



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Статистическая обработка рядов наблюдений за
загрязнением атмосферы на автоматизированном посту городской
системы мониторинга в Москве»

Исполнитель Бушнев Евгений Евгеньевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук

(ученая степень, ученое звание)

Мханна Ааед Исмаил Назир

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

« 23 » 06 2020 г.

Санкт-Петербург
2020

Содержание

Введение.....	4
1 Физико-географическое положение.....	7
1.1 Геолого-геоморфологические условия и рельеф города Москвы	9
1.1.1 Смоленско-Московская возвышенность	9
1.1.2 Теплостанская возвышенность.....	11
1.1.3 Мещерская низменность	12
1.2 Климат города Москвы	12
1.2.1 Ветровой режим	14
1.2.2 Температура воздуха	15
1.2.3 Осадки	18
1.2.4 Влажность воздуха.....	18
1.2.5 Атмосферное Давление	19
1.3 Основные источники загрязнения воздуха в Москве	20
2. Стационарные посты экологического мониторинга атмосферного воздуха.	22
2.1 Расположение автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха в городе Москва по административным округам. ..	25
3. Диоксид азот: что представляет собой это вещество и чем оно опасно для человека.....	35
3.1 Диоксид азота: влияние на человека.....	37
3.2 Влияние диоксида азота на зрение.....	38
3.3 Влияние диоксида азота на органы дыхания.	38
3.4 Хроническое отравление диоксидом азота.	39

4. Статистическая обработка результатов измерения концентрации загрязняющих веществ за 2016 год.	40
4.1 Типизация суточного хода.	40
4.2 Закон распределения.	43
4.3 Углубленная статистическая обработка за 2016 год.	53
Заключение	59
Список литературы	60

Введение

В Москве наиболее значимое воздействие на состав атмосферы вызывают предприятия черной и цветной металлургии, химическая и нефтехимическая промышленность, стройиндустрия, энергокомпании, целлюлозно-бумажная промышленность, автомобильный транспорт, котельные. К примеру, черная металлургия, выброс пыли в расчете на 1 тонну максимального чугуна составляет 4,5 кг, сернистого газа — 2,7 килограмм, марганца — 0,1 — 0,6 килограмм, плюс незначительные количества мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути, цианистого водорода

Автомобили считаются фактором до 25% болезней, несмотря на то производят практически половину абсолютно всех загрязнителей атмосферы.

От электростанций поступают окислы серы и всевозможные взвеси, которые приводят к болезням легких у населения.

То есть проблема мониторинга состава атмосферы и мер по улучшению ситуации в Москве являются важнейшими для столицы.

Объектом исследования бакалаврской работы является атмосферный воздух города Москва.

Актуальность работы:

Состояние качества воздушной среды в городах в настоящее время является одной из острейших проблем современности. В большинстве городов мира загрязнение воздуха достигает критических размеров. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), показатели качества воздуха в 20 крупнейших городах мира в несколько раз превышают установленные ВОЗ нормативы. Более 1 млрд. горожан подвержены воздействию опасных для здоровья уровней загрязнения воздуха. Так, например, в 11 крупнейших городах Китая загрязнение воздуха является

причиной более 50 тыс. преждевременных смертей и 400 тыс. новых случаев хронических бронхитов ежегодно.

Цель:

Целью данной работы заключается в оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха, создаваемого выбросами источников загрязнения в Москве с учетом климатических факторов, влияющих на рассеяние и накопление загрязняющих веществ и проведении статистические обработки рядов наблюдении загрязнением атмосферы на автоматизированном посту городской системы мониторинга.

Для достижения этой цели в работе были поставлены следующие задачи:

- Охарактеризовать основные климатообразующие факторы;
- Выявить основные источники загрязнения атмосферного воздуха города Москва;
- Охарактеризовать основные метеорологические условия загрязнения воздуха;
- Выполнение статистический анализ вариаций концентраций загрязняющих веществ в воздушном бассейне г. Москвы.

Для решения поставленных задач были использованы следующие материалы:

- количественные и качественные характеристики выброса загрязняющих веществ за период за 2016 год;

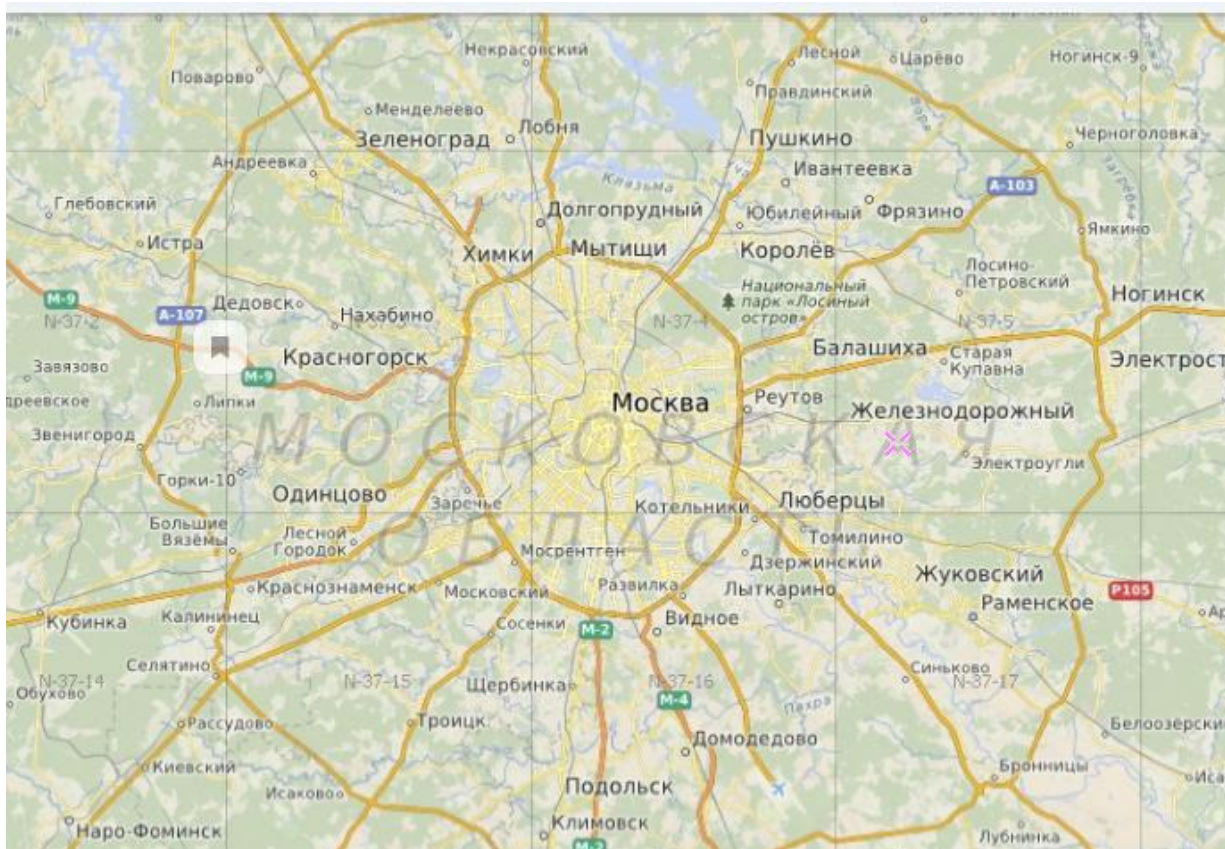
Методы исследования:

- Основные методы исследования — компьютерная техника, а также статистический и пространственный анализ результатов.

Представляемая бакалаврская работа состоит из введения, 4 глав, заключения. Текст содержит 51 рисунок и 8 таблиц. Список использованной литературы насчитывает 17 наименований.

1 Физико-географическое положение

Москва расположена по центру европейской части России, в между реками Оки и Волги, на западе, Москворецкой и Окской равнины (на юге) и Мещёрской низменности на юго-востоке. Территория города до 1 июля 2012 года составляла 1081 км², что делало его самым маленьким по площади субъектом Российской Федерации. При этом основная часть находилась внутри кольцевой автомагистрали, остальные - за кольцевой автодорогой. После присоединения 2 новых округов площадь территории города увеличилась почти в 2.5 раза. В сентябре 2014 года в честь 867-летия Москвы специалисты государственного университета геодезии и картографии определили координаты географического центра Москвы по центру масс



всех частей города, с учётом Зеленограда: 55,5° с. ш., 37,3° в. д.

Рисунок 1. Карта города Москвы.

Высота над уровнем моря в среднем составляет 186 метров. Наивысшая точка находится на Теплостанской возвышенности и составляет 255 метров. Протяжённость Москвы с севера на юг в пределах МКАД — 38 километров, за пределами МКАД — 52 километра, с запада на восток — 30 километров.

Город располагается на обоих берегах реки Москвы по середине её течения. Помимо неё, на территории города протекает около нескольких десятков других рек, наиболее крупные из которых притоки Москвы, в частности Сходня, Химка, Таракановка, Пресня, Неглинная, Яуза и Нищенка, а также Сетунь, Котловка и Городня. Многие малые реки Неглинная, Пресня и другие в пределах города протекают в коллекторах

Москва расположена на стыке трёх природных областях с разными видами ландшафтов. На юго-западе Теплостанской ледниковой возвышенности, оканчивающаяся у Воробьёвых горах. На востоке и юго-востоке Мещёрская низменность. На севере Клинской и Дмитровской области возле моренной гряды. Из этих областей для каждой характерен свой по сути уникальный рельеф. Воробьёвы горы изрезаны водными потоками и там много оврагов, балок и глубоких долин. Мещёрская низменность отличается плоским рельефом.

Часть города расположена в границах моренных и флювиогляциальных равнин с широкими речными долинами, имеющими пойму и надпойменные террасы реки Москва, Яуза и других. Территорию Москвы почти покрывают сплошные разнообразные четвертичные отложения, то есть, ледниковые, водно-ледниковые, речные, озёрные и другие образования, местами достигающие мощности до 60 метров.

Гидрогеологические условия Москвы определяются положением в пределах артезианского бассейна, характерным чередованием водоносных горизонтов и слабопроницаемых глинистых пластов. В районе безнапорные и слабо-напорные горизонты четвертичных, меловых и юрских отложений

сменяются высоконапорными горизонтами каменноугольных, девонских, нижнепалеозойских и докембрийских пород, и не толь ими.

1.1 Геолого-геоморфологические условия и рельеф города Москвы

Москва включает в себя территорию трех ландшафтно-геоморфологических районов:

- северо-западная часть столицы расположена на низких отрогах Смоленско-Московской возвышенности;
- восточная часть - на Мещерской низменности;
- юго-западные и южные районы Москвы - на Москворецко-Окской равнине.

Долины рек Москвы и Яузы являются настоящими границами между физико-географическими областями, которые различаются по истории геологического развития, геологическому строению, рельефу и другим природным показателям. Абсолютные отметки наблюдаются до 250 м. Река Москвы - главный геоморфологический и ландшафтный объект города, определяющий особенности города.

1.1.1 Смоленско-Московская возвышенность

К району Смоленско-Московской возвышенности относятся западные и северо-западные участки Москвы. Ее низкие южные отроги в междуречье реки Москвы, Клязьма и Яуза представляют собой аккумулятивно-эрозионную равнину, где на фоне плоских участков, сложенных флювиогляциальными отложениями, выделяются моренные холмы. Для этой части характерны сглаженные формы рельефа с выраженными водоразделами малых рек, с абсолютными отметками от 170 до 190 м и относительными превышениями над плоскими, ранее заболоченными западинами, от 5 м. до 10 м.

Из этих болот брали начало левые притоки реки Москвы:

- Ходынка;
- Пресня;
- Неглинная.

Ну и правые притоки Яузы:

- Каменка;
- Горячка;
- Копытовка.

Местность богата кирпичными глинами, с существованием которых и связаны первые значительные изменения рельефа, то есть карьеры, ямы, которые впоследствии были либо засыпаны, либо превращены в пруд.

В рельефе водораздельной поверхности четко видны главные фрагменты, составляющие ландшафта севера столицы:

- междуречье Лихоборки и Чермянки с абсолютными высотами до 185 м - Бескудниково; междуречье Яузы и Чермянки - Медведково;
- междуречье Химки и Лихоборки - Химки-Ховрино;
- междуречье Химки и Сходни с абсолютными отметками на 170 метрах - Тушино;
- междуречье Лихоборки и Жабенки - Лихоборские бугры;
- междуречье Баньки, Сходни и Москвы - Новобратцево;

- междуречье Пресни и Неглинной - по нему проходят улицы Бутырская, Новослободская, Малая Дмитровка, ее южное окончание названо Страстной Тверской горкой;
- междуречье Неглинной и ее притока Напрудной, известно, как Напрудный Сущевский холм;
- междуречье Неглинной и Яузы - по нему проходит начало проспекта Мира от Сухаревской пл. - Сухаревский Сретенский холм.

1.1.2 Теплостанская возвышенность

Теплостанская возвышенность относится к Москворецкой и Окской пологоувалистой равнине, рельеф и геологическое строение которое во многом определяется особенностью развития московской стадии ледникового покрова, точнее южной части ледника. Овраги и балки здесь почти всегда имеют длинные и пологие приовражные, что свидетельствует о длительном процессе их формирования.

Москва расположена на сильно расчлененном овражно-балочной сетью и имеющем наиболее высокие и абсолютные отметки на участке Москворецкой и Окской равнин, которое носит название Теплостанской возвышенности. Поверхность возвышенности имеет ступенчатый характер. Нижняя ступень перекрыта озерно-ледниковыми отложениями с отдельными линзами в разрезе и представляет собой флювиогляциальную равнину, высокая ступень перекрыта московскими и днепровскими ледниками. Мощность четвертичных отложений 15 - 20 м, максимальная - не более 25 метров.

Теплостанская возвышенность расчленена глубокими долинами, балками и оврагами, на склонах которых нередко имеются оползни мелкого заложения. Здесь наибольшие для территории Москвы показатели глубины

от 20 и до 30, а максимальная 75 м/км² и густоты до 3 м/км² расчленения рельефа. Особенно сильно изрезан склон восточной экспозиции - бассейн реки Городни и ее притоков. Тем не менее. Теплостанская возвышенность в целом характеризуется мягкими формами рельефа.

1.1.3 Мещерская низменность

Мещерская озерно-ледниковая равнина расположена на Восточной части Москвы. Здесь плоские поверхности с неглубокими и широкими флювиогляциальными ложбинами, освоенными современной гидрографической сетью. Москва расположена в той части Мещеры, которая называется Подмосковной равниной. Она представляет собой плоское водораздельное пространство Клязьмы и Москвы к востоку от Яузы, включающее ее левобережье и бассейн Пехорки. Пологая равнина с общим уклоном на юго-восток характеризуется относительно большой мощностью четвертичных водно-ледниковых отложений и неглубоким залеганием глин и известняков карбона. Средние высоты достигают до 100 метров. В Москве абсолютные отметки несколько выше, но не превышают 160 метров, относительное превышение над урезом реки Москвы до 40 метров. Для этой территории характерны песчаные дерново-подзолистые и болотно-подзолистые почвы с массивами торфяных болот.

В мещерской части города сохранились большие по площади лесные массивы. На территории Косино расположены озера ледникового происхождения: Белое, Светлое и Чёрное.

1.2 Климат города Москвы

Климат Москвы является умеренно континентальным. Он переходный от европейского, мягкого, к резко континентальному азиатскому. В Москве четко выражена сезонность, то есть, теплое лето и умеренно холодная зима. Климат Московской области отличается от других регионов России тем, что

здесь наблюдается умеренность природных условий. Отмечаются относительно легкие зимы и не слишком знойное лето.

Климатический пояс Москвы характеризуется тем, что здесь наблюдается в последние 50 лет сильное потепление. Это выражается в значительном увеличении числа жарких дней в году. Кроме того, зимы наступают позднее. Они становятся более мягкими, с частыми и продолжительными оттепелями. Однако, несмотря на все эти изменения, в целом климат Москвы и области выражает достаточно четко сезонность 4-х времен года: лета, осени, зимы и весны.

Таблица 1

Среднемесячные метеорологические данные в городе Москва за 2016 г.

Месяц	Скорость ветра, м/с	Температура, °С			Относительная влажность, %	Атмосферное давление, гПа	Количество осадков, мм.
		Максимальная	Средняя	Минимальная			
Январь	3,8	-7,6	-10,1	-12,9	85	985	77,23
Февраль	4,1	1,5	-0,6	-2,8	82	988	44,3
Март	3,3	4,0	0,3	-3,1	70	990	49,5
Апрель	3,4	12,7	8,1	3,7	68	988	33,7
Май	3,0	20,5	15,0	9,2	52	994	63,4
Июнь	3,4	23,0	18,2	13,1	54	994	61,8
Июль	2,4	26,3	20,9	16,1	68	991	121,1
Август	2,3	24,9	19,5	14,5	74	999	166,6
Сентябрь	2,5	14,4	11,4	8,9	81	997	58,2
Октябрь	2,5	6,3	4,4	2,9	80	1010	48,5

Ноябрь	3,0	-1,1	-2,7	-4,6	85	999	91,7
Декабрь	3,4	-2,5	-4,6	-6,9	88	995	45,1

1.2.1 Ветровой режим

Наиболее частые и сильные ветры наблюдаются обычно зимой, а самые слабые — летом. В течение суток распределение ветров также неравномерно.

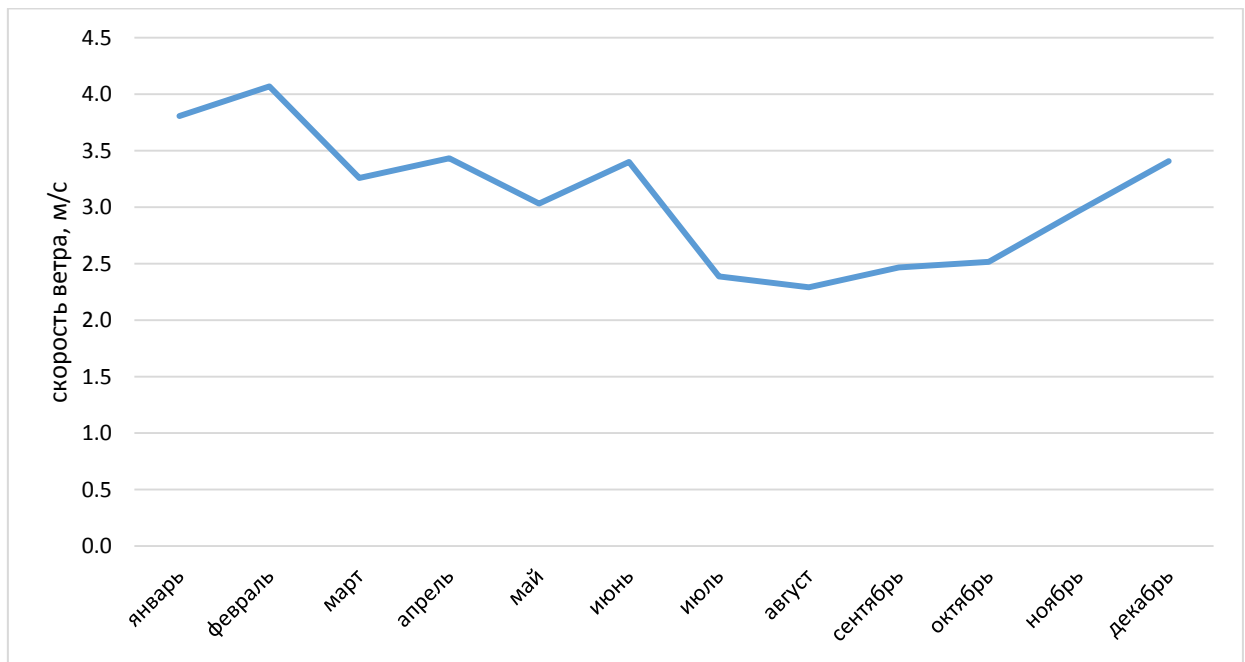


Рисунок 2. График скорости ветра города Москвы за 2016 год.

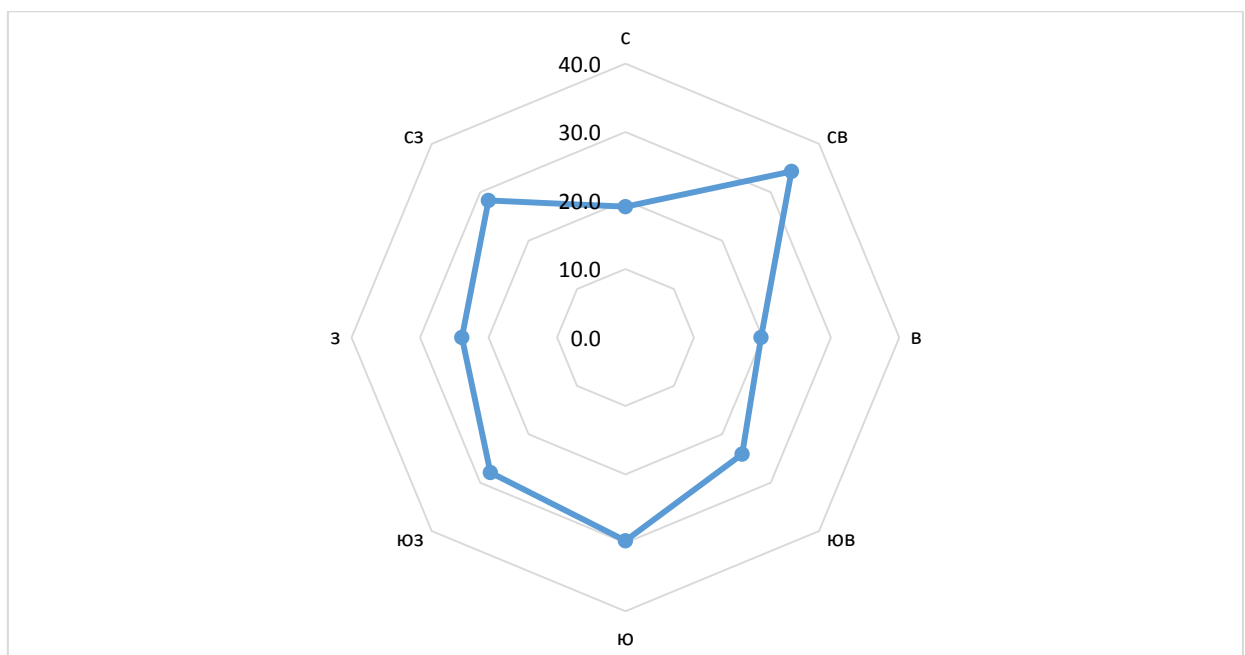


Рисунок 3. Роза ветров города Москвы за 2016 год.

