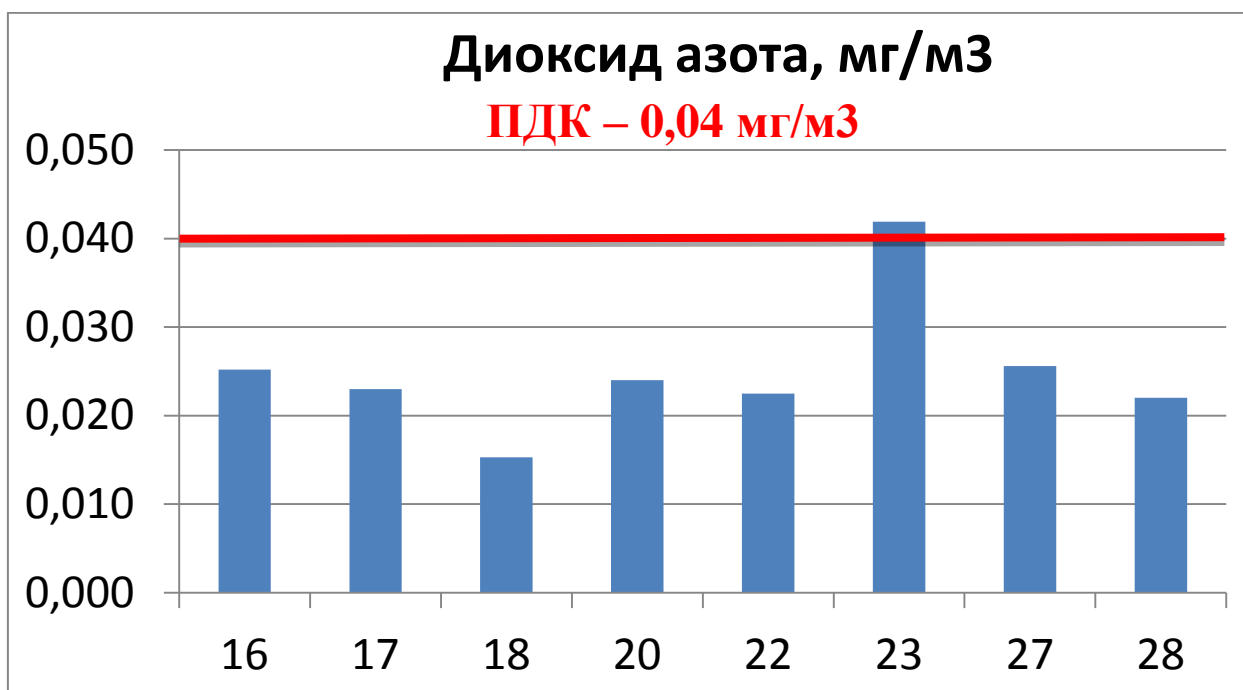


Рисунок 26 – Загрязнение диоксидом азота на постах в 2020 г.

На рисунке 27 изображены среднемесячные значения концентраций диоксидом азота на постах в январе в 2020 г. Превышений ПДК не зафиксировано.

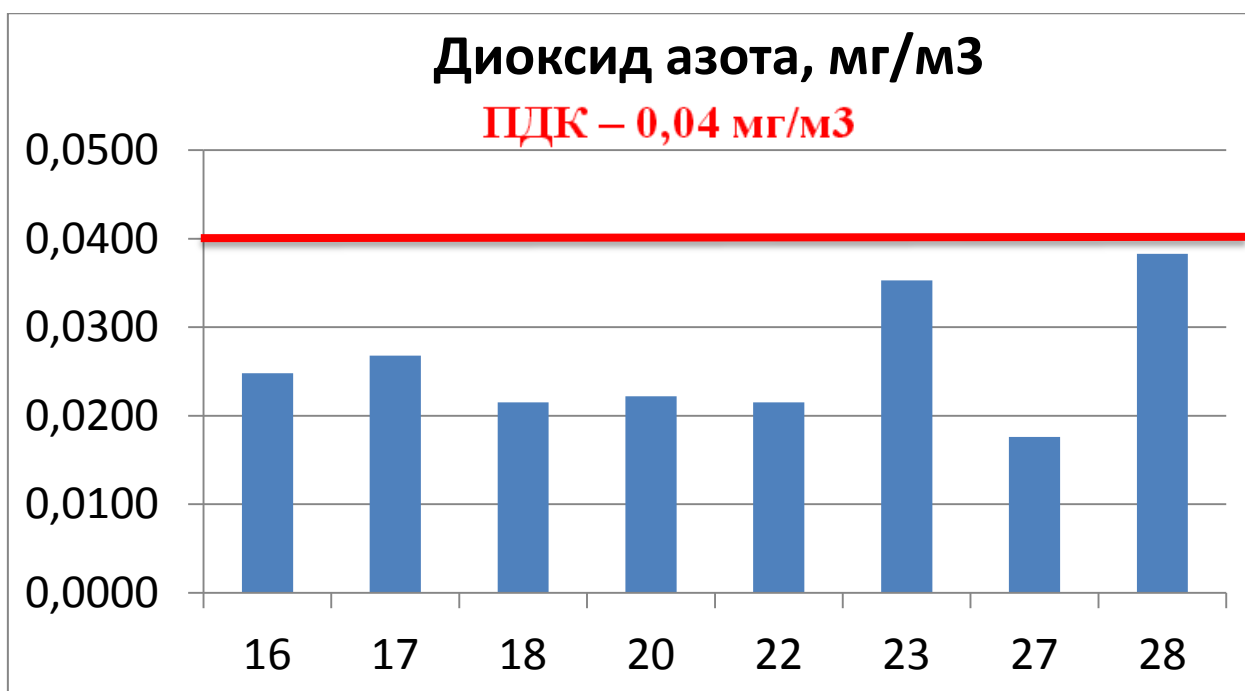


Рисунок 27 – Загрязнение диоксидом азота на постах в январе в 2020 г.

На рисунке 27 изображены среднемесячные значения концентраций диоксидом азота на постах в январе в 2020 году. Загрязнения превышает ПДК на 23 посту. На остальных постах превышения ПДК не зафиксировано.

На рисунке 28 изображена карта схема загрязнений города диоксидом азота в 2020 году. При этом наибольшее загрязнение наблюдается в центральной части города.

На рисунке 29 изображена карта схема загрязнений города диоксидом азота в январе в 2020 году. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается в центральной части города.

На рисунке 30 изображена карта схема загрязнений города диоксидом азота в июле в 2020 г. Наибольшее загрязнение наблюдается в северной части города.