Наибольшие их скорости обычно наблюдаются в утренние часы. Ветры слабой силы дуют в ночное время — такую особенность имеет здешний тип климата. В Москве их скорость составляет от 6 до 9 м/с. Сильные ветры, скорость которых 15 м/с, согласно статистике, регистрируются в очень непродолжительный отрезок времени — всего от 8 до 15 дней в году. Преобладанием ветров юго-западных, северных и западных характеризуется климат Москвы.

1.2.2 Температура воздуха

Среднегодовая температура варьирует от $+6,7^{\circ}\text{C}$ до $+6,8^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура наблюдается в июле $+14,5^{\circ}\text{C}$, а минимальная в январе $-12,9^{\circ}\text{C}$.

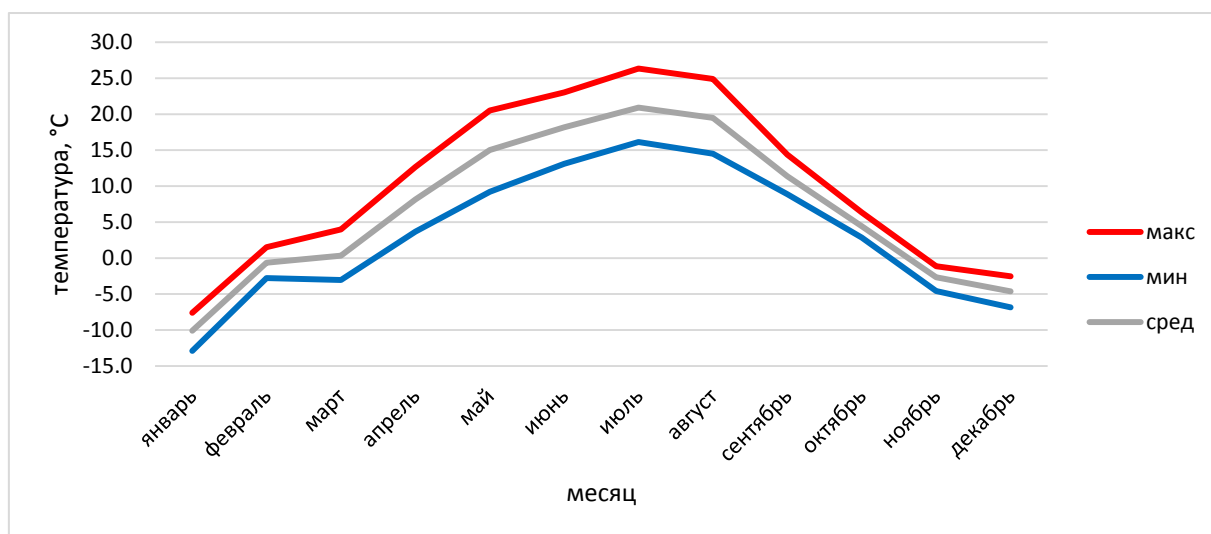


Рисунок 4. График температуры города Москвы за 2016 год.

Начало зимнего периода, продолжительность зимы Дата, когда наблюдается устойчивый переход через значение среднесуточной температуры воздуха в -5°C , принимается за начало зимнего периода. Это обычно 26 или 27 ноября. Климатическая зона Москвы характеризуется

достаточно продолжительной зимой. Ее длительность составляет около 5 месяцев. При этом она относительно холодная.

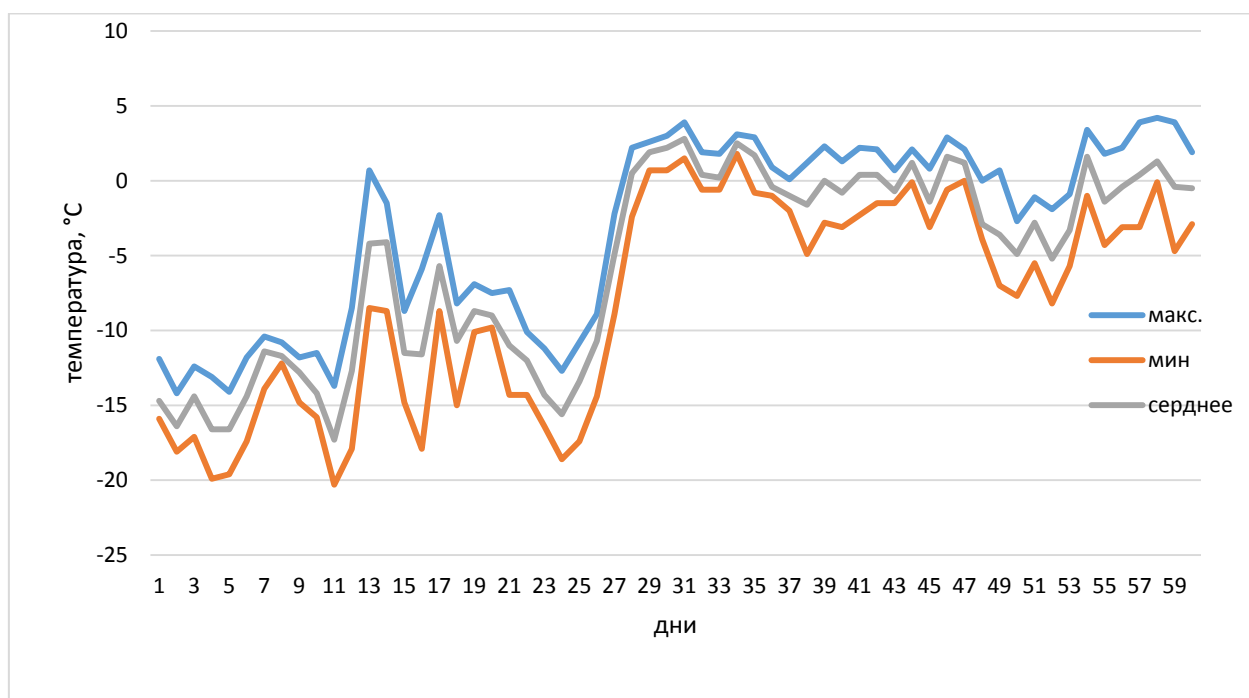


Рисунок 5. график хода температуры в городе Москва за период с 1 января по 29 февраля 2016года.

Зима начинается в конце ноября (ее наступление может переноситься на начало декабря) и длится до апреля. Первая половина зимы В ноябре обычно появляется снежный покров. Но бывали порой и такие годы, когда он наблюдался в конце сентября или, напротив, лишь в декабре. Постоянный покров снега исчезает в середине апреля (возможно, это и раньше, в конце марта). При этом климат города Москвы характеризуется тем, что первая половина зимы существенно теплее второй. Средняя температура составляет зимой 10°C. Приход зимнего антициклона В период прихода на территорию зимнего антициклона поступают большие массы холодного арктического воздуха. Нередко температура достигает -25–30 °С. В это время наступают сильные морозы, которые могут держаться в течение зимы до 30 дней. Это происходит, когда арктические антициклоны, обширные и малоподвижные, возникают над поверхностью материка, сильно охлажденного. Морозы в

отдельные годы достигали -45°C . На вторую половину января, а также на начало февраля приходится самое холодное время года. Оттепели В зимний период с приходом теплых масс воздуха (особенно в феврале и декабре) возникают оттепели. Их вызывают средиземноморские и атлантические циклоны. Как правило, оттепели сопровождаются обильными снегопадами. Температуры в самый разгар зимы в это время вдруг поднимаются до $+4^{\circ}\text{C}$ или $+5^{\circ}\text{C}$. Оттепели иногда длятся несколько дней, а могут продержаться неделю и даже больше. Высота снежного покрова в среднем к концу зимы составляет 25-50 см.

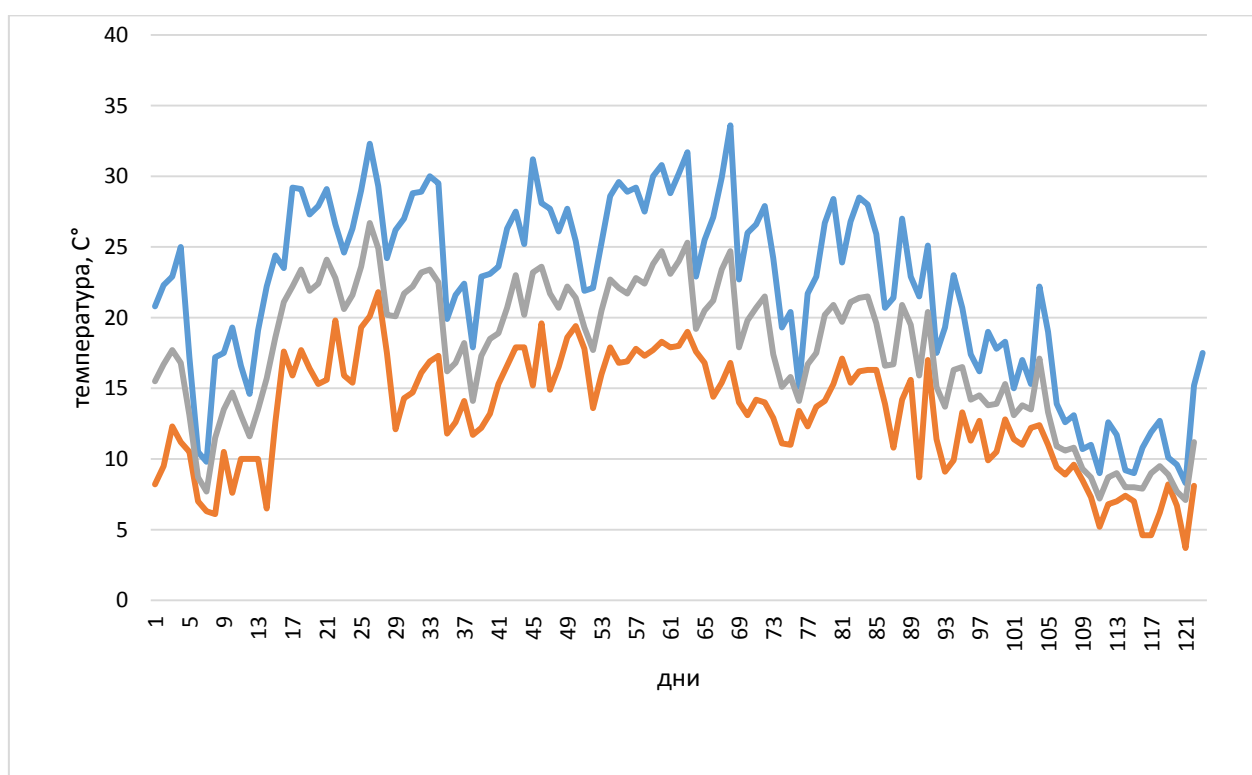


Рисунок 6. График хода температуры города Москвы за период с 1 июня по 31 августа 2016 года.

Летом продолжительность светлого времени суток — около 15-17 часов. 206-216 дней — это период, характеризующийся положительными значениями температуры воздуха. 177 дней в году столбик термометра показывает 5°C и выше. Не превышает 140 дней продолжительность периода, когда температура превышает 10°C .

1.2.3 Осадки

Сумма количества осадков, которым характеризуется климатический пояс Москвы равно 861 мм. На летний сезон приходится их максимум, на зимний — минимум.

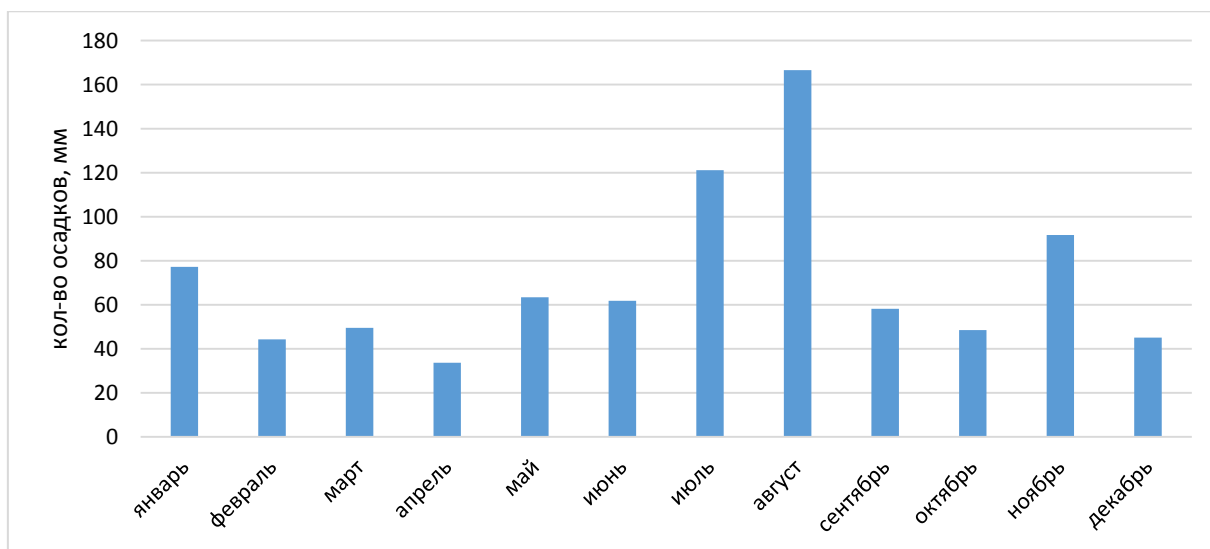


Рисунок 7. Диаграмма количества осадков города Москвы за 2016 год.

В Москве, согласно статистике, 171 день в году — с осадками. При этом 2/3 их выпадает в виде дождя и 1/3 — в виде снега. На территории области в некоторые зимы осадков в виде снега выпадает до половины от общей годовой нормы.

1.2.4 Влажность воздуха

Московская область, в целом, принадлежит к зоне достаточной влажности. Несмотря на это, для нее характерны также годы с дефицитом осадков. В декабре наблюдается максимум влажности, а минимум приходится на май.

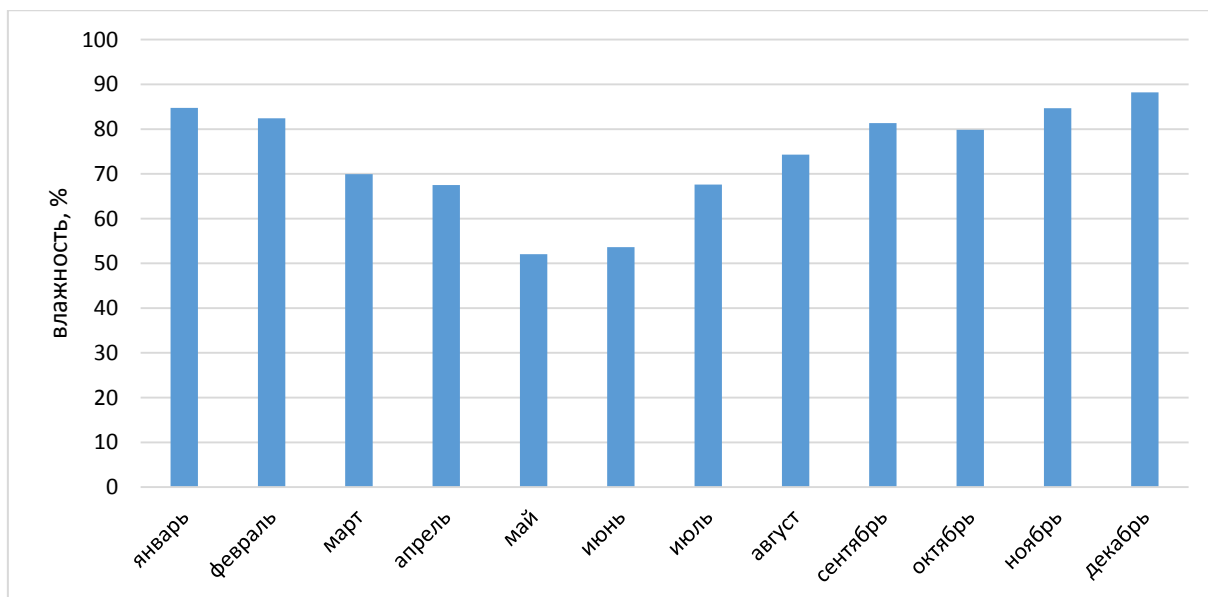


Рисунок 8. Диаграмма среднемесячные данные по влажности в городе Москва за 2016 год.

1.2.5 Атмосферное Давление

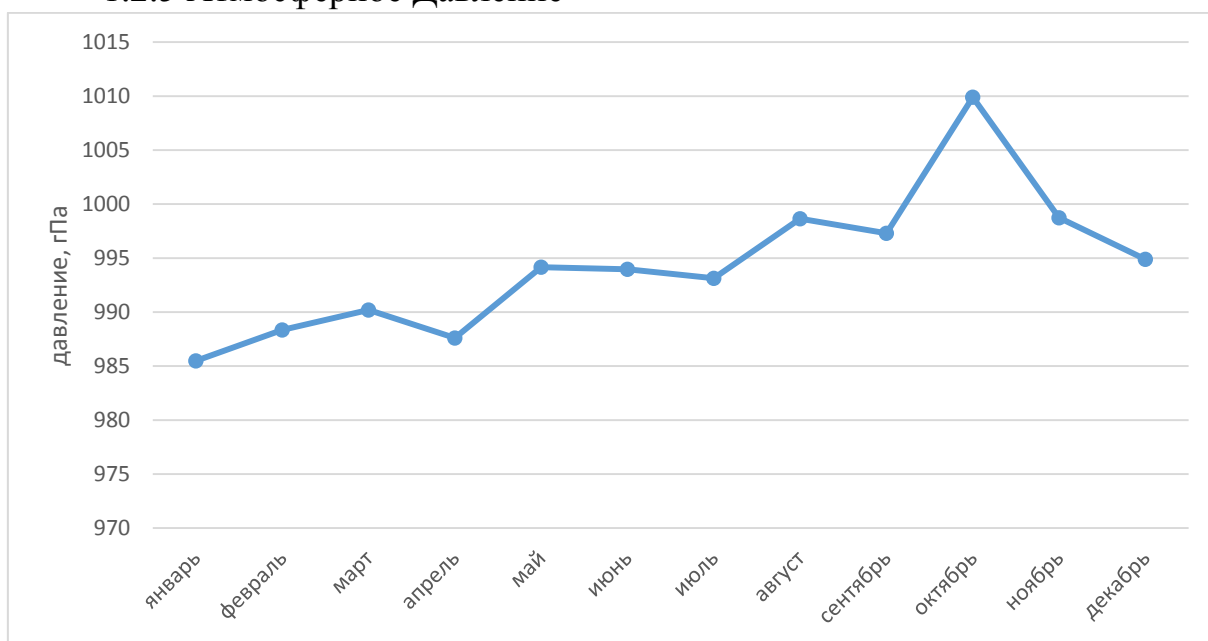


Рисунок 9. График атмосферного давления в городе Москва за 2016 год.

В Москве минимальное давление наблюдается в январе, а высокое в октябре месяце. В летний период с июня по август устойчивое атмосферное давление.

1.3 Основные источники загрязнения воздуха в Москве

Главной причиной ухудшения воздуха в российской столице являются автомобили – согласно подсчетам ученых, именно автотранспорт является источником 87% вредных выбросов в атмосферу. Всего за год весь московский автотранспорт выбрасывает в воздух около 1,8 миллиона тонн вредных веществ.

На втором месте (9% от общего объема загрязнений) стоят столичные промышленные объекты. Для примера, можно отметить, что наивысший уровень загрязненности воздуха зафиксирован в таких районах Москвы, как Люблино, Капотня и Марьино. Специалисты-экологи связывают повышенный уровень с деятельностью Московского нефтеперегонного завода и Курьяновских очистных сооружений.

Третье место по вредным выбросам в атмосферу Москвы (5%) занимают объекты теплоэнергетики. ТЭС и котельные производят тепло для жилых и служебных помещений за счет сжигания угля или мазута, что приводит к выбросам в воздух различных загрязняющих веществ из-за неполного сгорания топлива.

Наиболее опасным источником загрязнения являются автомобили, которые обладают рядом специфических свойств:

- В отличие от объектов промышленности и теплоэнергетики автотранспорт всегда находится вблизи жилых массивов. Практически во всех жилых комплексах столицы имеются крупные дороги с высокой концентрацией автотранспорта.
- Общее количество автомобилей ежегодно увеличивается, что только усиливает степень их негативного воздействия на атмосферу Москвы.

2. Стационарные посты экологического мониторинга атмосферного воздуха.

АСКЗА - это автоматическая станция контроля загрязнения атмосферного воздуха, которая позволяет выполнять следующие задачи:

- проводить измерения уровня загрязнения атмосферного воздуха основными загрязняющими веществами;
- вести контроль основных метеорологических параметров;
- передавать по радиоканалу полученные данные в центр сбора и обработки информации.



Рисунок 11. Автоматическая станция контроля загрязнения атмосферного воздуха.

Автоматическая станция производства компании ИМС представляет из себя павильон, изготовленный по современной технологии из клеенных сэндвич-панелей, с внешней поверхностью из крашенного металла. Внутренняя поверхность павильона может быть выполнена из крашенного

металла, пластика или ламинированной фанеры. Несущая основа конструкции, это металлический каркас. На крыше павильона устанавливается метеомачта с датчиками температуры, влажности, скорости и направления ветра, входная часть пробо-отборных зондов, кабельные вводы и мачта снижения воздушной линии.

Оборудование станции контроля загрязнения атмосферного воздуха АСКЗА:

- газоаналитический комплекс;
- метеорологический комплекс;
- аппаратура приема-передачи данных;
- система бесперебойного энергоснабжения;
- система климат-контроля;
- охранно-пожарная сигнализация;
- рабочее место оператора.



Рисунок 12. Оборудование станции контроля загрязнения атмосферного воздуха

Газоаналитическое оборудование автоматической станции контроля загрязнения атмосферного воздуха (экологического поста) дает возможность измерения в атмосферном воздухе концентраций следующих веществ:

- диоксид серы (SO_2);
- сероводород (H_2S);
- оксид азота (NO , NO_2 , NO_x);
- аммиак (NH_3);
- оксид углерода (CO);
- озон (O_3);
- метан (CH_4) и сумма углеводородов без метана ($\text{C}_2\text{-C}_{12}$);
- бензол (C_6H_6);
- толуол (C_7H_8);
- изомеры ксилола (C_8H_{10});
- фенол ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$);
- винилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$);
- оксид этилен ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$);
- 1,3-бутадиен (C_4H_6);
- дихлорэтан ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$);
- метилмеркаптан (CH_4S);
- амины ($-\text{NH}$);
- формальдегид (H_2CO);
- взвешенные частицы (пыль) и другие компоненты.

Основные характеристики стандартного павильона автоматической станции контроля загрязнения атмосферного воздуха:

- внешние размеры, мм 3600 х 2400 х 2500;
- масса (с аппаратурой), кг, не более 3000.

2.1 Расположение автоматических станций контроля загрязнения атмосферного воздуха в городе Москва по административным округам.

САО - северный административный округ:

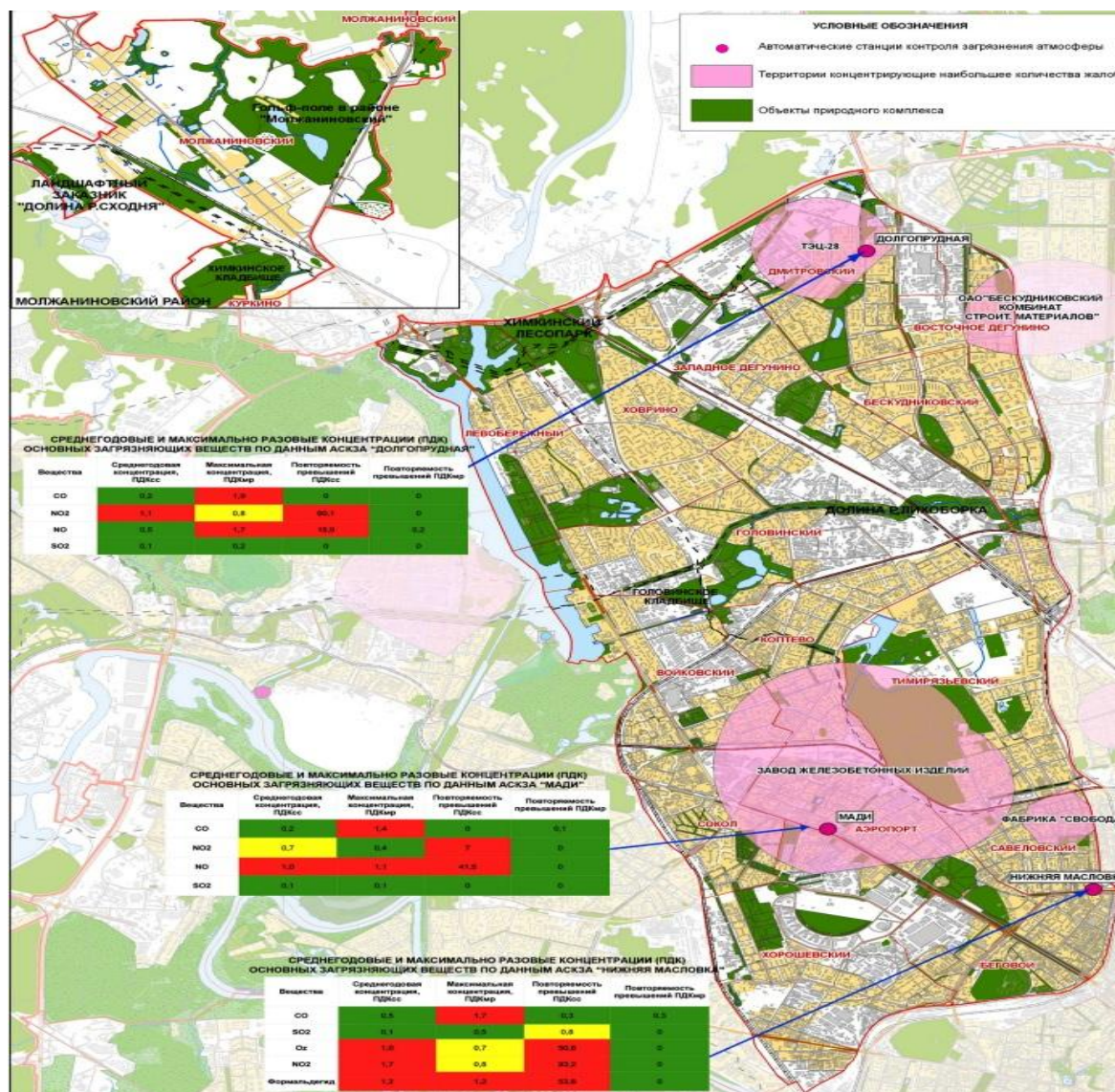


Рисунок 13. Северный административный округ

ДОЛГОПРУДНАЯ - Долгопрудная ул., вл.14;

СВЕТЛЫЙ ПРОЕЗД - Светлый проезд, дом 12;

НИЖНЯЯ МАСЛОВКА - Улица Нижняя Масловка, дом 10;

МАДИ - Ленинградский проспект, дом 64;

КОПТЕВСКИЙ - Коптевский бульвар, дом 16, корпус 1, строение 1.

СВАО-северо-восточный административный округ:

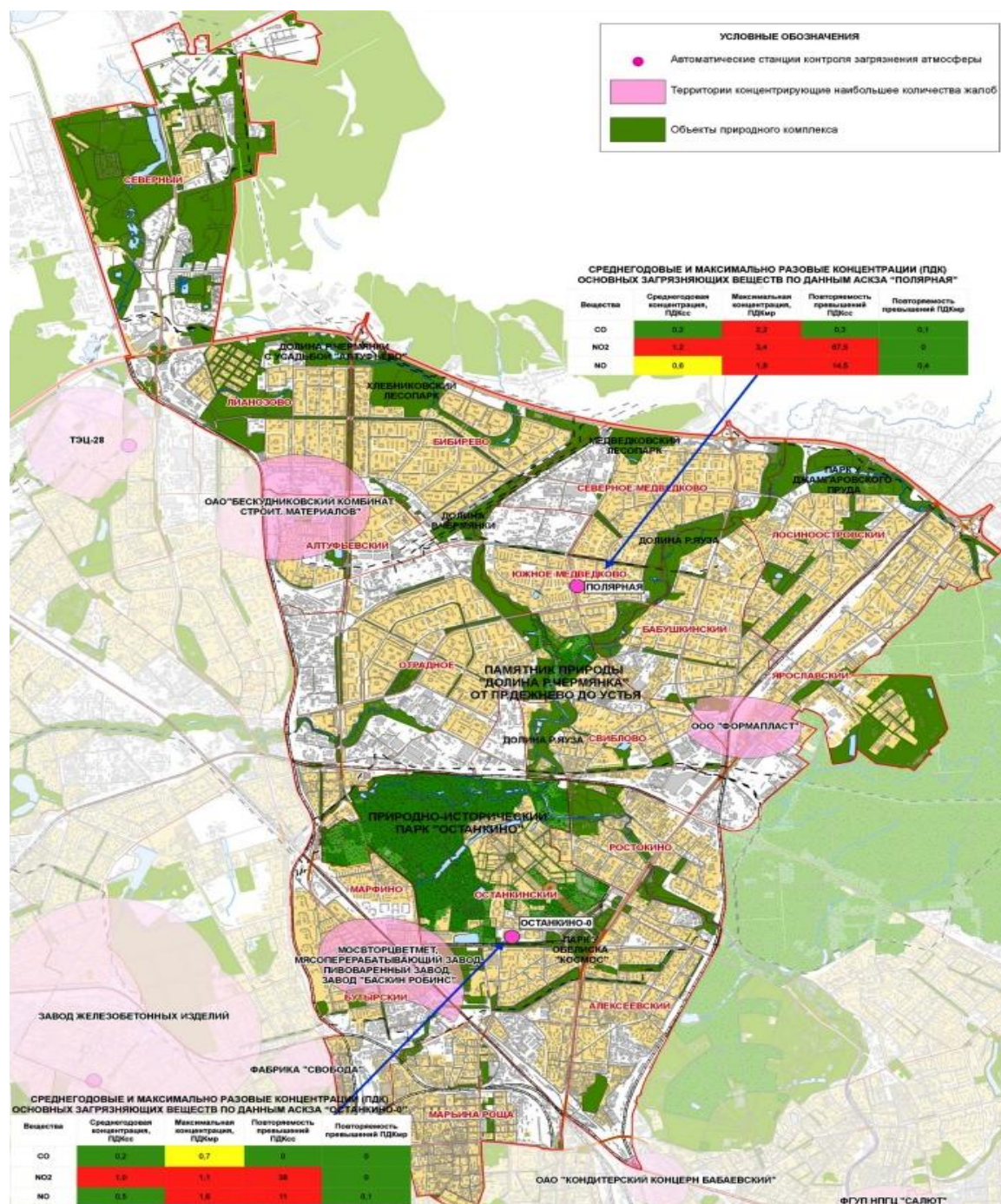


Рисунок 14. северо-восточный административный округ

ПОЛЯРНАЯ - Улица Полярная, дом 10 строение 1;

ОСТАНКИНО - Улица Академика Королёва, дом 15А;

СЗАО – северо-западный административный округ:

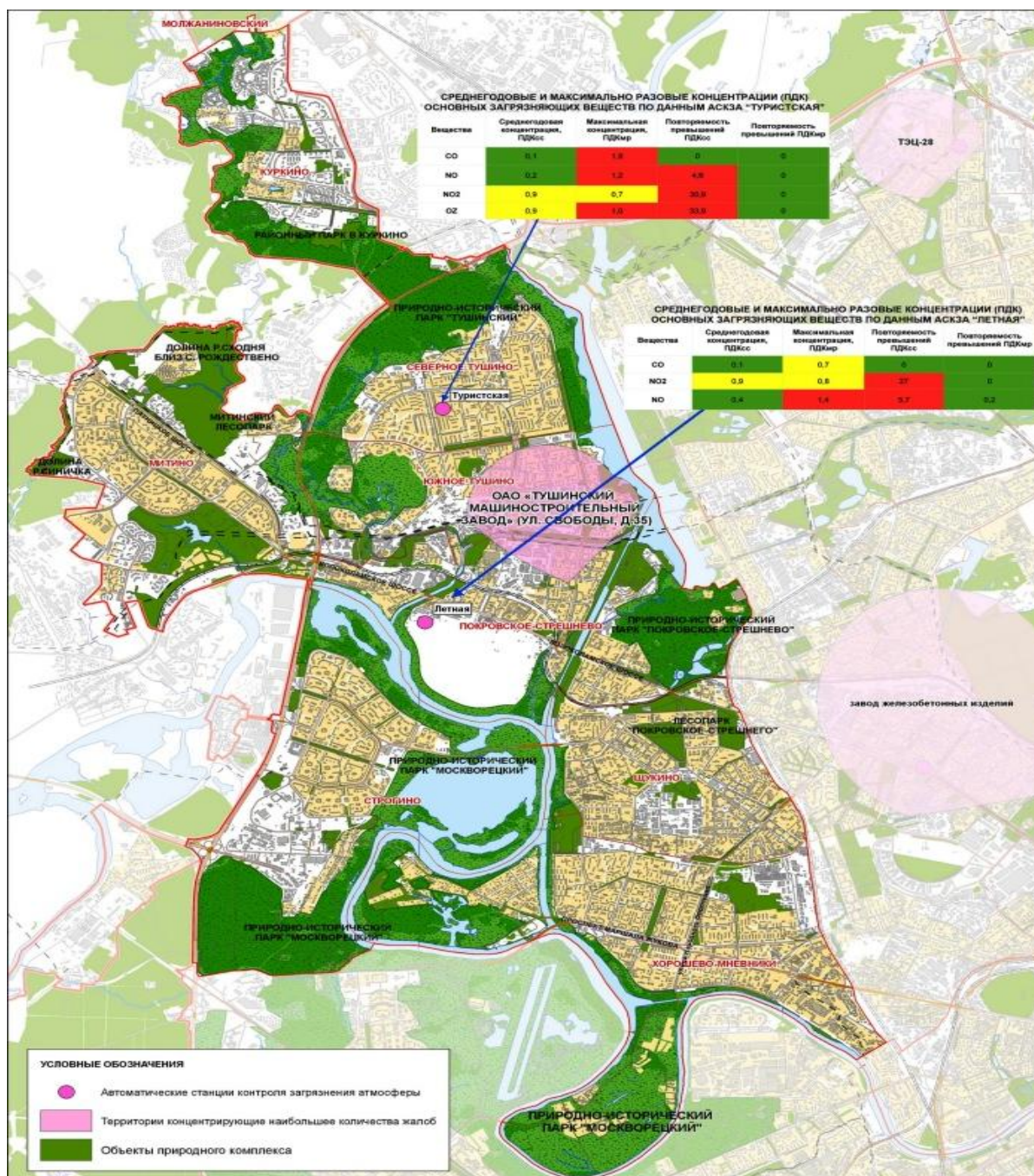


Рисунок 15. Северо-западный административный округ

ТУРИСТСКАЯ - Улица Туристская, дом 18;

НАРОДНОГО ОПОЛЧЕНИЯ - Улица Народного Ополчения, дом 21, корп. 1.

ЦАО - Центральный административный округ:

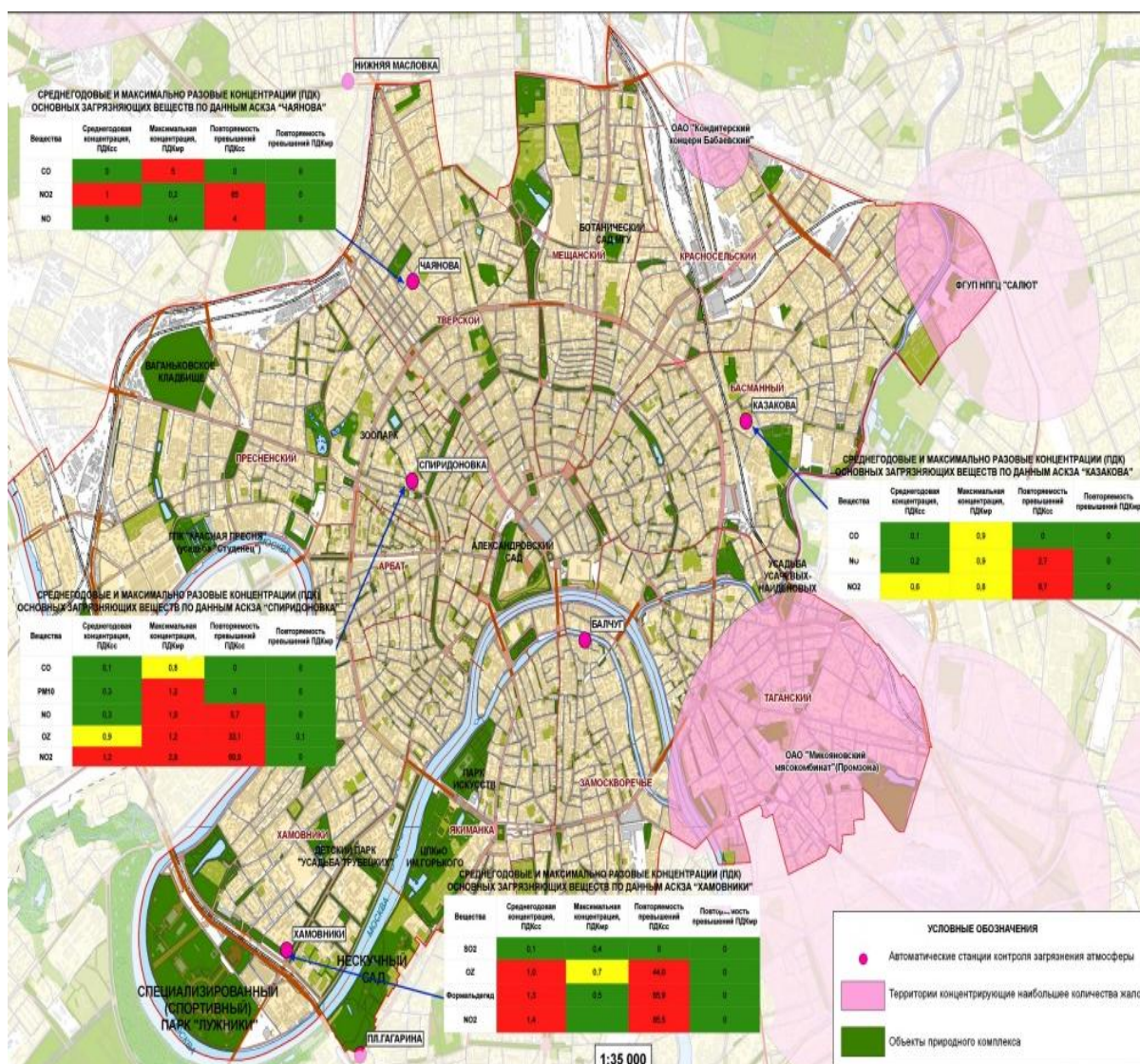


Рисунок 16. Центральный административный округ

ЧАЯНОВА - Улица 4-я Тверская-Ямская, дом 26/8;

ХАМОВНИКИ - Улица Хамовнический Вал, дом 24;

СУХАРЕВСКАЯ ПЛОЩАДЬ - Малая Сухаревская площадь, дом 1 стр. 1;

СПИРИДОНОВКА - Улица Спиридоновка, дом 10;

СПАРТАКОВСКАЯ ПЛОЩАДЬ - Бакунинская улица, дом 23-41;

КАЗАКОВА - Гороховский переулок, дом 4, корпус 1А.

ВАО – восточный административный округ:

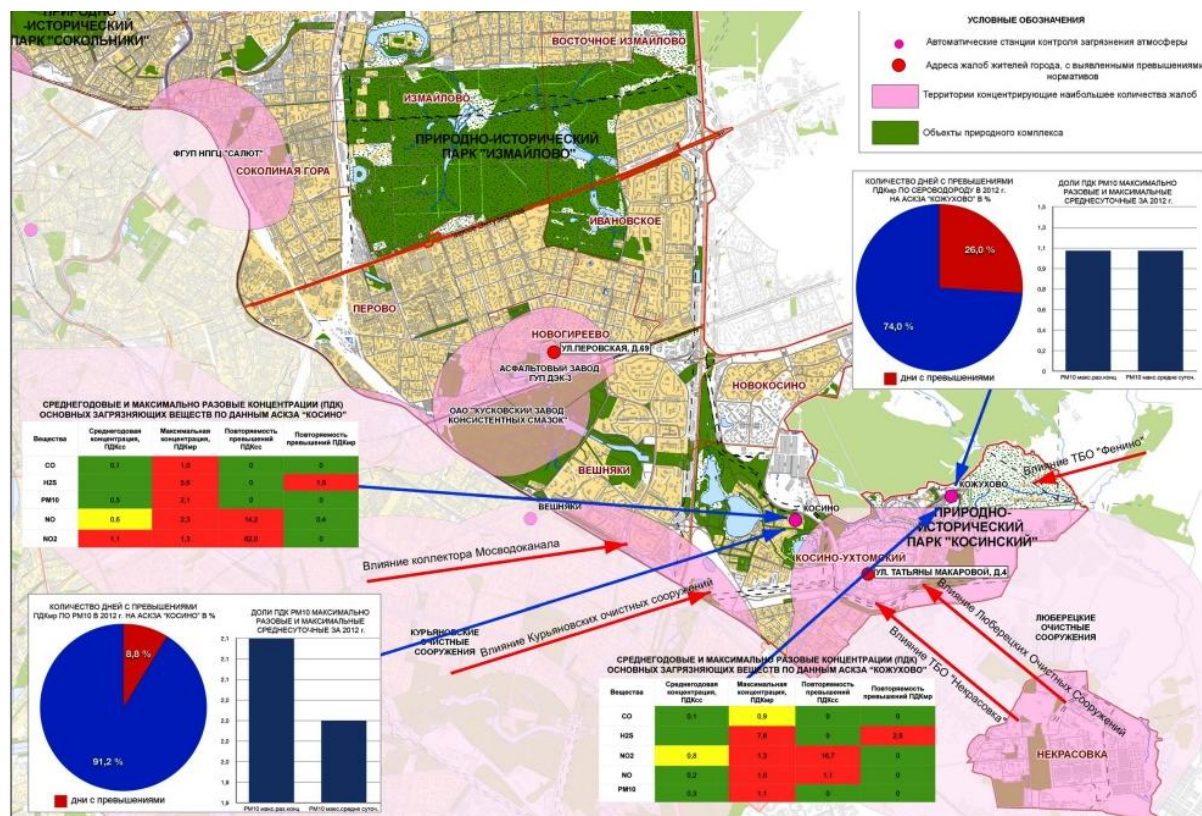


Рисунок 17. Восточный административный округ

МКАД 105 - 105 км МКАД;

НОВОКОСИНО - Салтыковская улица, дом 7, корпус 2;

ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ - ул. 12-я линия Красной Сосны, д. 28;

КОЖУХОВО - Лухмановская улица, дом 34;

ГЛЕБОВСКАЯ - Глебовская улица, дом 3 корпус 1.