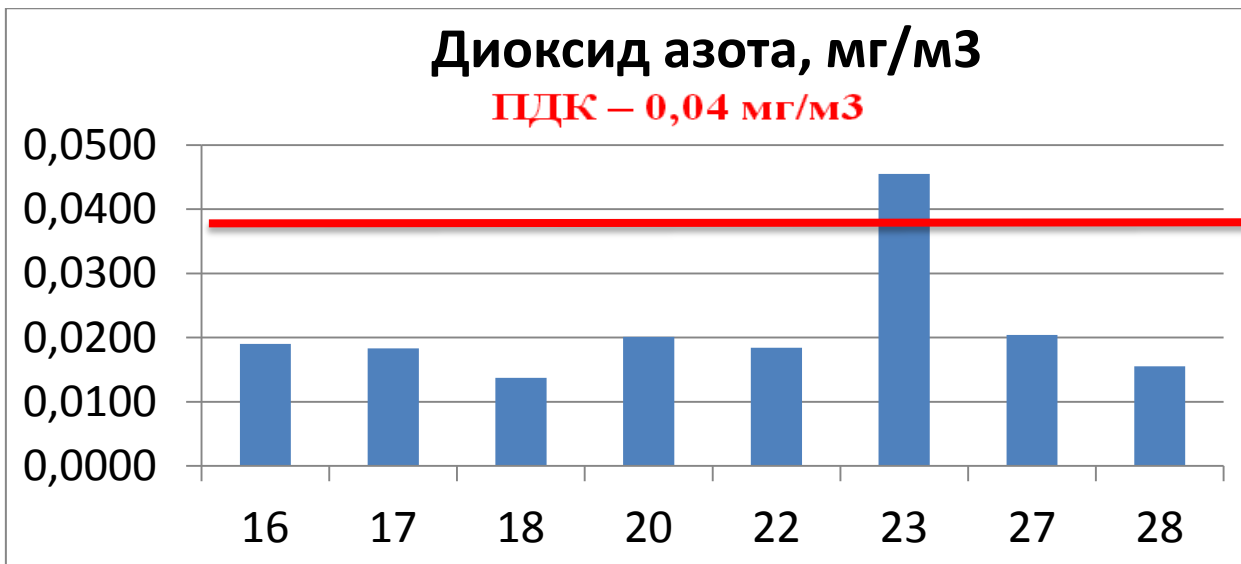


Рисунок 28 – Загрязнение диоксидом азота на постах в июле в 2020 г.

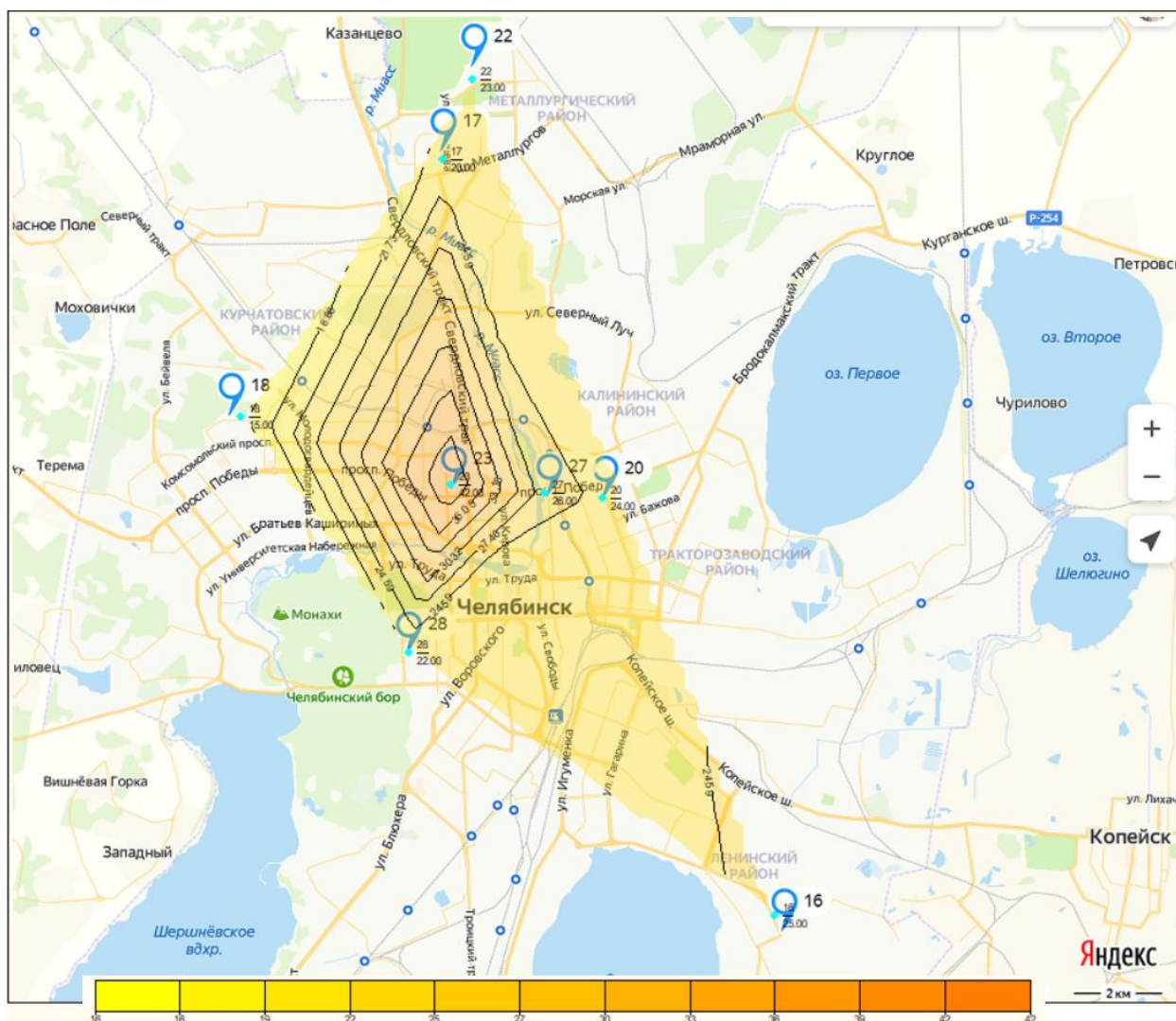


Рисунок 28 – Карта-схема загрязнений диоксидом азота в 2020 г.