ЮАО – южный административный округ:

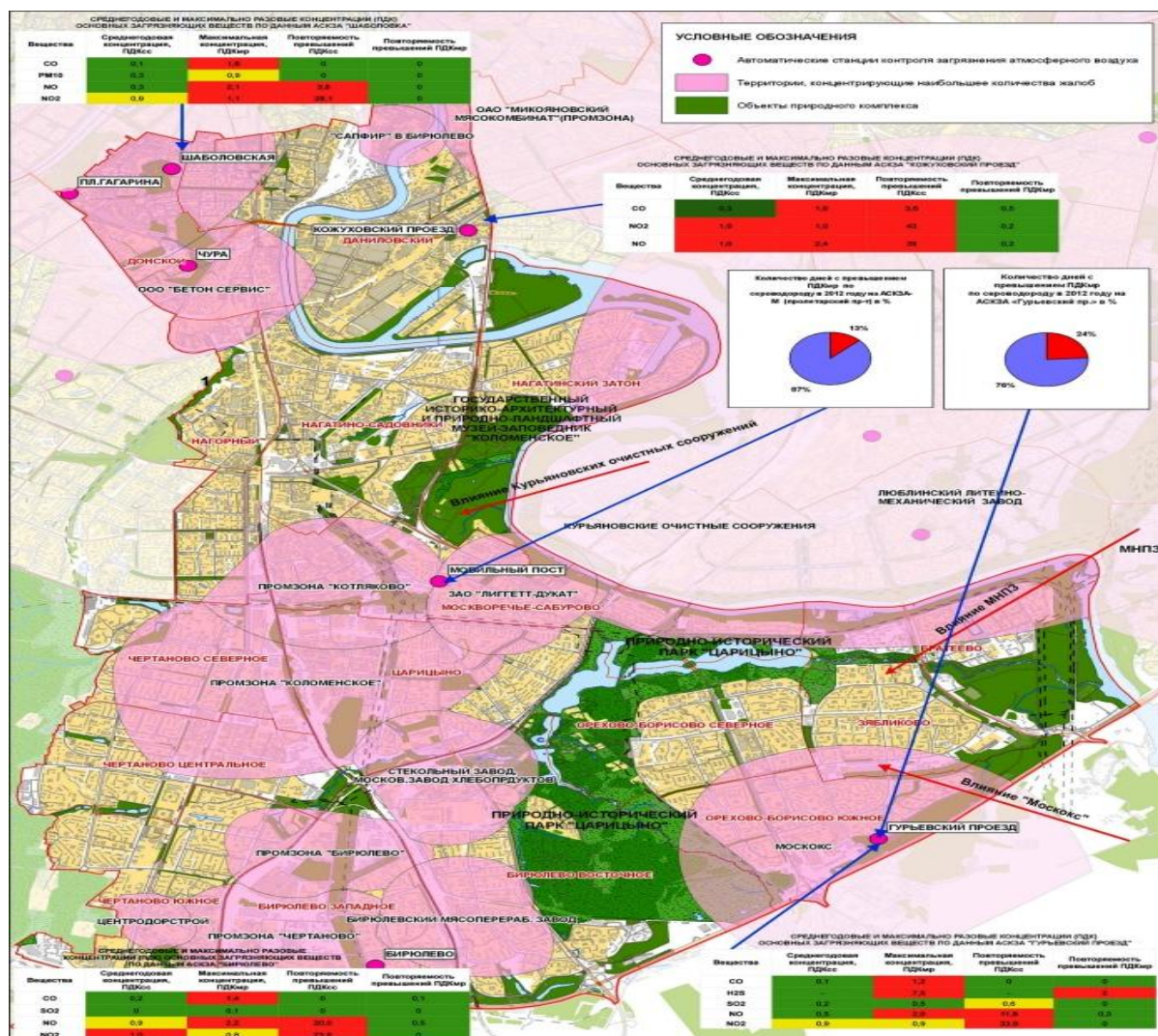


Рисунок 18. Южный административный округ

ШАБОЛОВКА - Дальний переулок, дом 2 корпус 1;

ЧУРА - Загородное шоссе, владение 2, строение 2Б/Н;

ПРОЛЕТАРСКИЙ ПРОСПЕКТ - Пролетарский проспект, дом 29;

ПЛОЩАДЬ ГАГАРИНА - Ленинский проспект, дом 30;

КОЖУХОВСКИЙ ПРОЕЗД - 1-й Кожуховский проезд, дом 15;

ГУРЬЕВСКИЙ ПРОЕЗД - Гурьевский проезд, дом 9, корпус 1;

БИРЮЛЕВО - Востряковский проезд, дом 11, корпус 1.

ЮВАО – юго-восточный административный округ:

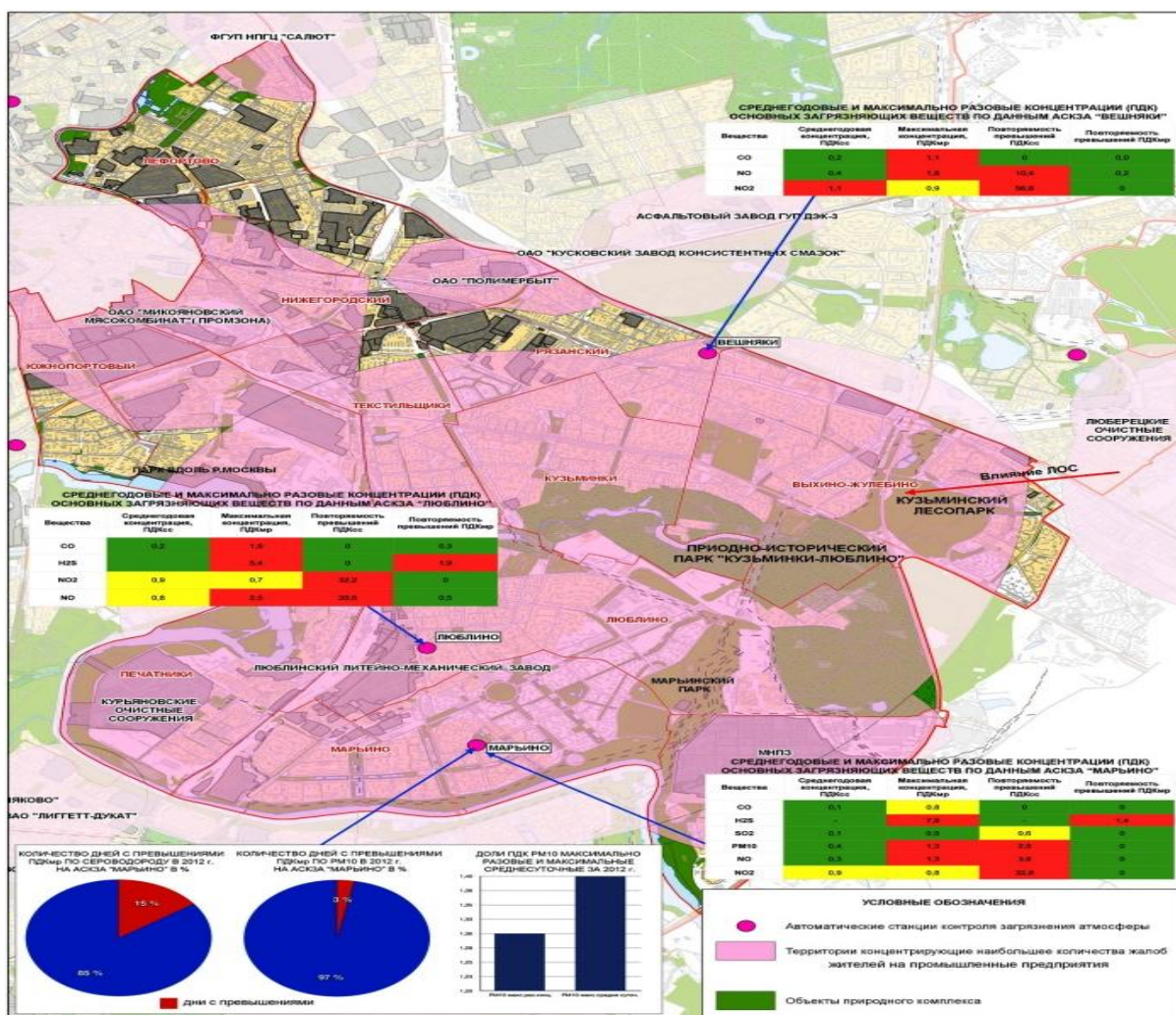


Рисунок 19. Юго-восточный административный округ

МАРЬИНО - Новомарьинская улица, дом 7;

М2 (ЖУЛЕБИНО) - Улица Маршала Полубоярова, дом 8;

ЛЮБЛИНО - Совхозная улица, дом 1, строение 1;

КАПОТНЯ - 2-й квартал Капотни, дом 16 с4;

ГУРЬЯНОВА - Улица Гурьянова, дом 73;

ГОЛОВАЧЕВА - Улица Головачёва, дом 25;

ВЕШНЯКИ - 4-й Вешняковский проезд, дом 8.

ЮЗАО – юго-западный административный округ:

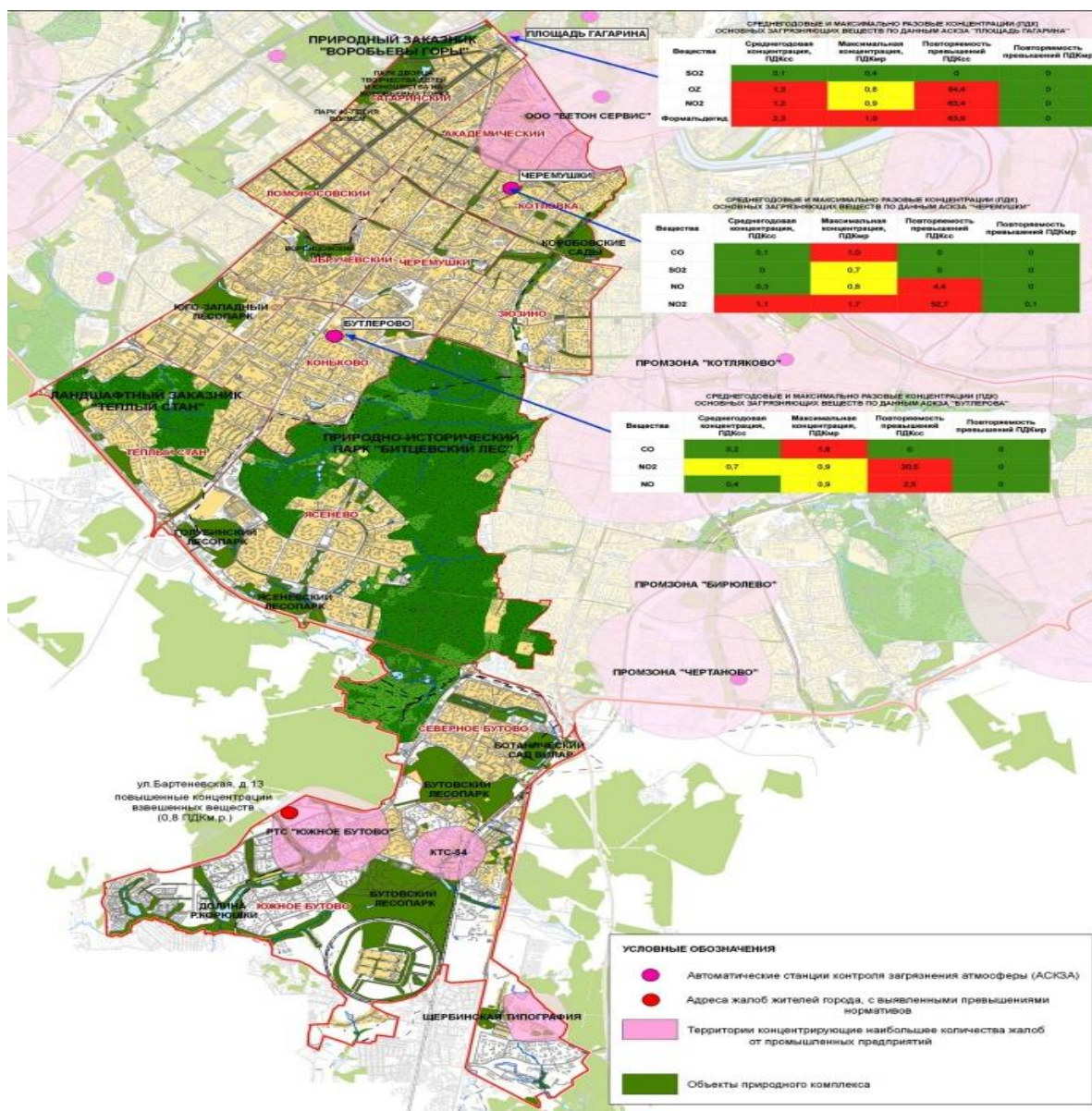


Рисунок 20. Юго-западный административный округ

БУТЛЕРОВА - Введенского ул., вл.1;

ЧЕРЕМУШКИ - Большая Черёмушкинская улица, дом 30 корпус 1;

МЕЛИТОПОЛЬСКАЯ - 2-я Мелитопольская улица, дом 19.

ЗАО – западный административный округ:

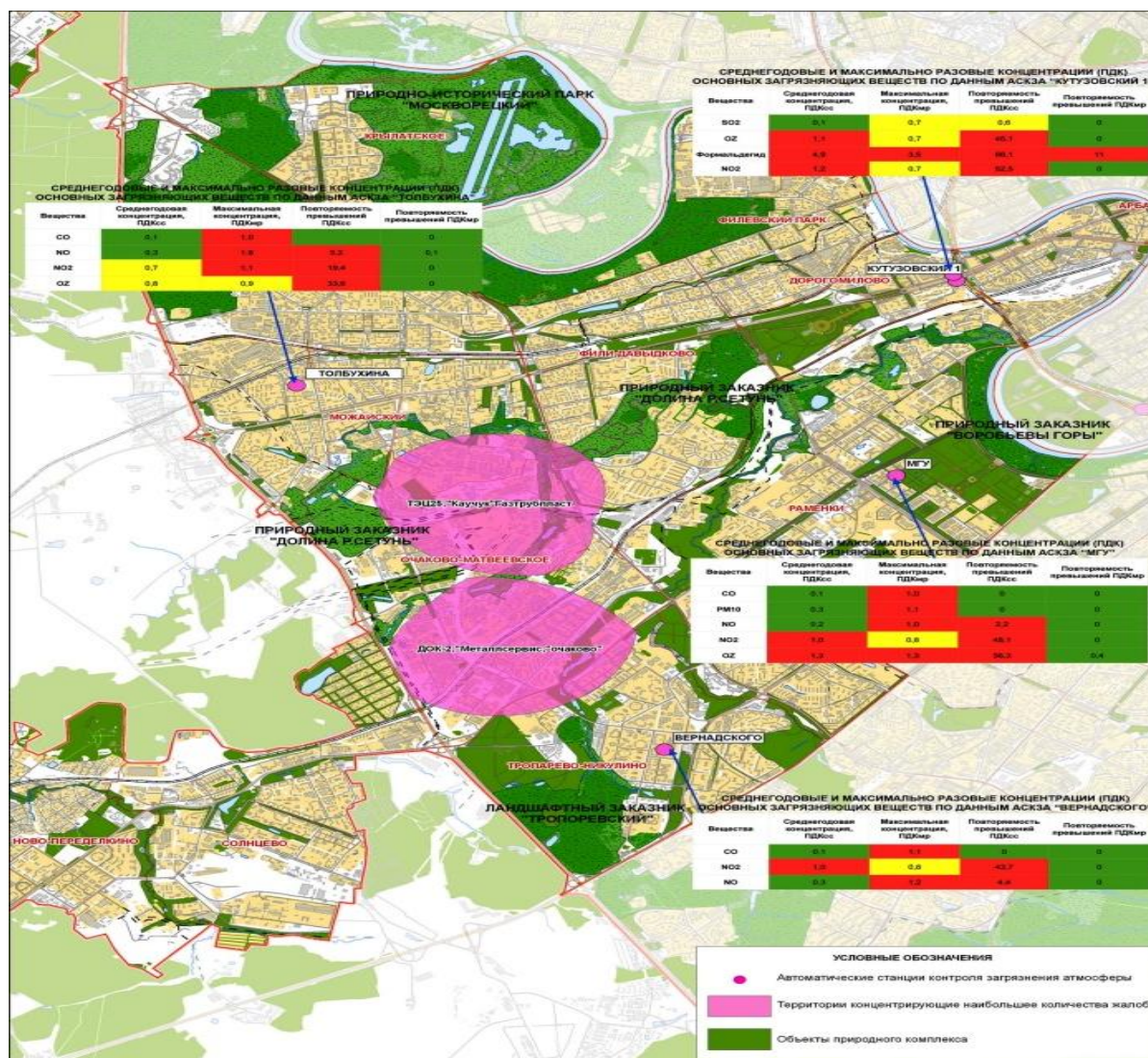


Рисунок 21. Западный административный округ

МКАД 52 КМ (ЗАПАД) - МКАД, 52-й километр, дом 8;

ИЗВАРИНО - Интернациональная ул., д. 4 стр. 1;

М1 (ОЧАКОВСКОЕ) - Очаковское шоссе, вл. 11, корп. 1;

М (ЛОБАЧЕВСКОГО) - Лобачевского ул., вл. 2;

ТОЛБУХИНА - Улица Толбухина, дом 10 корпус 4;

МГУ - Ленинские Горы, дом 1, строение 27;

АКАДЕМИКА АНОХИНА - Улица Академика Анохина, дом 38, корпус 1.

ЗелАО – зеленоградский административный округ:

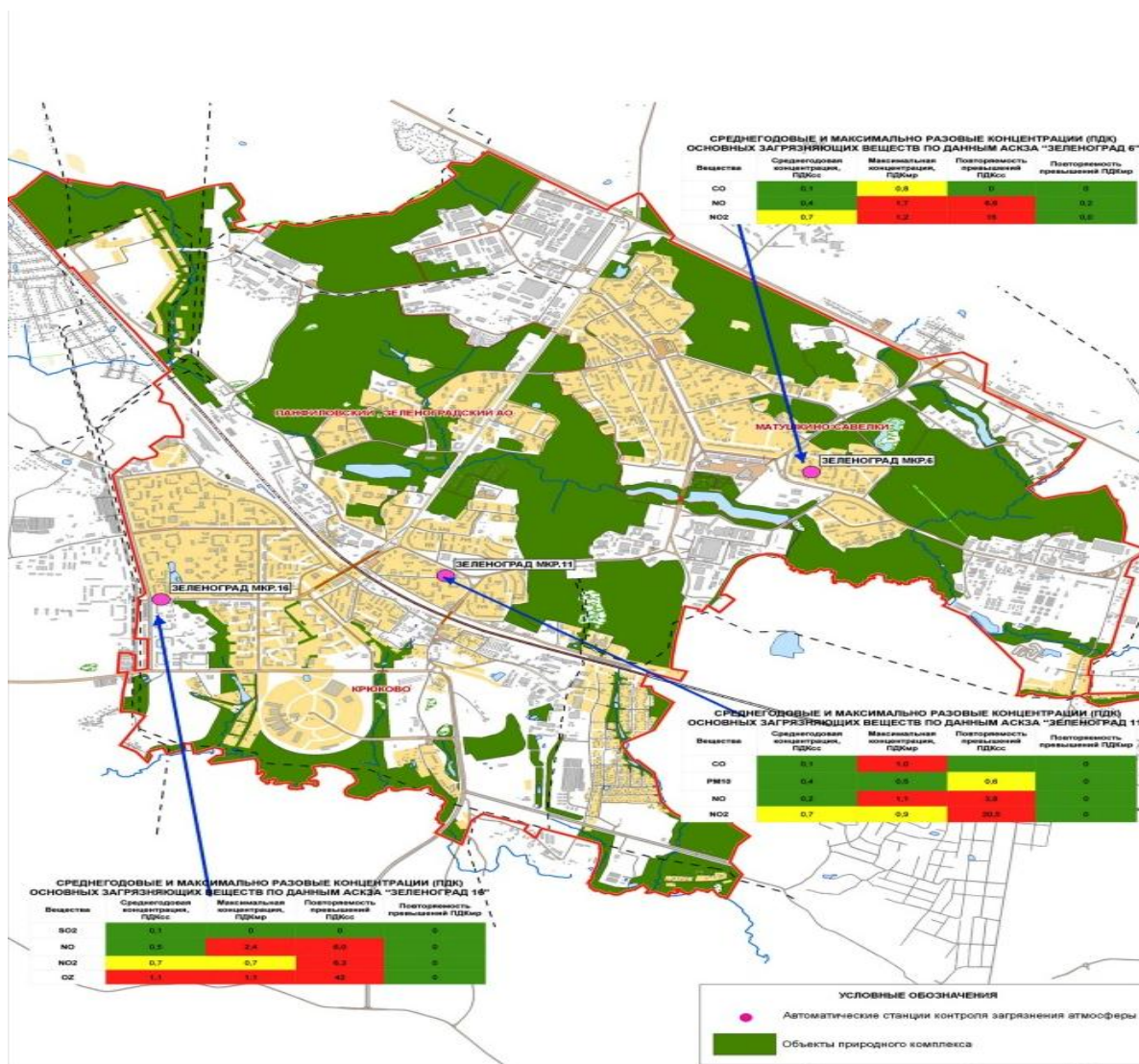


Рисунок 22. Зеленоградский административный округ

ЗЕЛЕНОГРАД 6 - Город Зеленоград, корпус 623;

ЗЕЛЕНОГРАД 16 - Город Зеленоград, корпус 1606;

ЗЕЛЕНОГРАД 11 - Город Зеленоград, корпус 1140.

3. Диоксид азот: что представляет собой это вещество и чем оно опасно для человека.

Диоксид азота – один из самых распространенных загрязнителей атмосферы на сегодняшний день, играющий немалую роль в образовании смога и кислотных осадков.

Двуокись азота – неорганическое соединение состава NO₂. Представляет собой газ желто-бурого цвета. В условиях низких температур становится бесцветным. При температуре большей, чем 150°C, происходит диссоциация диоксида на оксид азота и кислород.

Данное соединение характеризуется специфическим запахом, который в значительных концентрациях становится удушливым. Имеет высокую химическую активность. Взаимодействует с неметаллами, в реакциях с которыми выступает окислителем. При контакте с водой превращается в азотную кислоту, со щелочной средой – образует нитриты и нитраты.

Получение диоксида азота в лабораторных условиях.

В лабораториях двуокись азота в основном получают путем воздействия концентрированной азотной кислоты на медь:



Кроме того, соединение образуется при термическом разложении нитрата свинца. В промышленных условиях применяется при производстве азотной и серной кислот, в качестве нитрующего агента для получения безводных нитратов и в роли окислителя в смесевых взрывчатых веществах и жидком ракетном топливе.

Антропогенные источники выбросов диоксида азота.

Более 90% от общего количества выбросов оксидов азота попадают в воздушную среду при сжигании различных видов топлива. Начальной

формой является NO, который, находясь в воздухе, окисляется кислородом при высокой температуре до NO₂.

Основные источники, влияющие на выброс диоксида азота в атмосферу:

- автотранспортные средства, выхлопные газы которых вносят наибольший вклад в концентрацию вещества в городском воздухе;
- теплоэлектростанции;
- промышленные предприятия, в частности, нефтепромышленной и металлургической отрасли, а также заводы, производящие азотную кислоту и различные удобрения;
- сжигание твердых отходов (в частности, на мусоросжигательных заводах).

Бурый оттенок газа позволяет наблюдать его визуально в воздухе больших городов, где суточная динамика концентраций оксидов азота довольно тесно связана с интенсивностью движения автотранспортных средств и солнечного излучения. В утренние часы увеличение количества автомобилей на дорогах приводит к заметному повышению содержания монооксида азота, который с восходом солнца в результате фотохимического окисления переходит в NO₂. Также бурый цвет имеют выбросы некоторых химических предприятий, из-за чего их называют «лисыими хвостами». Особенно заметны они летом.

Санитарно-гигиенические характеристики диоксида азота.

Среди всех окислов группы NO_x самым опасным для окружающей среды и человека является именно диоксид азота. Класс опасности – второй. Это значит, что NO₂ относится к высоко-опасным веществам. Предельно допустимая максимально-разовая концентрация (ПДК) диоксида азота в

воздухе населенных пунктов равна 0,085 мг/м³, среднесуточная – 0,04. Для воздуха рабочей зоны установлены другие нормативные значения. Так, значение предельно допустимой концентрации (ПДК р. з.) составляет 2 мг/м³ соединения (диоксид азота). Класс опасности – третий. То есть NO₂ отнесен к опасным веществам.

3.1 Диоксид азота: влияние на человека.

Вещество характеризуется высокой токсичностью. Диоксид азота в воздухе, даже находясь в относительно небольших концентрациях, способен приводить к существенным изменениям в организме человека. Является острым раздражителем, а также характеризуется общетоксическим действием. Воздействует в основном на органы дыхательной системы. В зависимости от концентраций наблюдаются различные последствия - от слабого раздражения слизистых оболочек глаз и носа до отека легких. Также может приводить к изменениям состава крови, в частности, способствует уменьшению содержания гемоглобина. Ниже рассмотрим подробнее некоторые из эффектов, которые способен вызывать у человека диоксид азота.

Влияние диоксида азота на обоняние.

Даже если концентрация диоксида азота будет невысокой, люди способны ощущать его специфический запах. Пороговым значением фиксации газа в воздухе для человека считается 0,23 мг на куб. метр. Но при вдыхании диоксида азота в течение 10 минут теряется способность ощущать его запах, что говорит о негативном воздействии на обоняние, выражающемся в его ослаблении. При этом наблюдаются неприятная сухость в горле и раздражение слизистой, которые проходят при концентрации, превышающей пороговое значение обнаружения в 15 раз.

Однако на смену приходят другие, более серьезные симптомы, означающие негативное воздействие двуокси азота на органы дыхания.

3.2 Влияние диоксида азота на зрение.

Одним из последствий комплексного воздействия на слизистые оболочки является ухудшение способности человека видеть в сумерках. Теряется возможность приспособления к отсутствию света. Пороговая концентрация по изменению световой чувствительности глаза составляет 0,14 мг на куб. метр. Учитывая то, что значение обонятельного восприятия почти в два раза выше, можно говорить о способности газа негативно воздействовать и при этом оставаться незамеченным.

3.3 Влияние диоксида азота на органы дыхания.

При относительно невысоких концентрациях диоксид азота в атмосфере способен нарушать дыхание. Так, уже при содержании его в воздухе 0,056 мг на куб. метр у здорового человека наблюдается повышение сопротивления дыхательных путей. Согласно информации Всемирной Организации Здравоохранения, у людей, страдающих хроническими заболеваниями дыхательной системы, данные симптомы наблюдаются уже при содержании NO₂ в воздухе, равном 0,04 мг на куб. метр.

Результатом воздействия больших концентраций оксидов азота может быть отек легких. Это объясняется следующим. При попадании в организм и взаимодействии с влагой диоксид и оксид азота образуют азотистую и азотную кислоты, разъедающие стенки альвеол легких. Они, как и кровеносные капилляры, становятся легко проницаемыми. В результате сыворотка крови попадает в полость легких. При вдыхании воздух с жидкостью образуют пену, которая нарушает нормальный газообмен, что приводит к возникновению отека легких.

При длительном воздействии окисей азота человек становится более восприимчивым к патогенам, которые вызывают болезни дыхательных путей. Ухудшается сопротивляемость легких к бактериям, расширяются альвеолы, клетки в корешках бронхов, чаще наблюдаются бронхиты, воспаление легких и пр.

У людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями и хроническими болезнями дыхательных путей, легче развиваются осложнения в случае возникновения кратковременных респираторных инфекций, поскольку у них больше развита чувствительность к прямым воздействиям такого соединения, как диоксид азота.

3.4 Хроническое отравление диоксидом азота.

Длительная работа в условиях присутствия диоксида азота в воздухе приводит к развитию хронических заболеваний, наиболее распространенными среди которых являются: трахеит, бронхит, перфорация носовой перегородки, пневмосклероз и др.

У людей, которые работали на протяжении 3-5 лет при содержании NO₂ в воздухе рабочей зоны 0,8-5 мг на куб. метр, наблюдались хронические бронхиты, воспалительные изменения слизистой оболочки десен, осложненный астмоидными приступами пневмосклероз, бронхоэктазии. Кроме того, отмечались повышения максимальной осмотической резистентности эритроцитов, ускорение свертывания крови, тенденция к гипотонии, гранулоцитоз, снижение активности каталазы, содержания сахара и уровня глобулинов и альбуминов в крови.

У детей, проживающих на территориях, где диоксид азота присутствовал в концентрациях 0,117-0,205 мг на куб. метр, выявлены изменения объема форсированного выдоха, повышение заболеваемости.

Кроме того, в мазках крови наблюдались изменения в конфигурации лимфоцитов и моноцитов, увеличение резистентности эритроцитов.

4. Статистическая обработка результатов измерения концентрации загрязняющих веществ за 2016 год.

Анализ ряда

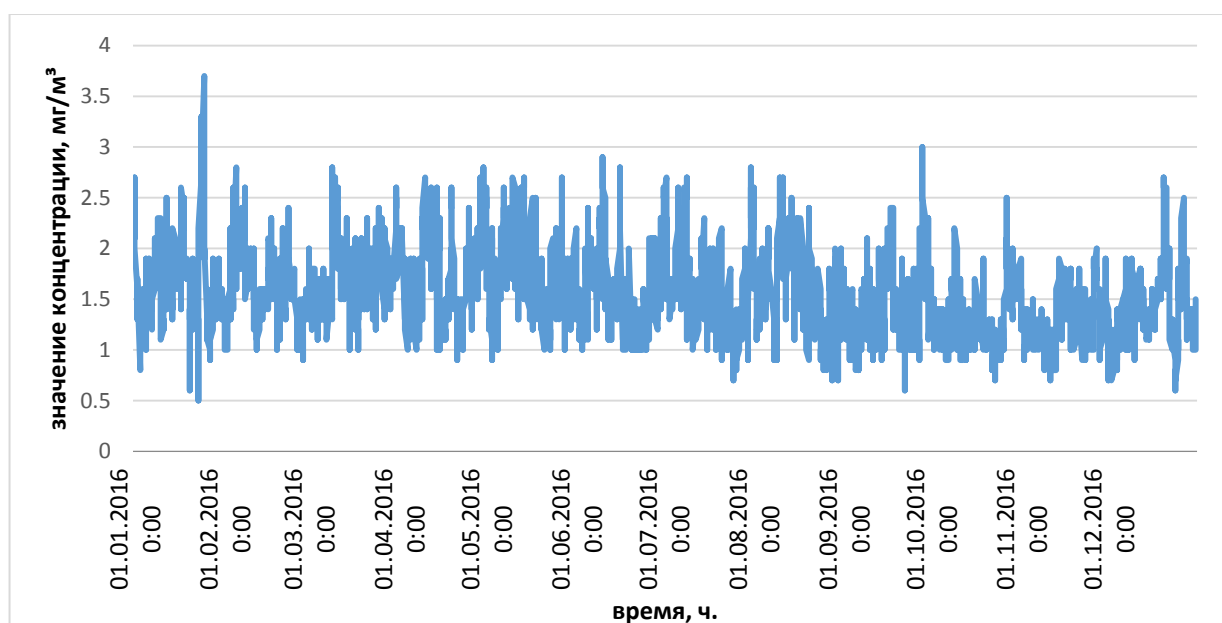


Рисунок 23. График изменчивости концентрации за весь период наблюдений.

Проведем типизацию суточного хода. Для этого построим график суточного хода примеси

4.1 Типизация суточного хода.

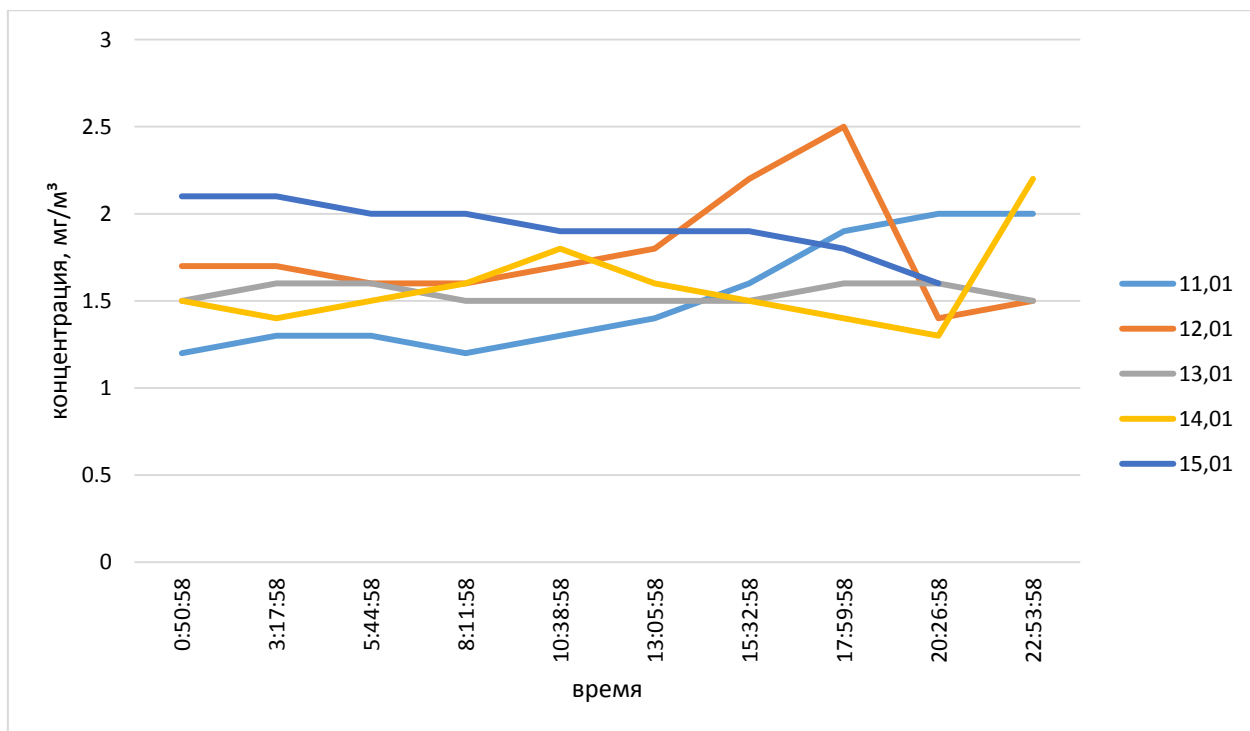


Рисунок 24. Суточный ход примеси в будние дни на январь 2016 года.

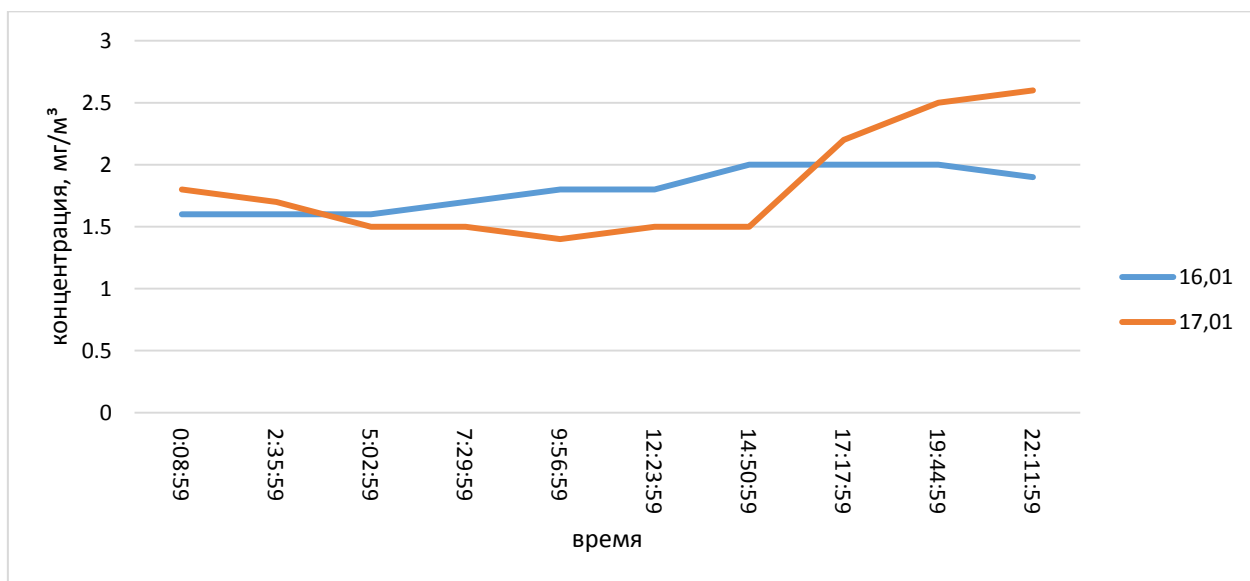


Рисунок 25. Суточный ход примеси в выходные дни на январь 2016 года

На рисунке 24 и 25 приведен график суточного хода концентрации NO_2 за период с 11 по 15 января (будние дни) и с 16 по 17 января (выходные дни). В период с 8:10 по 20:30 11 января и с 8:10 по 18:00 наблюдается повышение значений концентрации. Это связано с увеличением количества транспорта в утренние и вечерние часы. В остальное время наблюдается уменьшение концентрации.

Предварительный анализ суточного хода показал наличие устойчивого суточного хода с двумя максимумами, приходящимися на пик движения автотранспорта.

Таблица 2

Статистические характеристики фильтрованного ряда.

Всего значений	Число наблюдений, превышающих ПДК	Длина ряда, шт.	Среднеквадратичное отклонение	Среднее значение, мг/м ³	
Весь ряд	3240	3581	0,42	1,56	
Январь	267	284	0,38	1,67	
Февраль	267	284	0,38	1,62	
Март	302	304	0,6	1,75	
Апрель	286	294	0,43	1,71	
Май	293	303	0,41	1,75	
Июнь	270	294	0,41	1,59	
Июль	270	304	0,42	1,56	
Август	273	304	0,45	1,60	
Сентябрь	244	294	0,41	1,43	
октябрь	247	303	0,32	1,32	
Ноябрь	247	294	0,27	1,32	
декабрь	257	299	0,39	1,42	

90% всех значений превышают среднее, что составляет 3240 значений.

Наибольшее число превышения уровня ПДК приходится на март, а

наименьшее – на сентябрь. В среднем, в марте был самый высокий уровень концентрации примеси, а самым чистым месяцем был сентябрь.

4.2 Закон распределения.

Значение концентрации в нашем случае можно рассматривать как случайную величину, т.к. в реальных условиях присутствует множество факторов, которые оказывают влияние.

Случайной величиной - называется величина, которая в результате опыта может принять то или иное значение, неизвестно заранее какое именно.

Законом распределения случайной величины называется всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.

Закон распределения прерывной случайной величины X может быть задан в следующих формах:

- табличной;
- аналитической;
- графической.

Простейшей формой задания закона распределения прерывной случайной величины X является таблица.

$$X_i \quad X_1 \quad X_2 \quad \dots \quad X_n$$

$$P_i \quad P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_n$$

Такую таблицу называют рядом распределения случайной величины X .

Таблица 3.

Число попаданий в пределы градаций.

Градация	Число попаданий	Пределы
1	52	0,8
2	289	1,1
3	1283	1,5
4	912	1,8
5	561	2,1
6	313	2,4
7	137	2,7
8	29	3,1
9	3	3,4
10	2	3,7
	3581	

Чтобы придать ряду распределения более наглядный вид, часто прибегают к его графическому изображению - гистограмме.

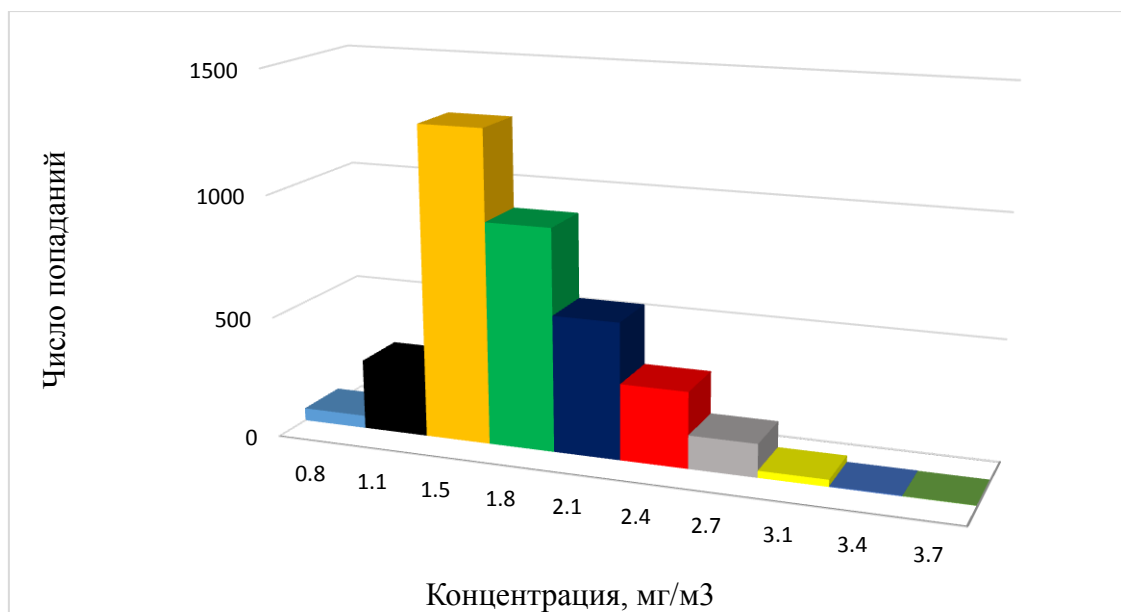


Рисунок 26. Гистограмма распределения за 2016 год

Гистограмма — способ графического представления табличных данных. Количественные соотношения некоторого показателя представлены в виде прямоугольников, площади которых пропорциональны. Чаще всего для удобства восприятия ширину прямоугольников берут одинаковую, при этом их высота определяет соотношения отображаемого параметра.

Таким образом, гистограмма представляет собой графическое изображение зависимости частоты попадания элементов выборки от соответствующего интервала группировки.

В нашем случае гистограмма может быть построена как по количеству попаданий в диапазон, так и по вероятности попадания.

Затем необходимо провести расчет плотности распределения f_q , функции распределения F_q , функции обеспеченности P_q . По полученным данным строится график.

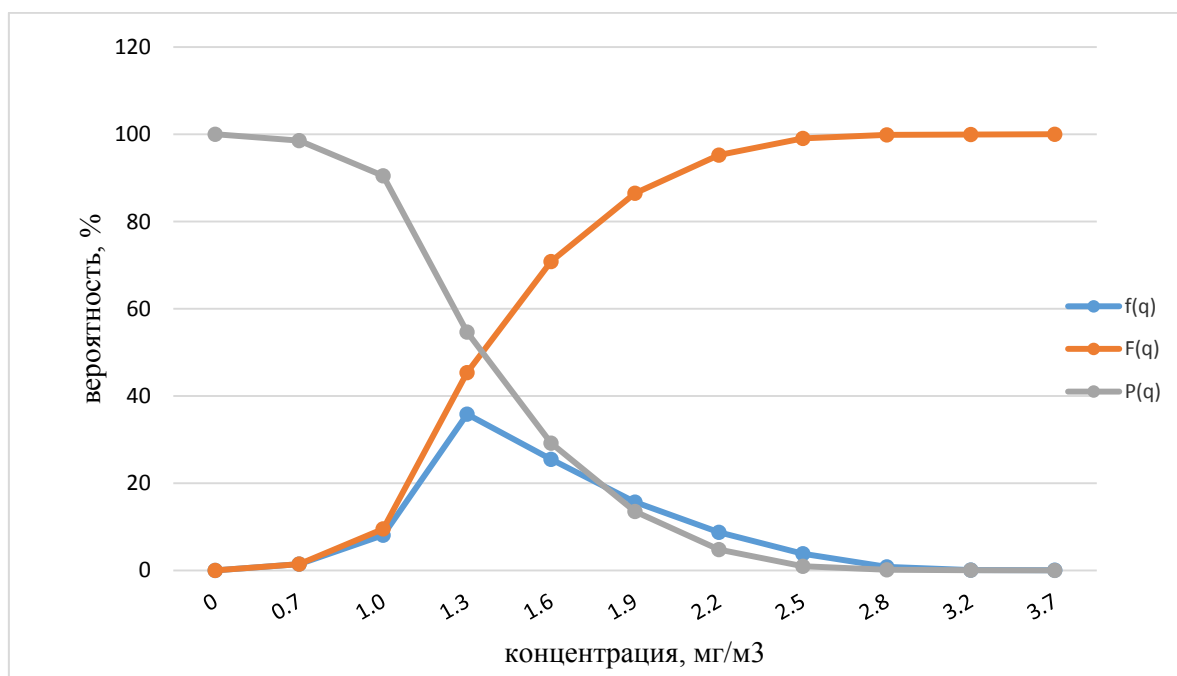


Рисунок 27. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за 2016 год.