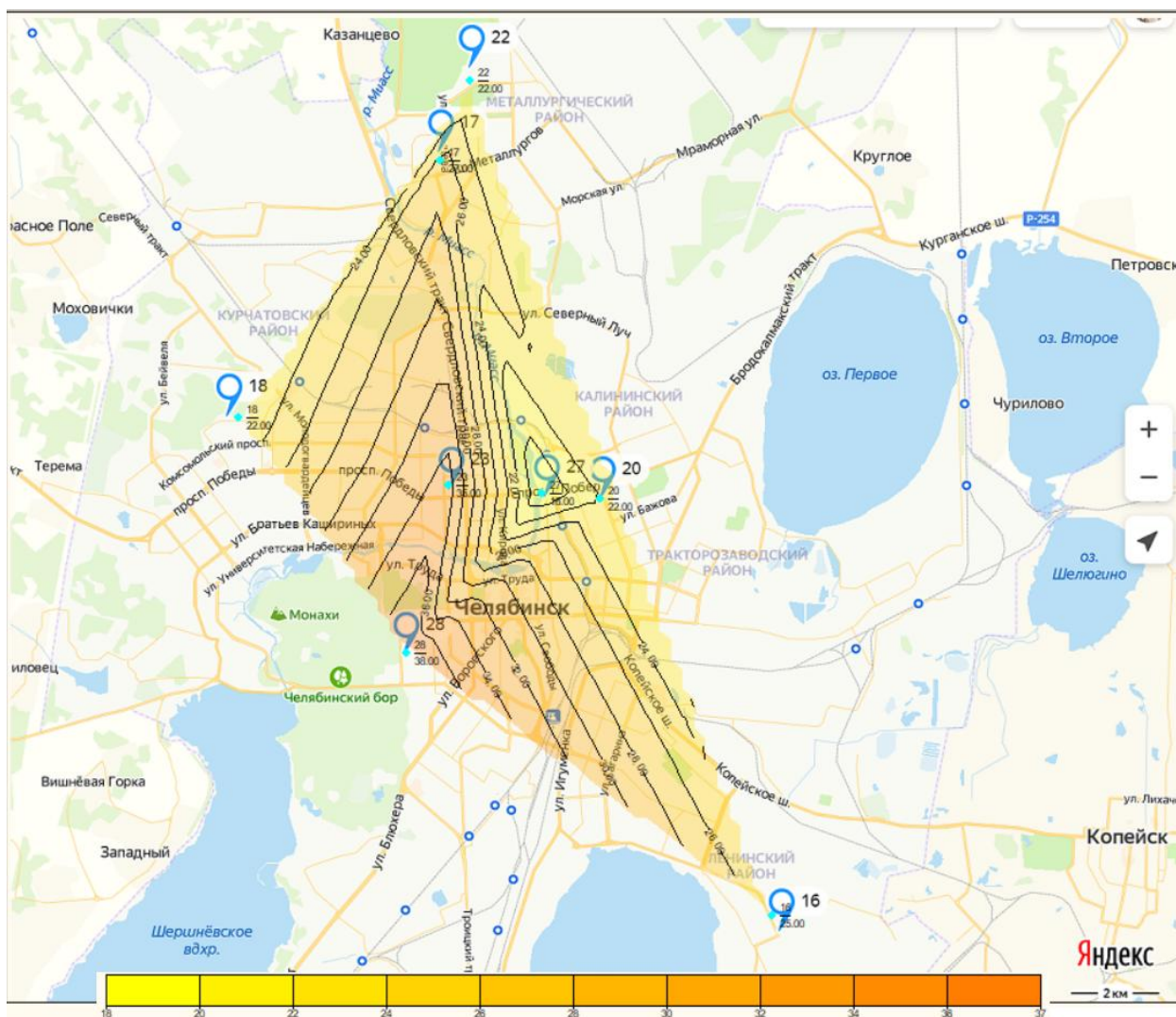


Рисунок 29 – Карта-схема загрязнений диоксидом азота в январе в 2020 г.

2.5 Сведения о формальдегиде в атмосферном воздухе

На рисунке 31 представлены среднегодовые загрязнения города формальдегидом и их динамика.

Уровень загрязнения держался примерно около уровня ПДК, однако в 2020 г. значительно вырос. Таким образом, превышения ПДК наблюдаются в 2015, 2018 и 2020 г.

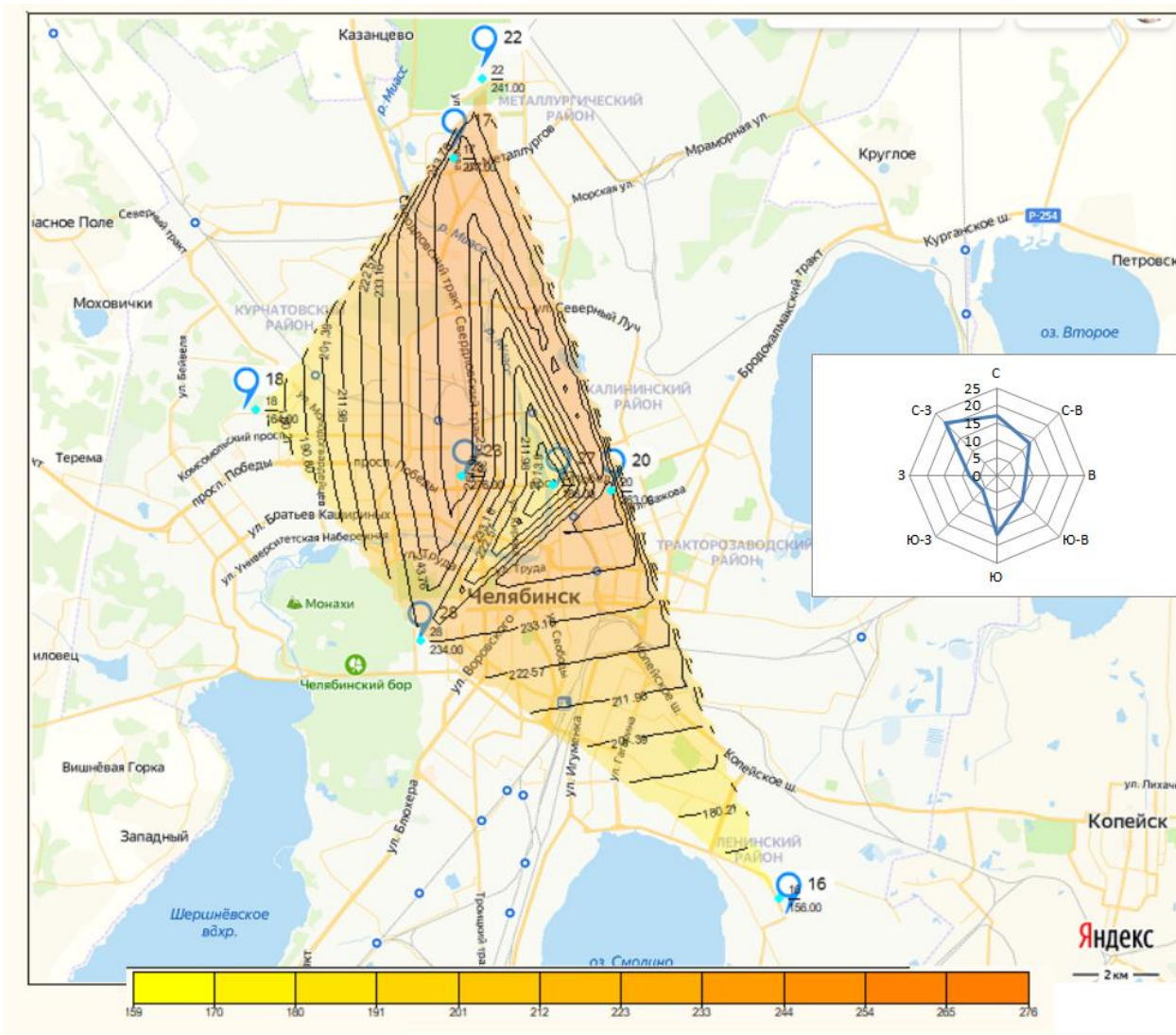


Рисунок 30 – Карта-схема загрязнений диоксидом азота в июле в 2020 г.

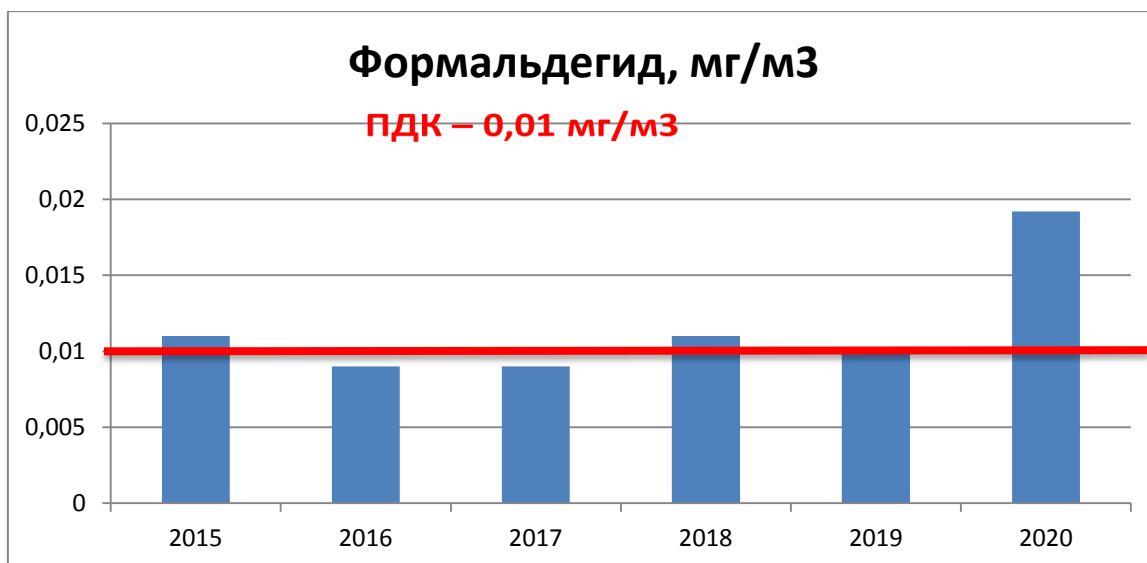


Рисунок 31 – Динамика загрязнения формальдегидом

На рисунке 32 изображены среднегодовые значения концентраций формальдегида на постах в 2020 г. Концентрации превышают ПДК на всех постах. Однако наибольшая концентрация зафиксирована на 28 посту.

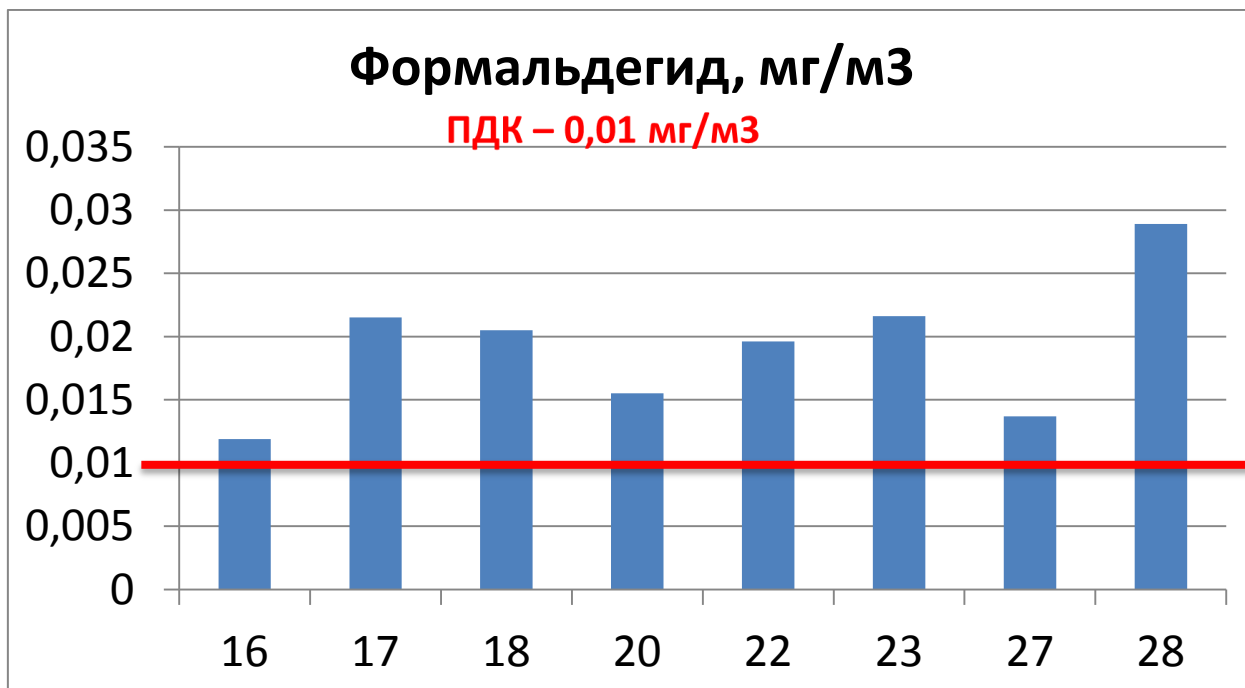


Рисунок 32 – Загрязнение формальдегидом на постах в 2020 г.

На рисунке 33 изображены среднесуточные значения концентраций формальдегида на постах в январе 2020 году. Концентрации превышают ПДК на постах №18 и №28. Значения концентрации поста №20 равны ПДК. На остальных постах превышений не зафиксировано.