Повторим последние действия со значениями для зимнего и летнего периода.

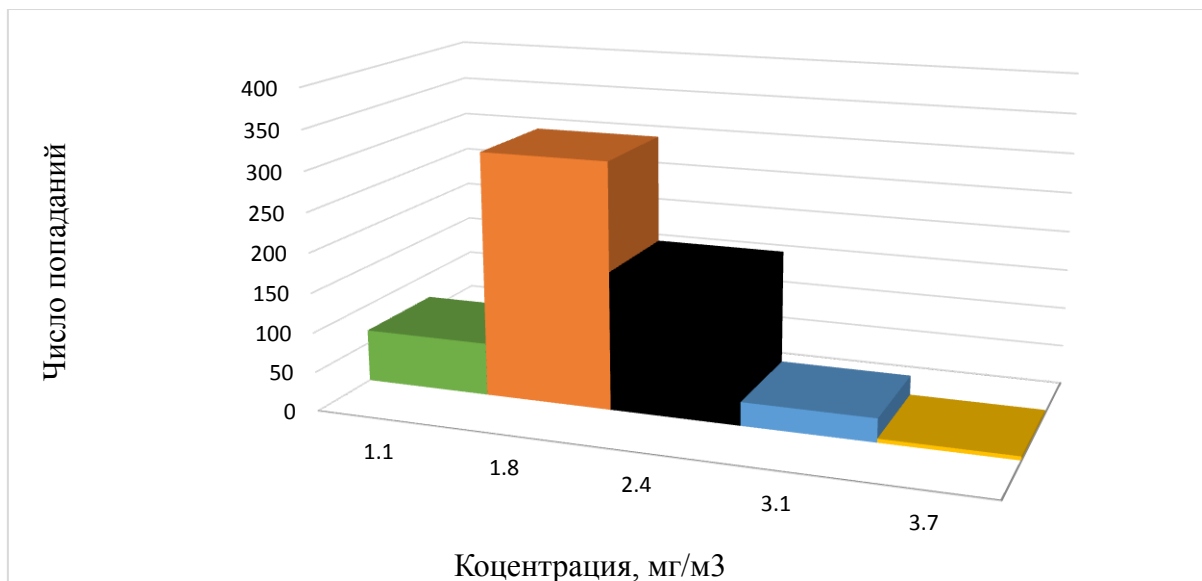


Рисунок 28. Гистограмма распределения концентраций за зимний период 2016 года.

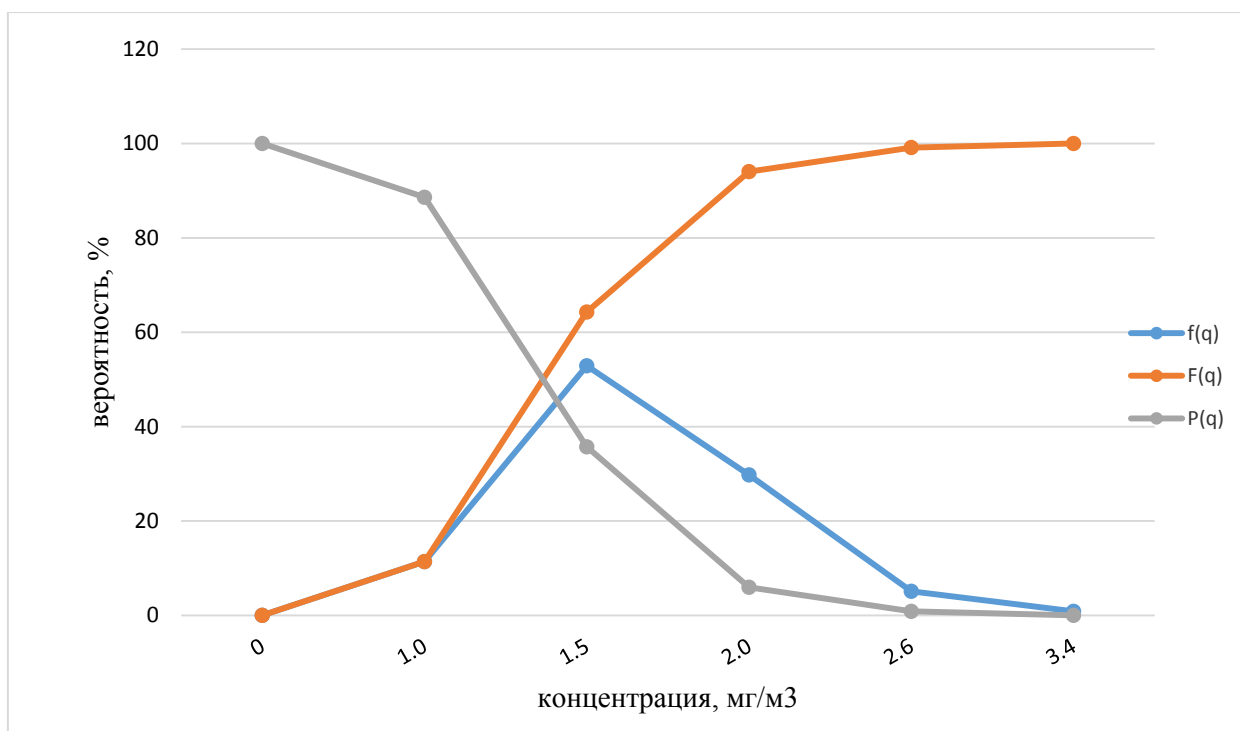


Рисунок 29. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за зимний период 2016 года.

Такие гистограмма и график строятся для каждого месяца.

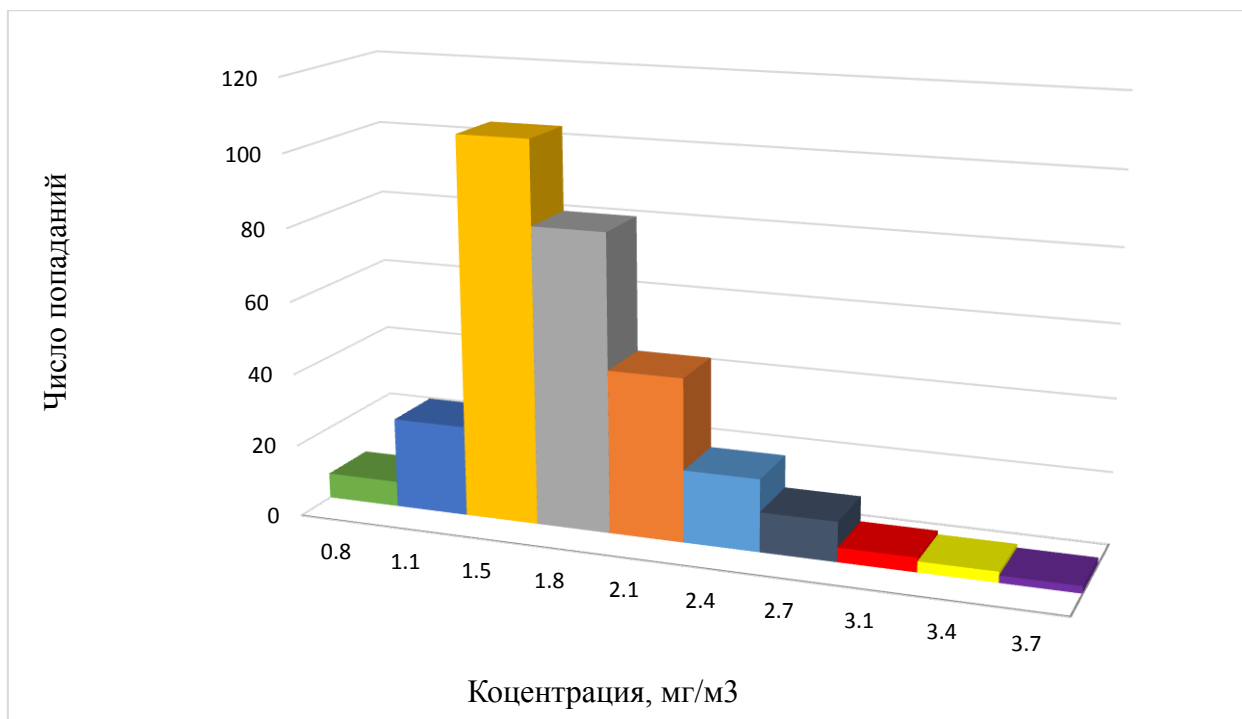


Рисунок 30. Гистограмма распределения концентрации за январь 2016 года.

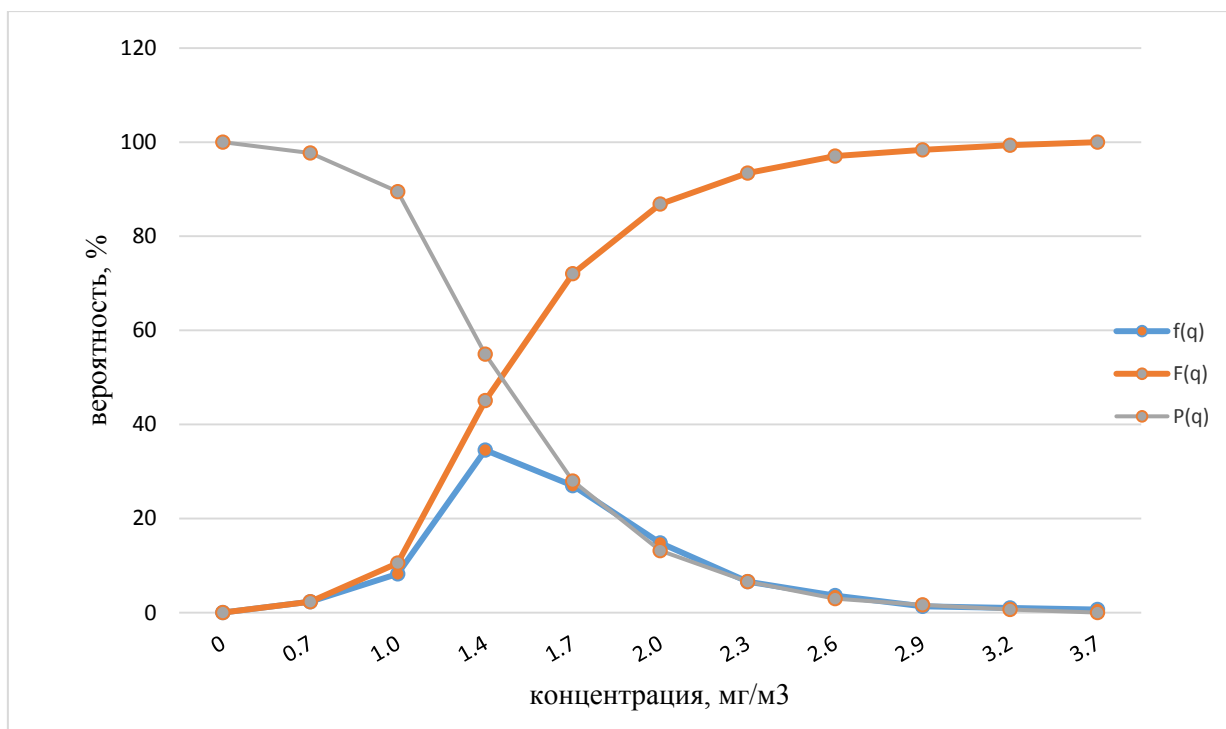


Рисунок 31. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за январь 2016 года.

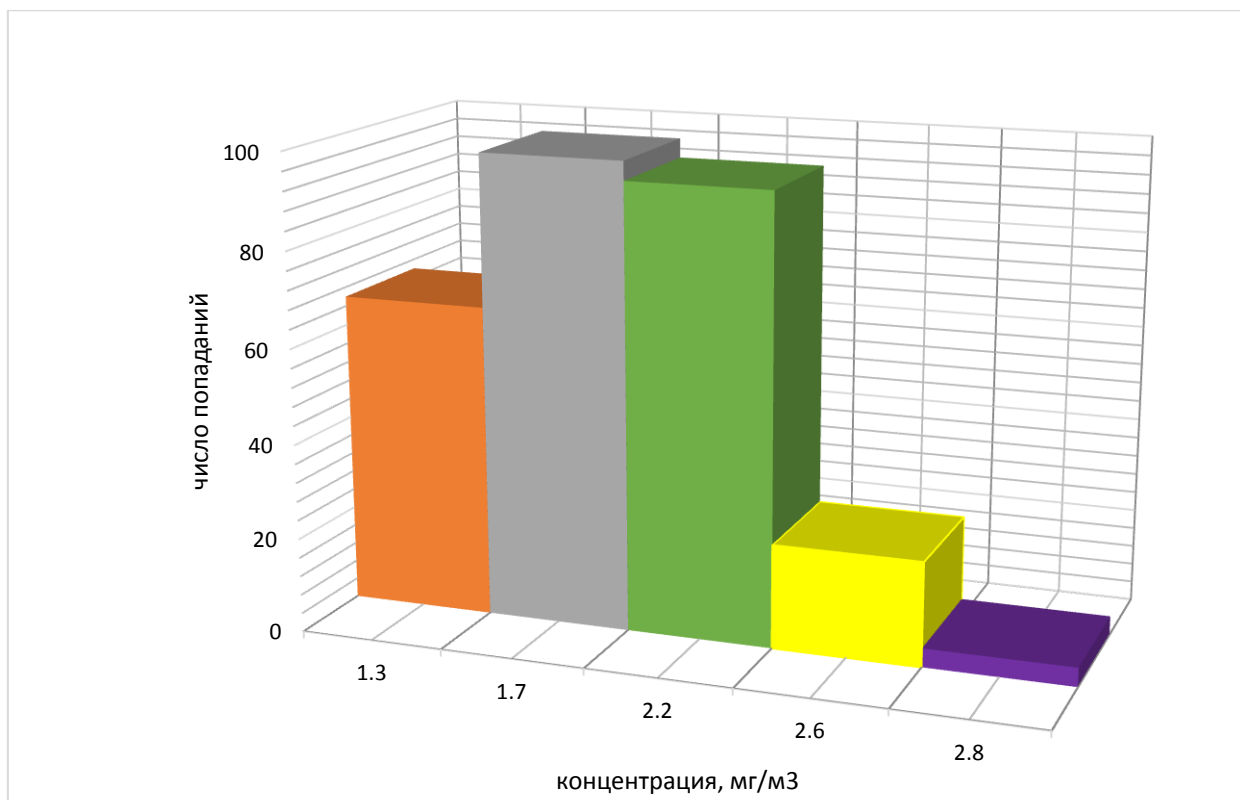


Рисунок 32. Гистограмма распределения концентрации за февраль 2016 года.

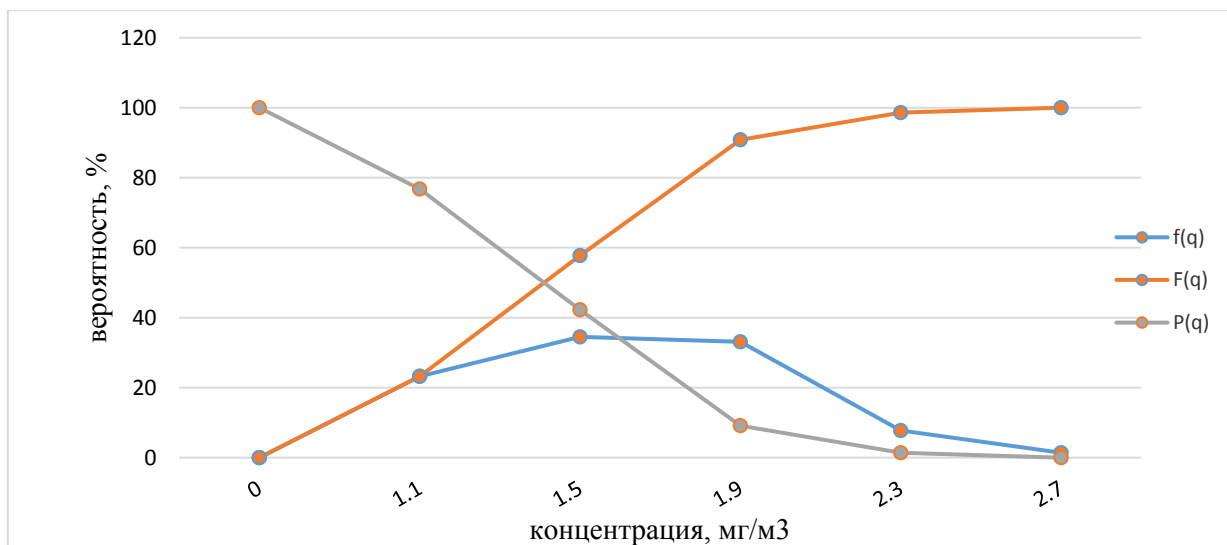


Рисунок 33. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за февраль 2016 года.

Гистограмма распределения концентрации примеси за январь 2016 года наиболее приближена к нормальному распределению. В январе наблюдается наибольшее число значений концентрации, которые приходятся на 2

градацию, которая соответствует средним значениям концентрации. Гистограммы января и февраля похожи по распределению, но в январе больше значений попадает в 2 градацию, что говорит о том, что примеси в феврале было меньше, чем в январе.

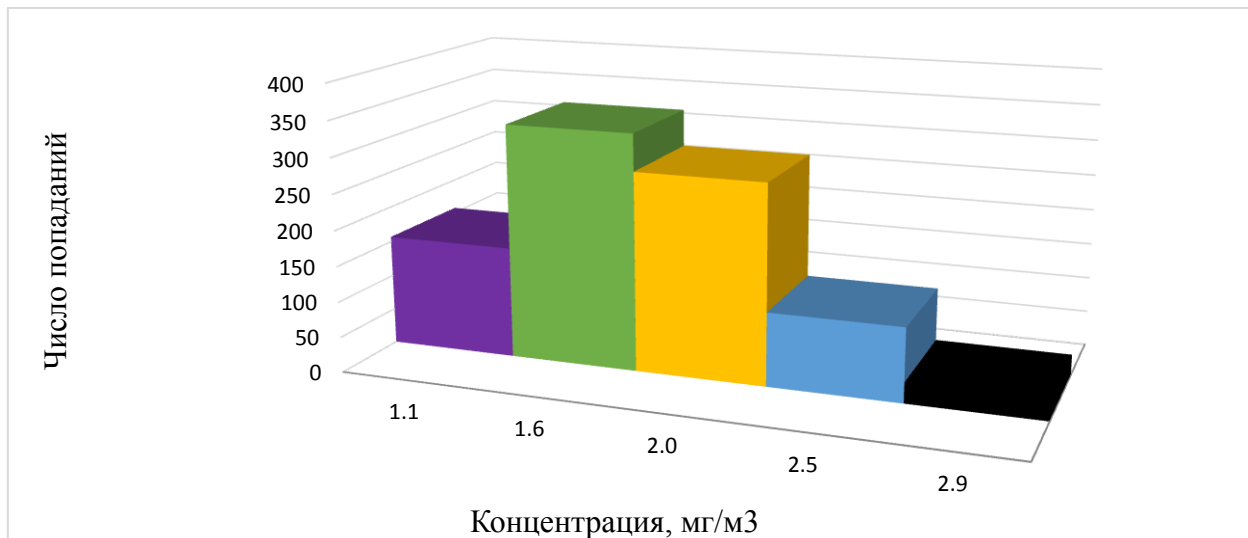


Рисунок 34. Гистограмма распределения концентрации за летний период 2016 года.

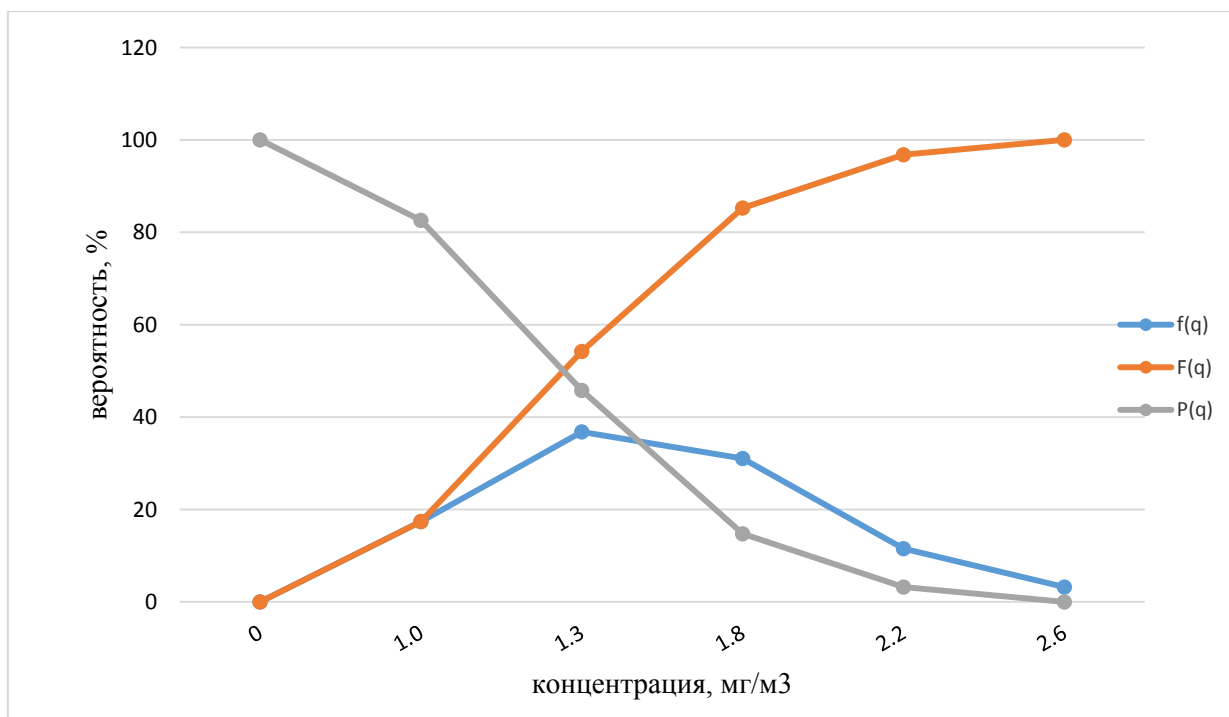


Рисунок 35. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за летний период 2016 года.

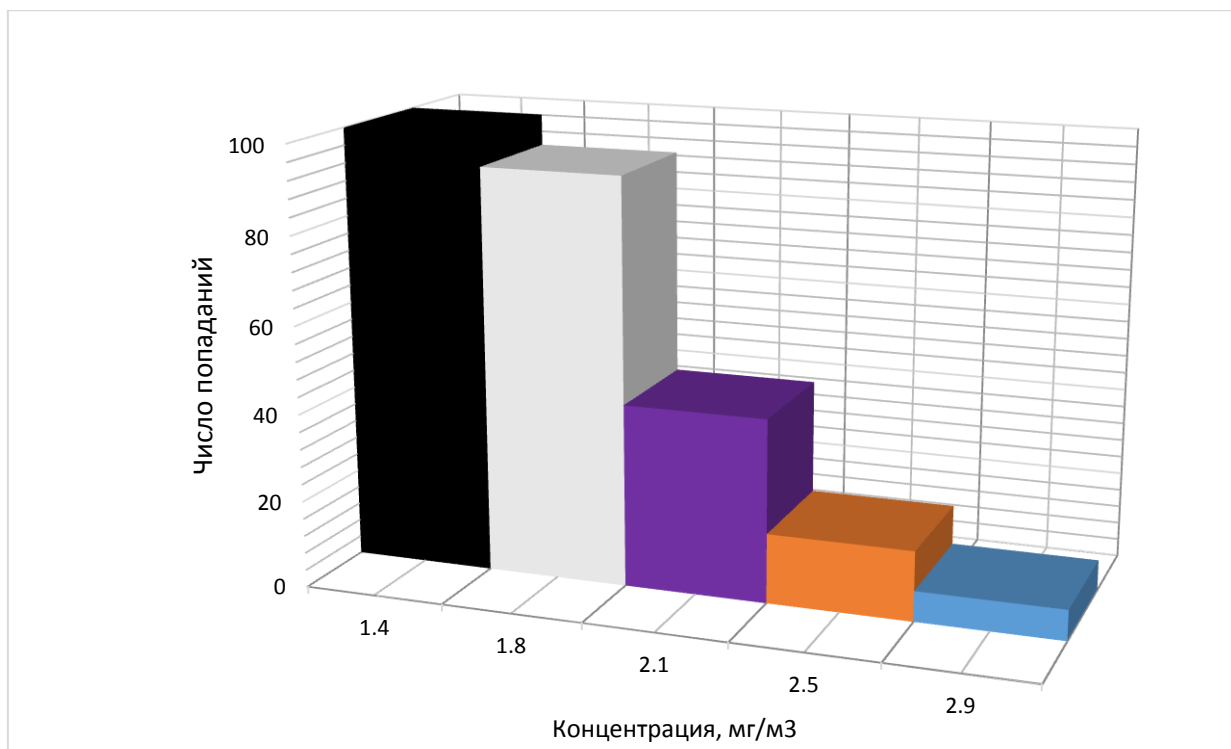


Рисунок 36. Гистограмма распределения концентрации за июнь 2016 года.

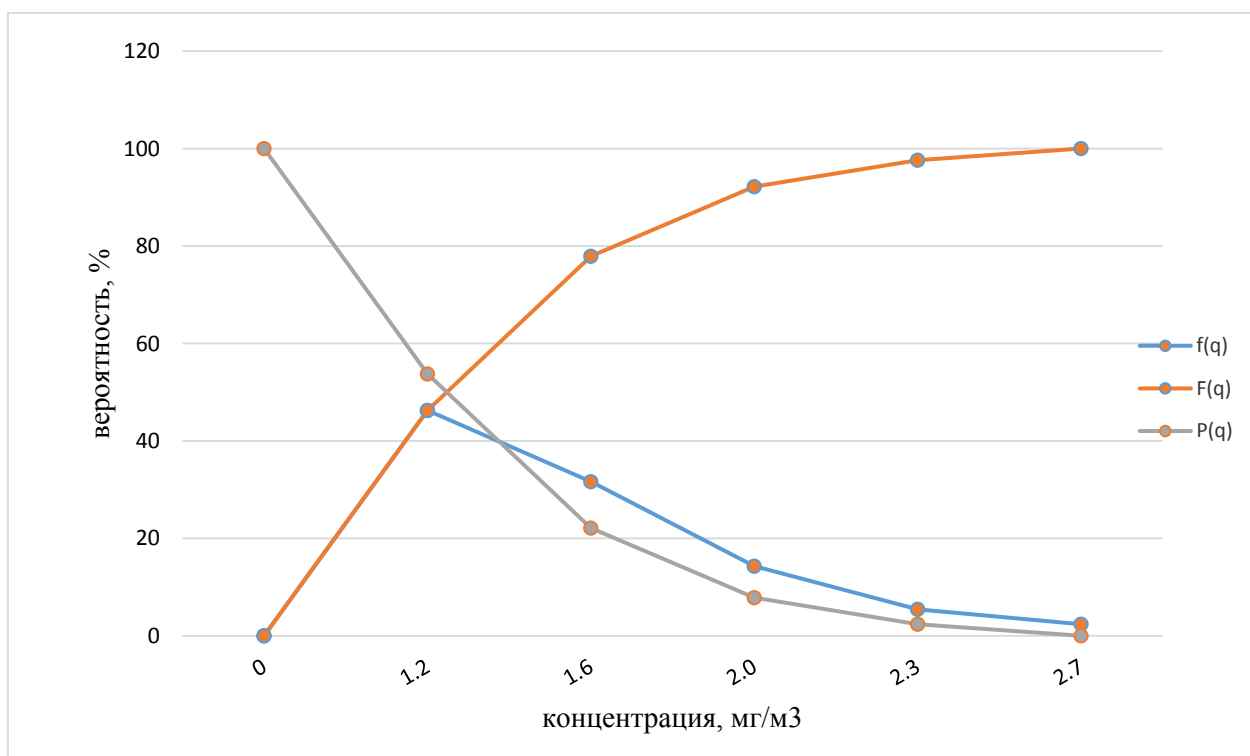


Рисунок 37. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за июнь 2016 года

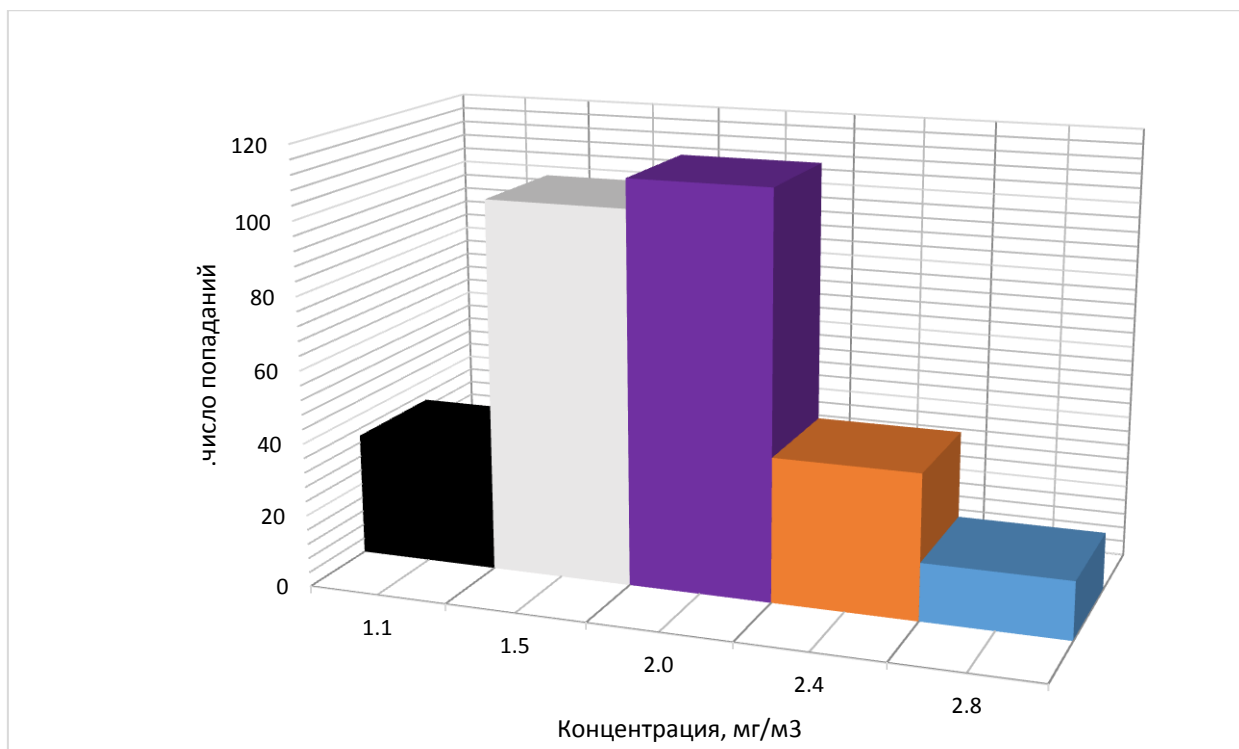


Рисунок 38. Гистограмма распределения концентрации за июль 2016 года.

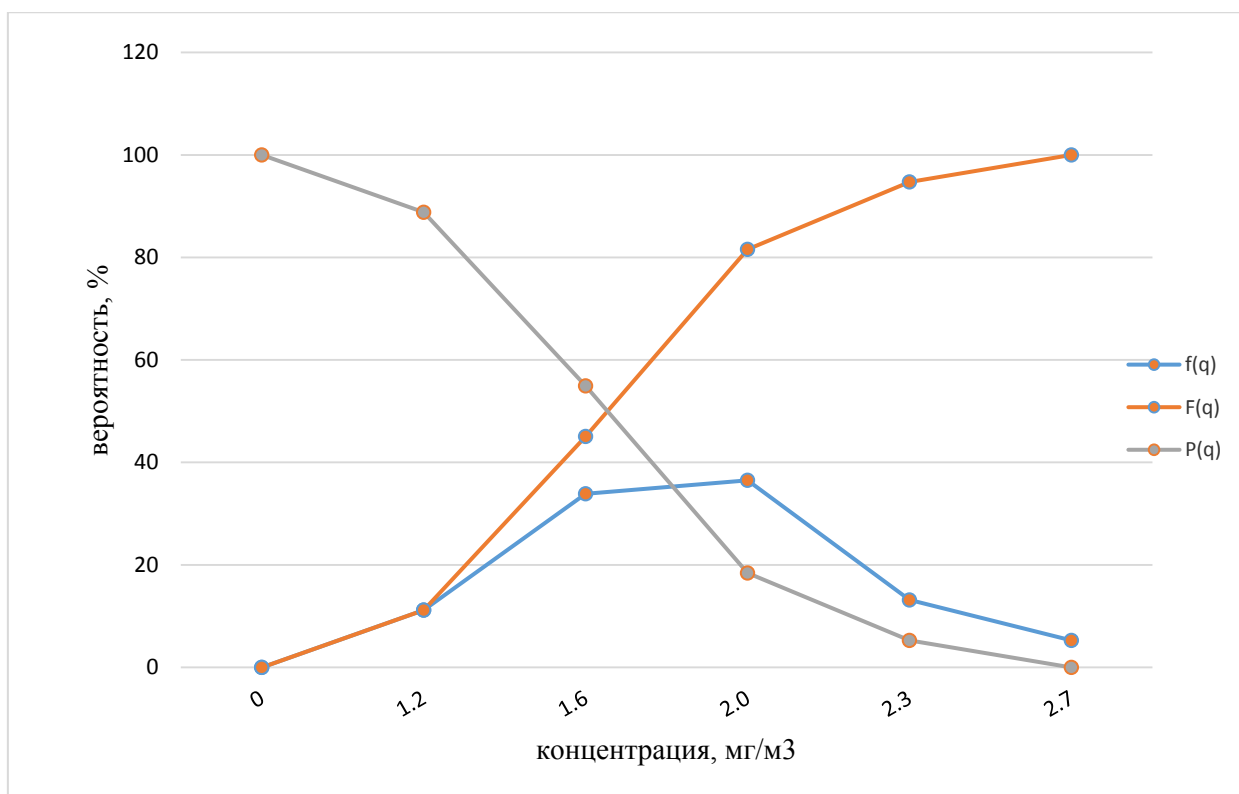


Рисунок 39. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за июль 2016 года

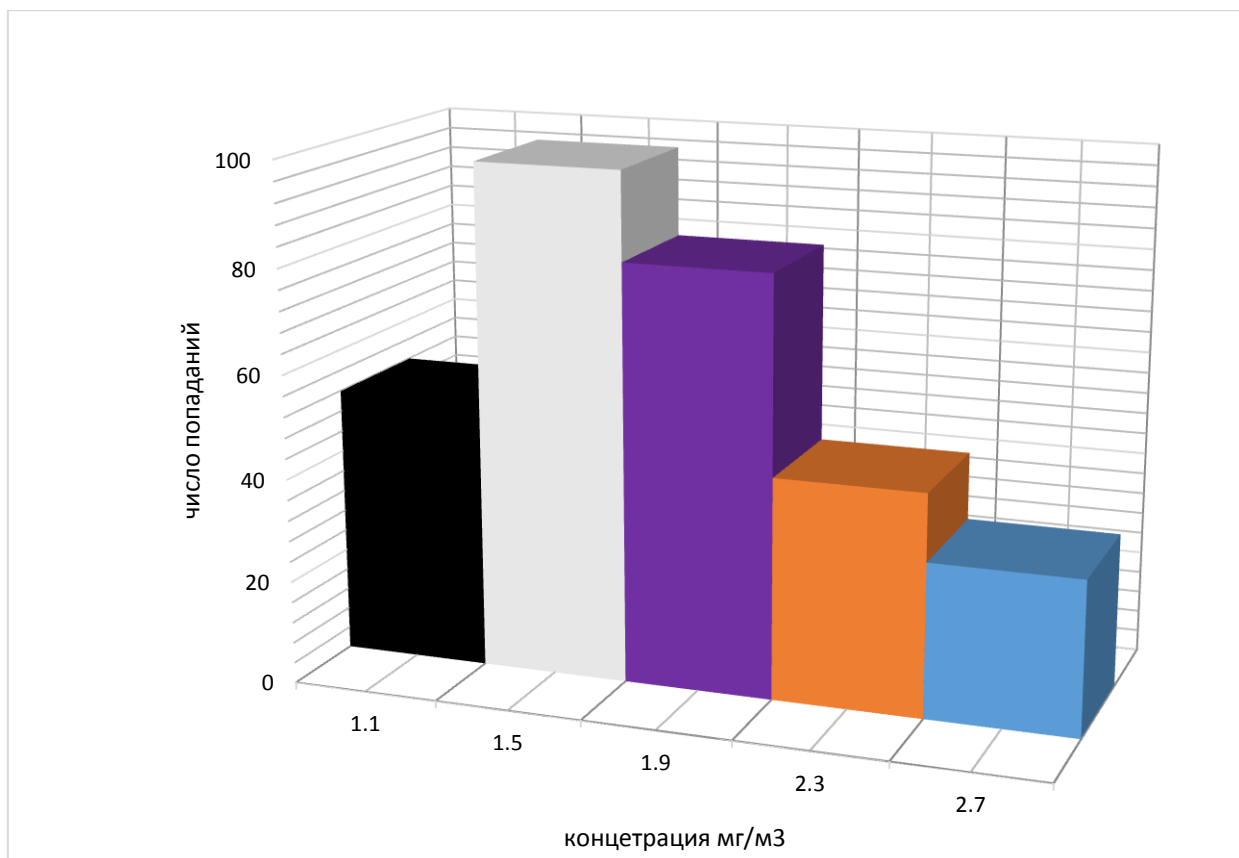


Рисунок 40. Гистограмма распределения концентрации за август 2016 года.

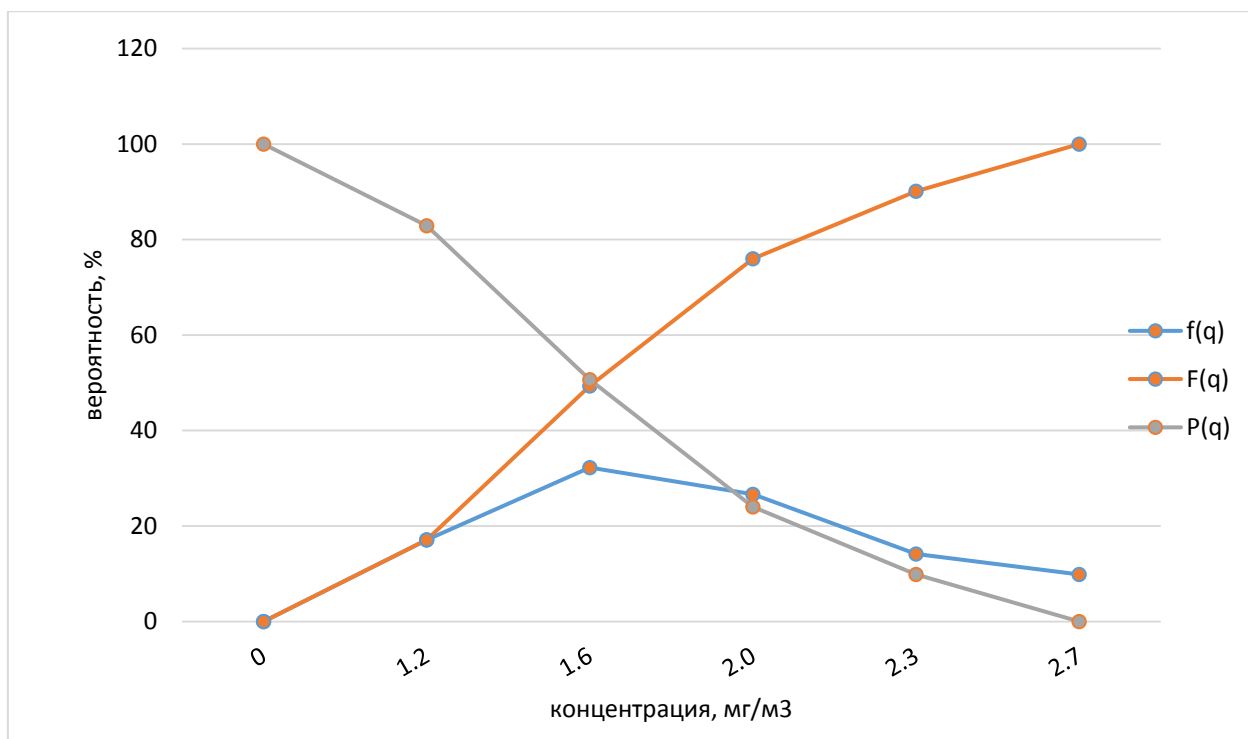


Рисунок 41. График плотности вероятности, функции распределения, функции обеспеченности за август 2016 года

Гистограмма распределения концентрации примеси за июнь, июль и август 2016 г. наиболее приближены к нормальному распределению. В июле наблюдается наибольшее число значений концентрации, которые приходятся на 3 градацию, которая соответствует средним значениям концентрации. Гистограммы июня, июля и августа похожи по распределению, но в июле больше значений попадает в 3 градацию, что говорит о том, что примеси в июле было больше, чем в июне и августе.

4.3 Углубленная статистическая обработка за 2016 год.

Углубленная статистическая обработка за январь и февраль 2016 года.

Таблица 4.

Осредненный суточный ход концентрации NO_2 за январь 2016 года.

Часы	0	3	6	9	12	15	18	21
Ср. знач., мг/м ³	1,538	1,433	1,808	1,823	1,650	1,675	1,742	1,625
СКО, мг/м ³	0,373	0,446	0,661	0,622	0,301	0,400	0,365	0,344
ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1

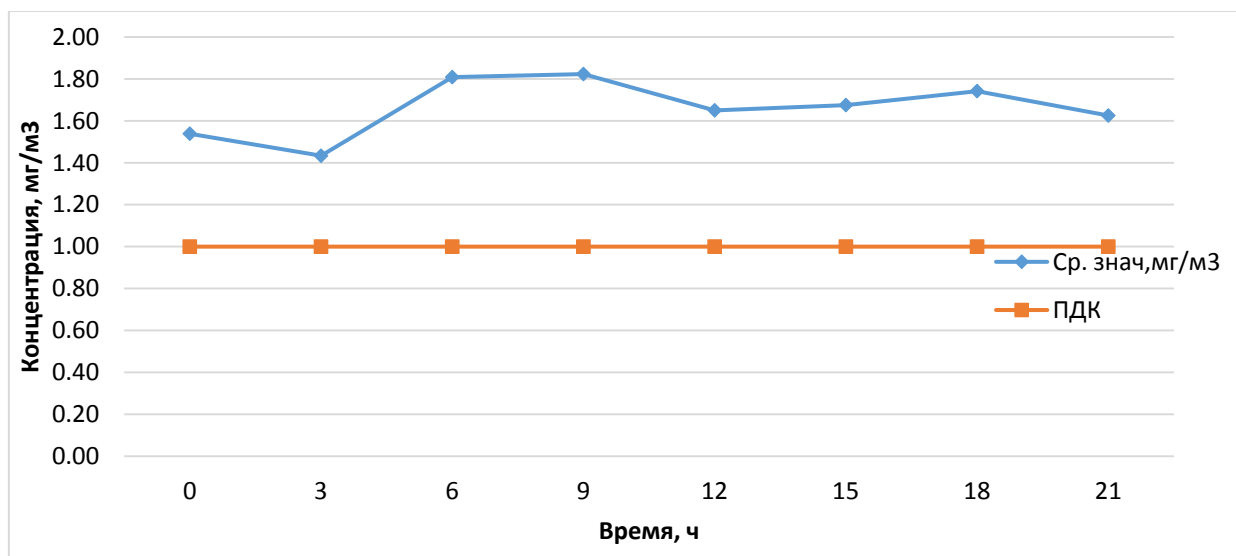


Рисунок 42. Осредненный суточный ход за январь 2016 года.