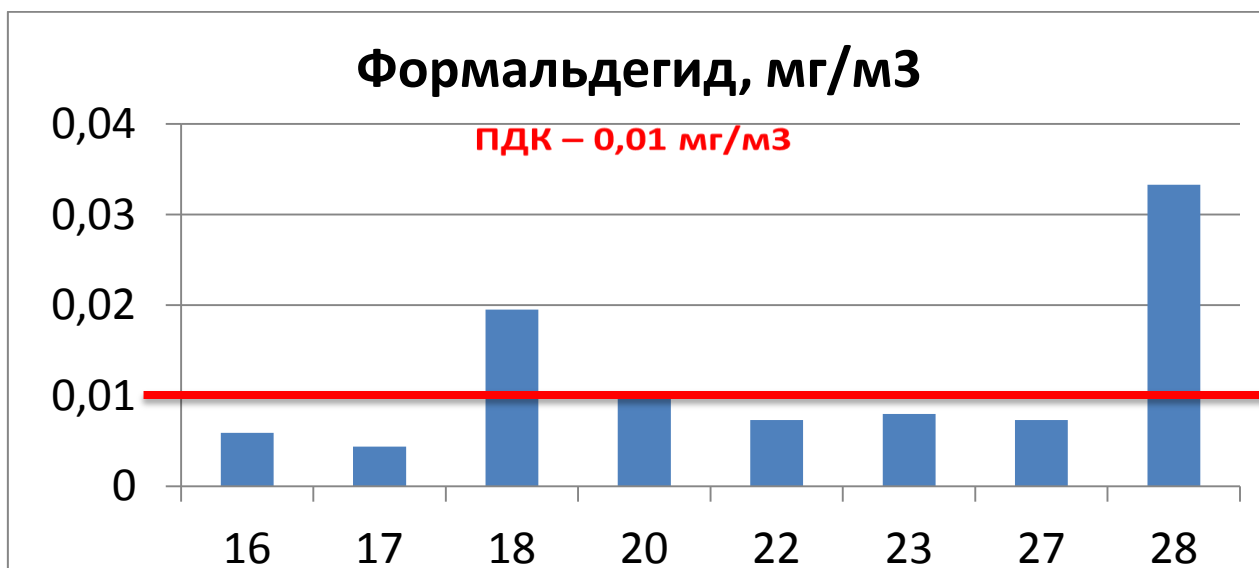


Рисунок 33 – Загрязнение формальдегидом на постах в январе в 2020 г.

На рисунке 34 изображены среднемесячные значения концентраций формальдегида на постах в июле в 2020 г. Концентрации превышают ПДК на всех постах. Однако наибольшая концентрация зафиксирована на 17, 20 и 23 постах.

На рисунке 35 изображена карта схема загрязнений города формальдегидом в 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается в центральной части города.

На рисунке 36 изображена карта схема загрязнений города формальдегидом в январе в 2020 г. Наибольшее загрязнение наблюдается в центральной части города.

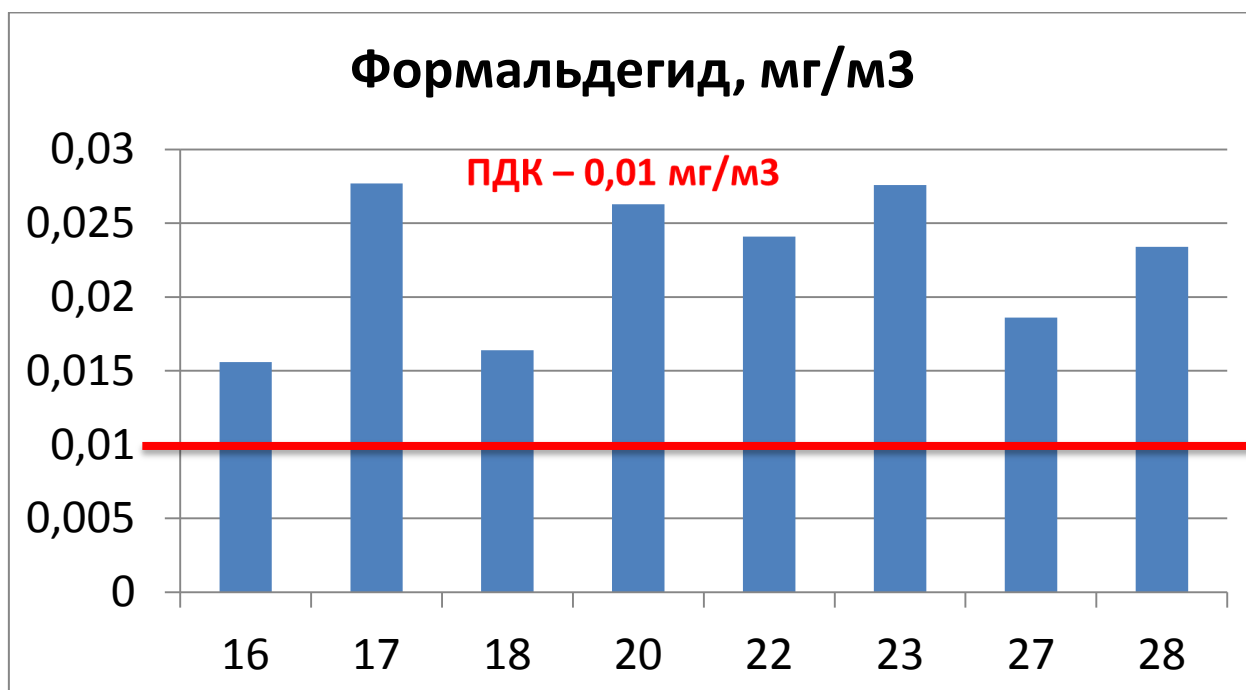


Рисунок 34 – Загрязнение формальдегидом на постах в июле в 2020 г.

На рисунке 37 изображена карта схема загрязнений города формальдегидом в июле в 2020 г. Видно, что наибольшее загрязнение наблюдается в центральной и северной части города.

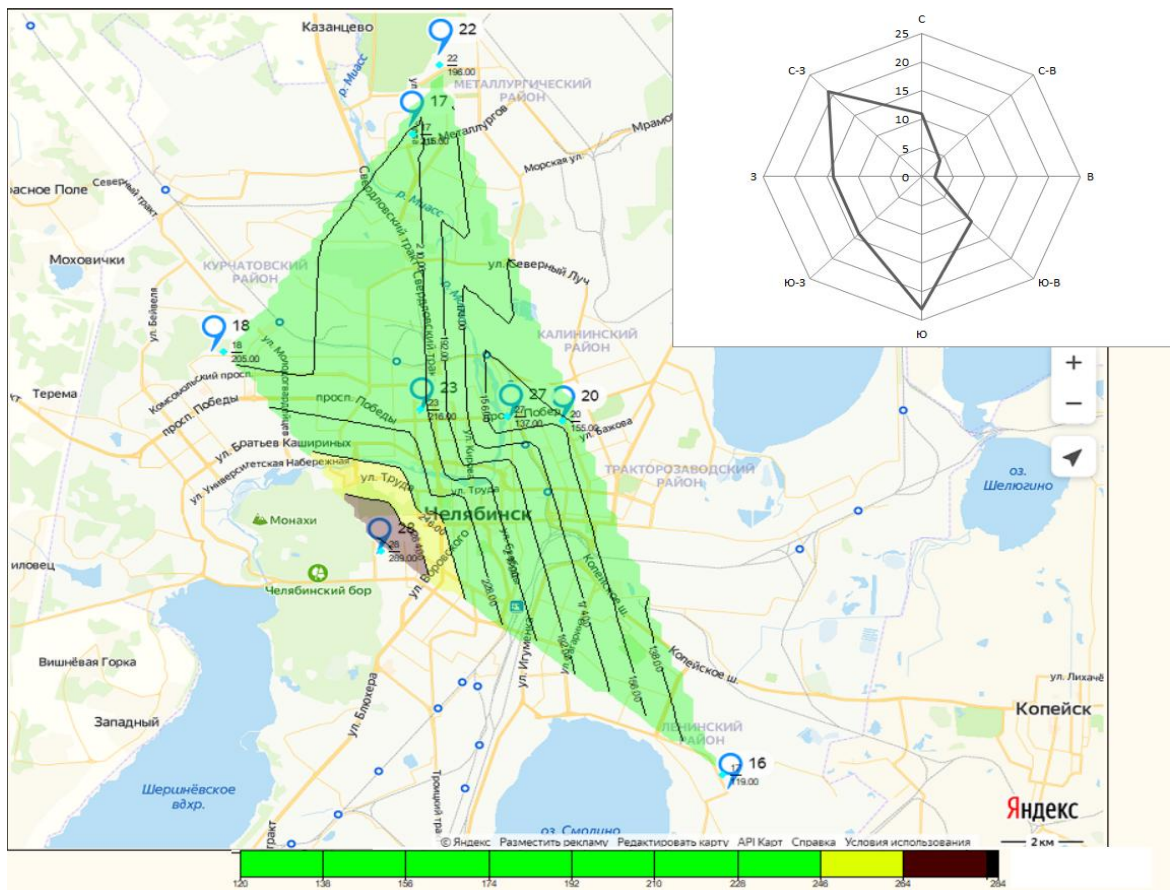


Рисунок 35 – Карта-схема загрязнений города формальдегидом в 2020 г.

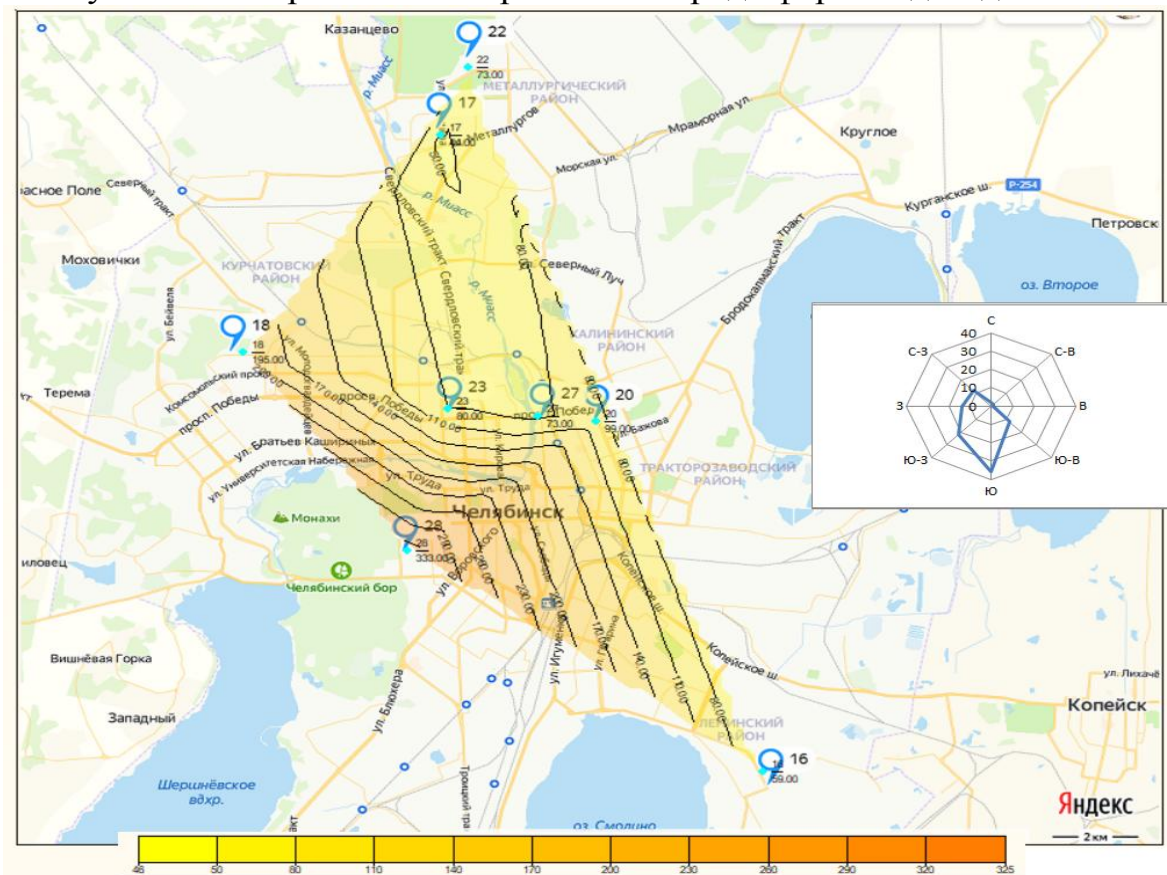


Рисунок 36 – Карта-схема загрязнений формальдегидом в январе 2020 г.

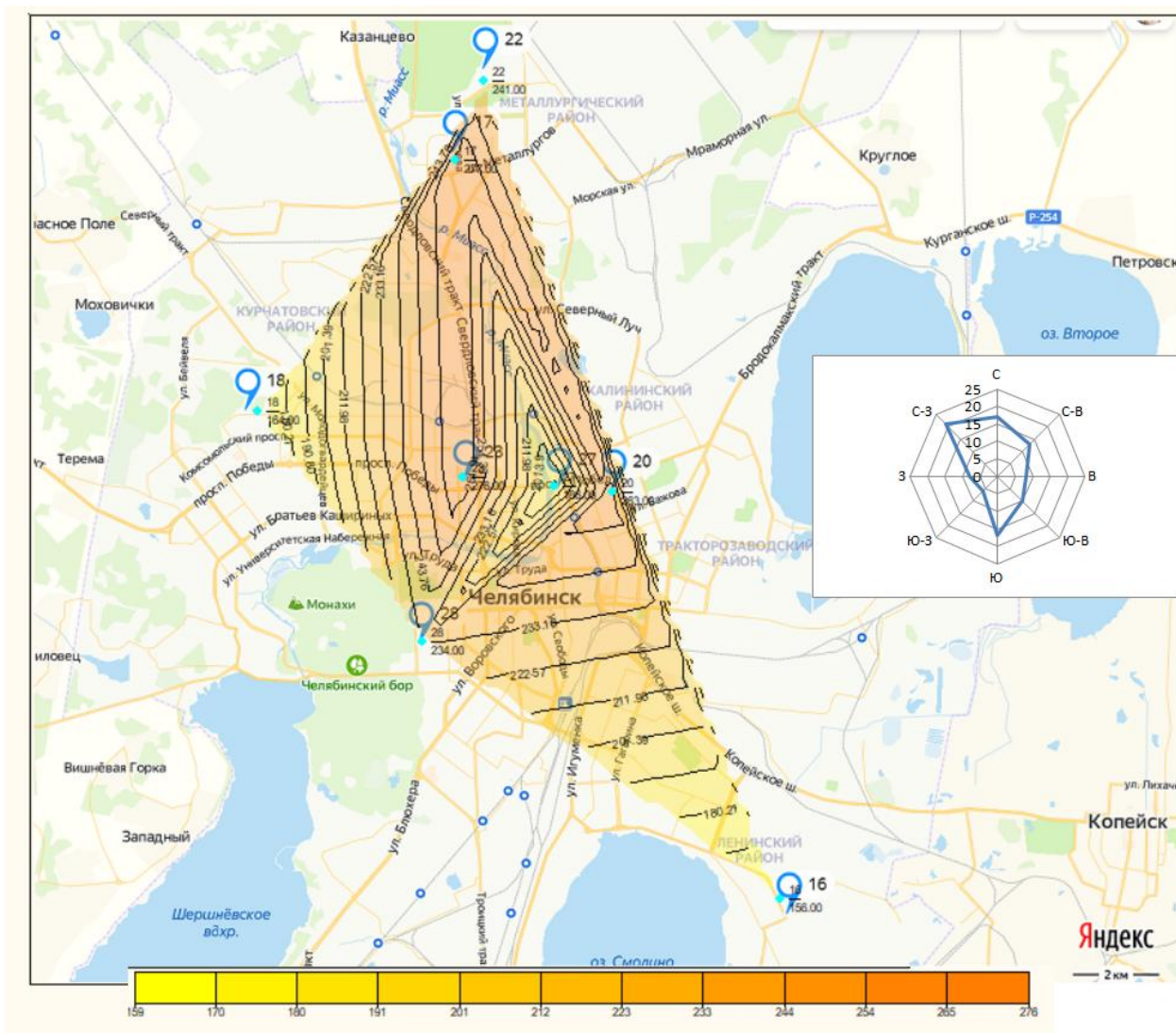


Рисунок 37 – Карта-схема загрязнений формальдегидом в июле 2020 г.

2.6 Критерии и индексы загрязнения атмосферного воздуха

Основными показателями качества атмосферного воздуха, характеризующими воздействие на природную среду, являются:

- критические нагрузки (потоки массы загрязняющих веществ в единицу времени в объект окружающей среды);

- критические уровни концентрации загрязняющих веществ (максимальные значения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе), которые не приводят к вредным воздействиям на структуры и функции экосистем в долговременном плане. Основные критерии опасности загрязнения воздуха основаны на санитарно-

гигиеническом нормативе «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ» (ПДК).

Анализ динамики состояния атмосферного воздуха осуществляется на основе трех показателей:

НП – наибольшая повторяемость (в процентах) превышения ПДК любого вещества (далее – НП);

СИ – стандартный индекс загрязнения: наибольшая измеренная концентрация примеси, деленная на ПДК (далее – СИ);

ИЗА – суммарный индекс загрязнения атмосферы, который рассчитывается по пяти наиболее распространенным вредным веществам (пыли, диоксиду серы, оксиду углерода, диоксиду азота и формальдегиду) с учетом их класса опасности, стандарта качества и средних уровней загрязнения воздуха (далее – ИЗА).

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляют на стационарных постах. Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации [3].

Значения уровня загрязнения атмосферного воздуха на основании документов Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды указаны в таблице 4:

Таблица 4 - Значения уровня загрязнения атмосферного воздуха

Уровень загрязнения	суммарный индекс загрязнения	стандартный индекс	наибольшая повторяемость, %
Низкий	<5	<1	<10
Повышенный	5-6	1-4	10-19
Высокий	7-13	5-10	20-49
Очень высокий	≥14	>10	>50

Заключение о качестве атмосферного воздуха принимается по самому высокому значению одного из показателей.

2.7 Индексы загрязнения атмосферы города Челябинск

В таблице указаны индексы загрязнения атмосферы характерные для г. Челябинск в 2020 г. Наибольший показатель имеет суммарный индекс загрязнения атмосферы – 5,6.

Таблица 5 - Индексы загрязнения атмосферы г. Челябинск

Вещество	наибольшая повторяемость, %	стандартный индекс	суммарный индекс загрязнения
Взвешенные вещества	0,1	1,2	-
Диоксид серы	0	0,5	-
Оксид углерода	0,8	5,2	-
Диоксид азота	0,3	1,9	-
Формальдегид	3,4	2,8	-
По городу	-	-	5,6

Выводы по главе 2

Для анализа были выбраны 5 загрязнителей наиболее характерных для г. Челябинск. Это взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид.

За отчетный период наблюдались превышения среднемесячных ПДК диоксида азота и формальдегида.

Среднегодовые концентрации диоксидом серы превысили ПДК на посту №23. В январе превышений ПДК не зафиксировано. В июле снова зафиксированы превышения ПДК на посту №23. В июле преобладающими ветрами были северные ветра. На основании этого можно сделать вывод, что высокие концентрации диоксида азота были результатом выбросов с промзоны ЧЭМК, ЧГРЭС и цинкового завода. Об этом же может свидетельствовать и тот факт, что после поста №23 высокие загрязнения

фиксировались и на постах №20 и №27. Эти посты так же находятся в зоне влияния промзоны ЧЭМК, ЧГРЭС и цинкового завода.

Среднегодовые концентрации формальдегида превысили ПДК на всех постах. В июле вновь среднемесячные значения концентраций превысили значения ПДК на всех постах. Наибольшие значения зафиксированы на постах №17, 20 и 23. Посты номер 20 и 23 расположены в зоне влияния промзоны ЧЭМК, ЧГРЭС и цинкового завода. Пост №17 расположен в северной части города. В июле месяце пост №17 находится под действием промзоны Мечела и ЧЭЗа, так как преобладают северо-восточные ветра. В январе среднемесячные концентрации превысили значения ПДК на постах номер 18 и 28. В январе преобладающими ветрами являются южные ветра. Исходя из этого видно, что на пост №28 оказывает влияние промзона грузового стройкомплекса Челси с советского района. К тому же оказывают влияние строительные работы, происходящие вокруг поста №28.

Максимальный показатель наибольшей повторяемости имеет формальдегид и он равен 3,4%. Стандартный индекс больше всего отмечен у угарного газа со значением 5,2. А суммарный индекс загрязнения атмосферы Челябинска равен 5,6.

Заключение о качестве атмосферного воздуха принимается по самому высокому значению одного из показателей. В данном случае самый высокий показатель имеет ИЗА.

На основании документов Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды значения ИЗА равной 5,6 соответствует **повышенному** уровню загрязнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными загрязняющими веществами в городе Челябинск являются: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид. За 2020 год наблюдались превышения среднемесячных концентраций ПДК по формальдегиду и диоксиду азота.

ИЗА города Челябинск соответствует значению 5,6, что говорит о повышенном уровне загрязнения.

При составлении карт были использованы Яндекс карты вместе с программой 3DField

Составленные карты демонстрируют, что наблюдательная сеть города устарела. В последние годы посты подвергаются модернизации и обновлению, однако этого недостаточно, вместе с качественным обновлением необходимо прибавлять и количественно. Необходимо существенно расширить количество и географию постов, что бы под наблюдение попадали и удалённые от центра территории города.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Боже, В.С. Энциклопедия Челябинск [Текст]/ В.С. Боже, В.А. Черноземцев// Челябинск: Энцикл. / Сост.: В. С. Боже, В. А. Черноземцев. – Изд. испр. и доп. – Челябинск: Каменный пояс, 2001. – 1112 с.; ил.
2. Белокрылова, Е.А. Правовое обеспечение экологической безопасности [Текст]: учебное пособие / Е.А. Белокрылова. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 445 с. – (Высшее образование).
3. Воронский А.В. Прикладная экология [Текст]/ А.В. Воронский. – Ростов н/Д.: «Феникс», 1996. – 378 с.; ил.
4. Гаврилевский, А. В. Экологический мониторинг при реализации сахалинских проектов: проблемы, результаты, перспективы / А. В. Гаврилевский // Экологические аспекты освоения нефтегазовых месторождений. – Владивосток. – 2009. – Экологические аспекты освоения нефтегазовых месторождений. – С. 78–83.
5. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001355>, свободный.
6. ГН 2.1.6.1338-03. ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865554>, свободный.
7. ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902081964>, свободный.
8. ГН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населённых мест [сайт] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901787814>, свободный.

9. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Челябинске в 2019 году» [сайт]. – Режим доступа: <http://74.rospotrebnadzor>, свободный.

10. Доклад об экологической ситуации в Челябинской области за 2019 год Министерства по радиационной и экологической безопасности Челябинской области. [сайт]. – Режим доступа: <http://mineco174.ru/htmlpages/show/protectingthepublic>, свободный.

11. Другов Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 893 с.

12 Двойнова, Н. Ф. Определение загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами и их накопление на листовых пластинках древесных растений: (на примере г. Южно-Сахалинска) / Н.Ф. Двойнова // Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика. – Южно-Сахалинск, 2014. – С. 234–238.

13. Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учеб. пособие [текст] / Б. И. Кочуров. – Москва. : Смоленск : Маджента, 2003. – 384 с.

14. Ключок А.А. Геоэкологические проблемы городов России (на примере города Челябинска) [Текст]: Выпускная квалификационная работа / А.А. Ключок. – Челябинск, 2016. – 62 с.

15. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия. ОНД-86 [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000112>, свободный.

16. Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/15660004>, свободный.

17. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортных предприятий (расчетным методом) [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1334008>, свободный.
18. Миркин Б.М. Экология России [текст] / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – Москва: АО «МДС», 1996. – 472 с.
19. Никитин А.Т. Экология, охрана природы, экологическая безопасность [Текст]: учебное пособие для системы профессиональной подготовки и повышения квалификации госслужащих, руководителей и специалистов промышленных предприятий и организаций / А.Т. Никитин; под редакцией проф. А. Т. Никитина, проф. МНЭПУ С.А. Степанова. – Москва: МНЭПУ, 2000. – 648 с.
20. Николайкин, Н. И. Экология [Текст]: учебник для вузов / Н.И. Николайкина, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова; 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Дрофа, 2003. – 624 с.
21. Природа Челябинской области [Текст]/ М.А. Андреева, В.А. Бакунин, З.Ф. Кривопалова и др. – Челябинск, 2001. – 358 с.
22. Почекаева, Е. И. Безопасность окружающей среды и здоровье населения: учебное пособие / Е.И. Почекаева, Т.В. Попова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 443 с.
23. РД 52.04.52-85. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1334021>, свободный.
24. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991 г [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/15440088>, свободный.
25. Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно-допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий[сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/13960018>, свободный.

26. 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 [сайт] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/73340098>, свободный.

27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [сайт] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/998408>, свободный.

28. СанПиН 2.2.1./2.1.1.-2361-08. Изменения № 1 к санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» Новая редакция (приложение) (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 10.04.2008 № 25, зарегистрированным в Минюсте РФ, регистрационный номер 11637 от 07.05.2008) [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9085779>, свободный.

29. СанПиН 2.2.1/2.1.1.2555-09. Изменение № 2 к СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 06.10.2009 № 61, зарегистрированным в Минюсте РФ, регистрационный номер 15115 от 27.10.2009 г.) [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/908976534>, свободный.

30. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902753334>, свободный

31. ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» с изменениями от 22.08.2004 [сайт]. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=303>, свободный.

32. ФЗ № 96 «Об охране атмосферного воздуха» с изменениями от 23.07.3013 [сайт]. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=365>, свободный.

33. Федеральный закон от 30 декабря 2008г. №309-ФЗ «О внесении изменений в статью 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [сайт]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/90256678>, свободный.

34. Фонотов М. Городская география / М. Фонотов // История моего города: эксперим. учеб. пособие для учащихся основ. шк. – Челябинск, 1999. – 312 с.

35. Хомич В.А. экология городской среды: учебное пособие для вузов [Текст]/ В.А. Хомич. – Омск: издательство СИБАДИ, 2002. – 267 с.

36. Экологический мониторинг атмосферы [Текст]: практикум для бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» по профилю «Инженерная защита окружающей среды» / сост. Е. Н. Калюкова. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 131 с.

37. Экология России [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего педагогического профессионального образования / под ред. А.В. Смурова, В.В.Снакина. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2012. – 352 с.

38. Экология и экологическая безопасность [Текст]: учебное пособие для студентов высш. пед. учеб заведений / Ю.Л. Хотунцев. – 2-е изд., перераб. – Москва: Академия, 2004. – 480 с.

39. Экологическое право [Текст]: учебник для вузов / С.А. Боголюбов. – Москва: Норма-Инфра-М, 1998. – 448 с.

40. Экологическое состояние территории России [Текст]: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – Москва: Академия, 2002. – 128 с