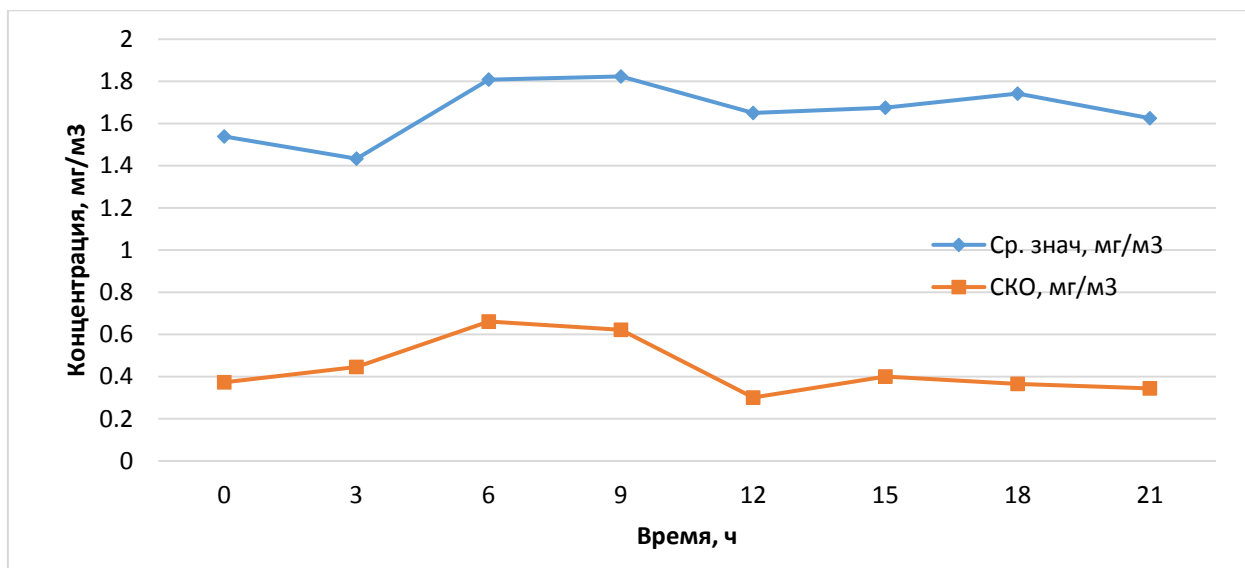


Рисунок 43. Зависимость среднего от СКО за январь 2016 года.

Таблица 5.

Осредненный суточный ход концентрации NO_2 за февраль 2016 года.

Часы	0	3	6	9	12	15	18	21
Ср. знач., мг/м3	1,742	1,517	1,642	1,608	1,555	1,633	1,633	1,675
СКО, мг/м3	0,417	0,364	0,504	0,432	0,314	0,370	0,394	0,296
ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1

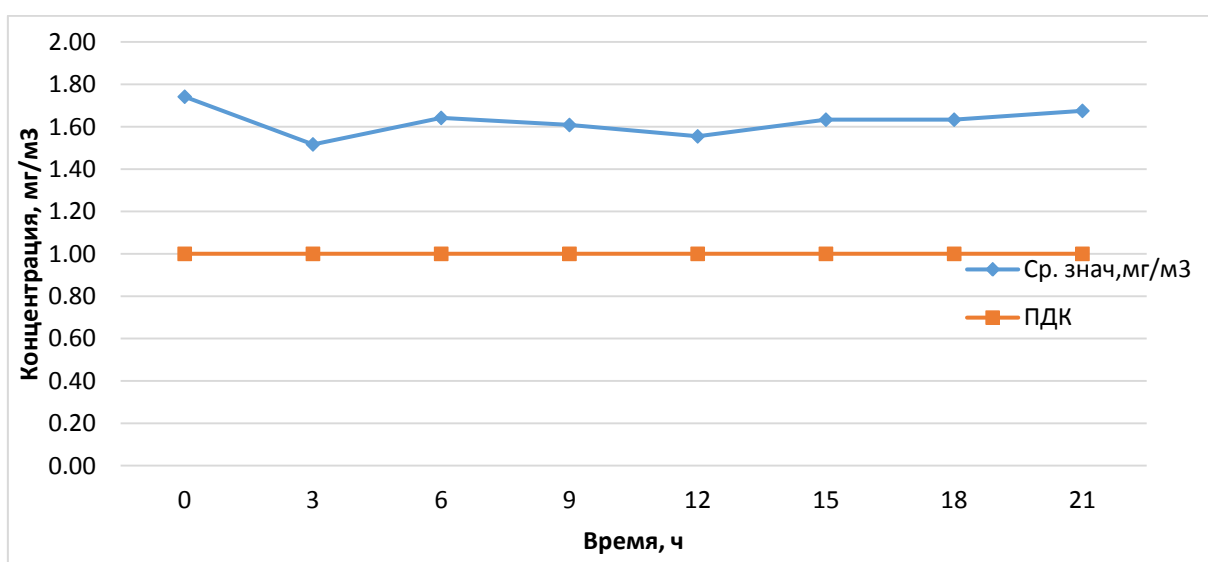


Рисунок 44. Осредненный суточный ход за февраль 2016 года.

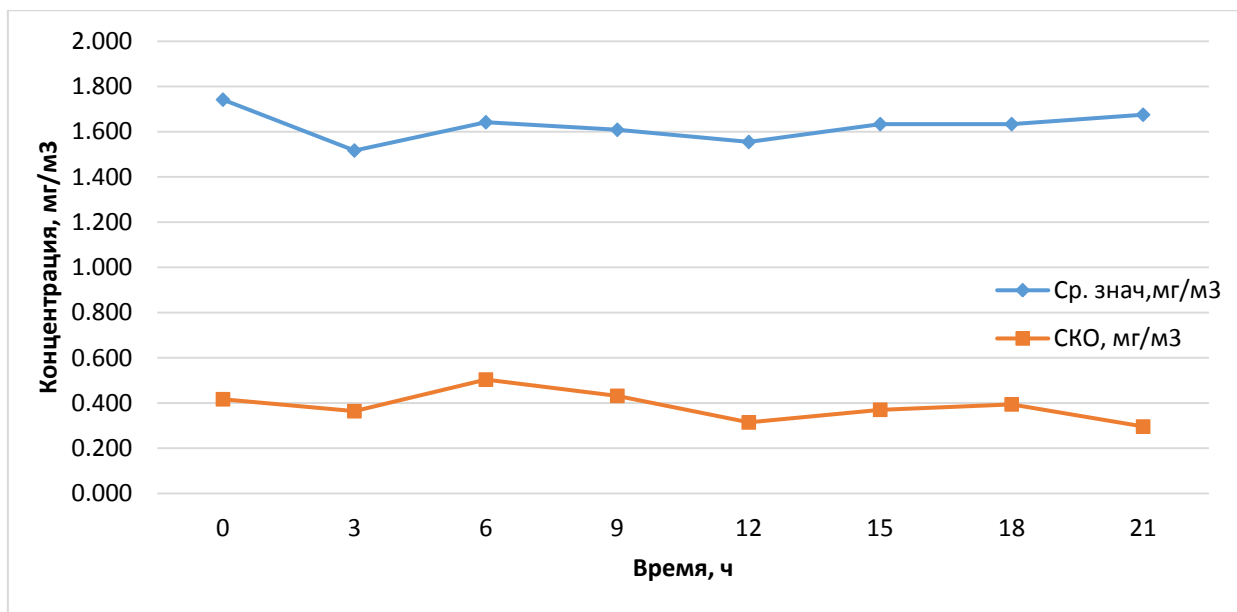


Рисунок 45. Зависимость среднего от СКО за февраль 2016 года

По графикам осредненного суточного хода концентрации примеси видно, что во всех 2 месяцах суточный ход имеет схожий вид, отличаются только значения концентраций. За сутки наблюдается 3 максимума (0, 6 и 21 ч), что соответствуют активному движению автотранспорта. Осредненный суточный ход необходимо сравнивать с ПДК (СС) (среднесуточным). За все месяцы среднесуточные значения концентрации превышали уровень ПДК. Углубленная статистическая обработка за июнь, июль и август 2016 года.

Углубленная статистическая обработка за июнь, июль и август 2016 года.

Таблица 6.

Осредненный суточный ход концентрации NO_2 за июнь 2016 года.

Часы	0	3	6	9	12	15	18	21
Ср. знач., мг/м³	1,717	1,350	1,483	1,654	1,562	1,317	1,500	1,717
СКО, мг/м³	0,447	0,334	0,395	0,486	0,475	0,244	0,283	0,338
ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1

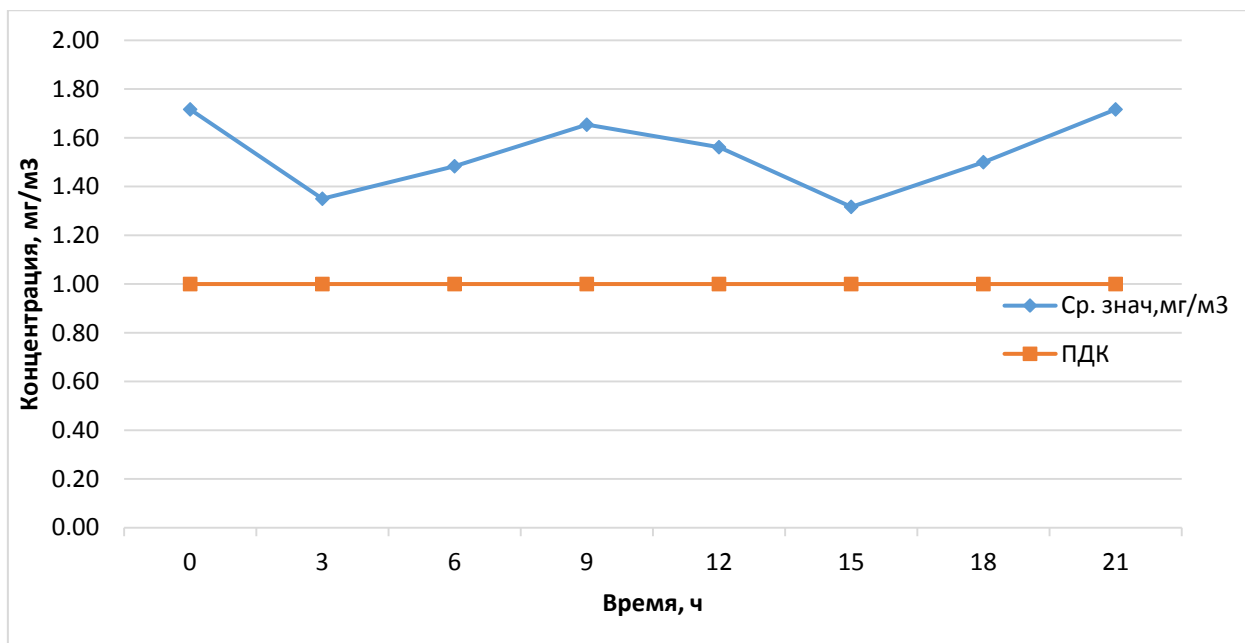


Рисунок 46. График осредненный суточный ход за июнь 2016 года.

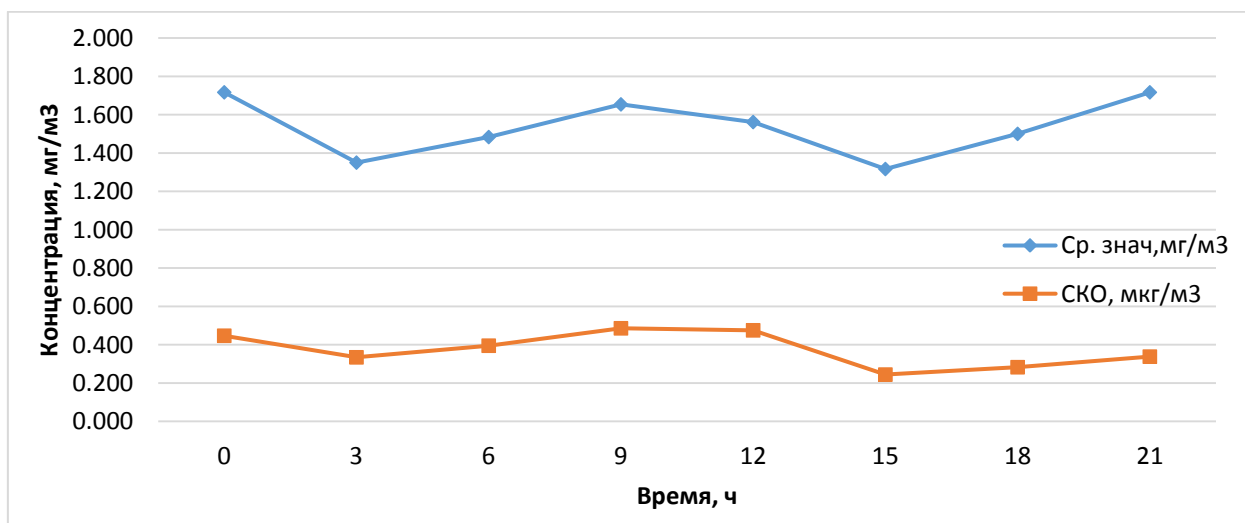


Рисунок 47. График зависимость среднего от СКО за июнь 2016 года.

Таблица 7.

Осредненный суточный ход концентрации NO₂ за июль 2016 года.

Часы	0	3	6	9	12	15	18	21
Ср. знач., мг/м³	1,679	1,562	1,567	1,508	1,577	1,615	1,525	1,533
СКО, мг/м³	0,474	0,448	0,440	0,446	0,593	0,488	0,277	0,264
ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1

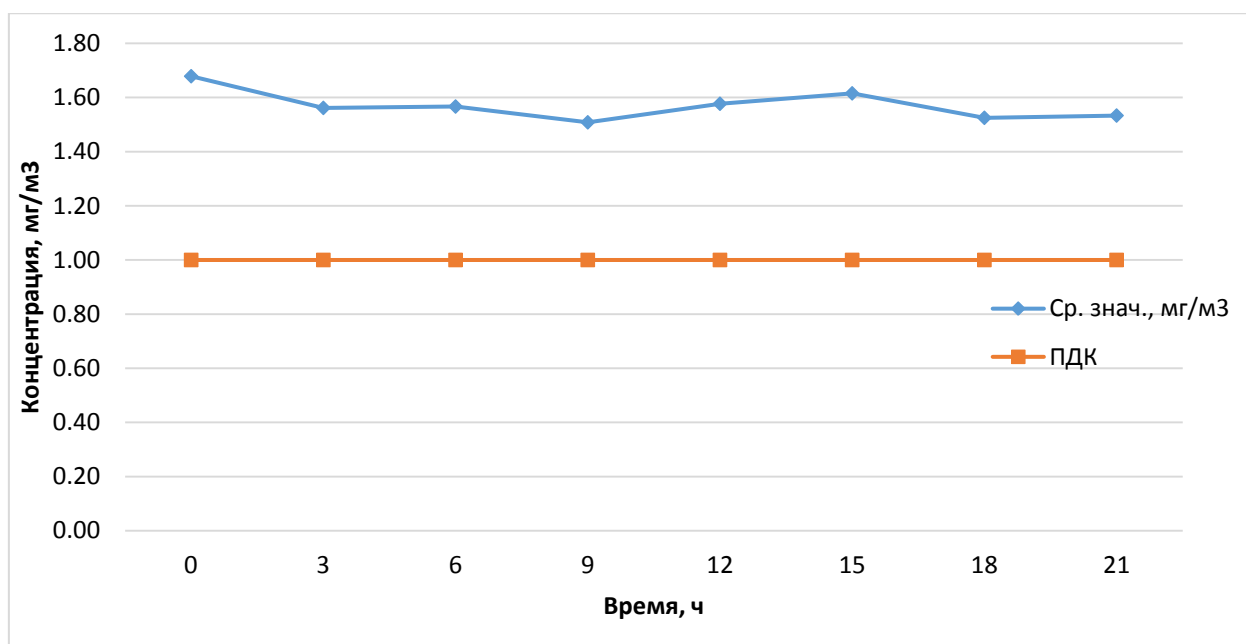


Рисунок 48. График осредненный суточный ход за июль 2016 года.

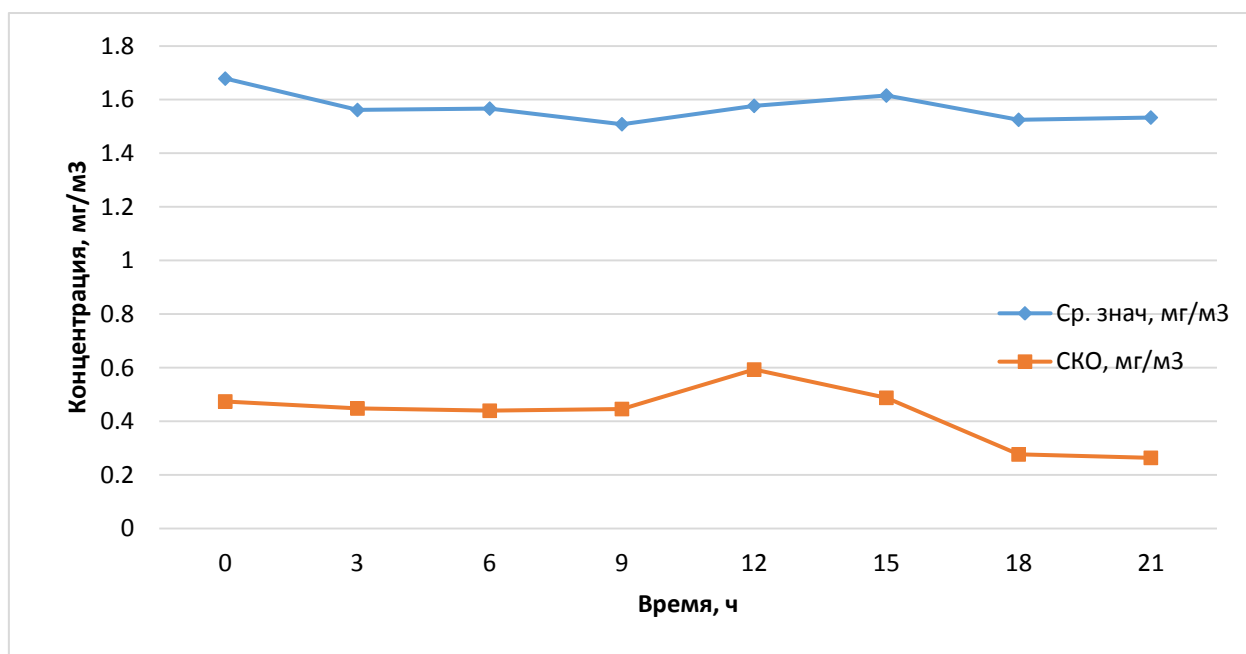


Рисунок 49. График зависимость среднего от СКО за июль 2016 года.

Таблица 8.

Осредненный суточный ход концентрации NO₂ за август 2016 года.

Часы	0	3	6	9	12	15	18	21
Ср. знач., мг/м3	1,575	1,735	1,677	1,475	1,667	1,631	1,557	1,585
СКО, мг/м3	0,449	0,503	0,548	0,360	0,510	0,515	0,401	0,363
ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1

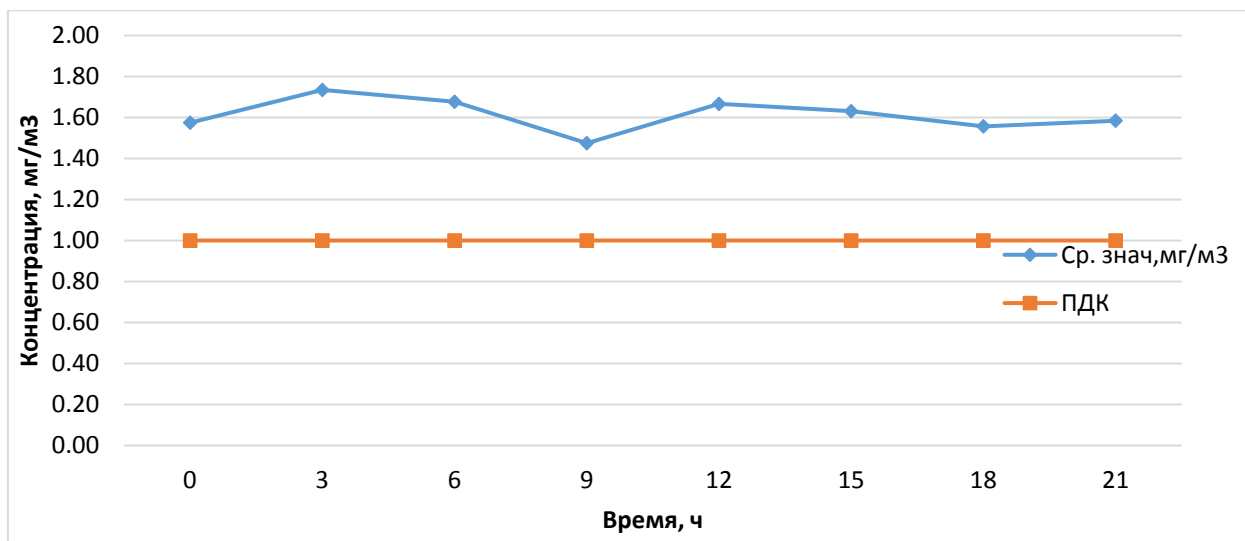


Рисунок 50. График осредненный суточный ход за август 2016 года.

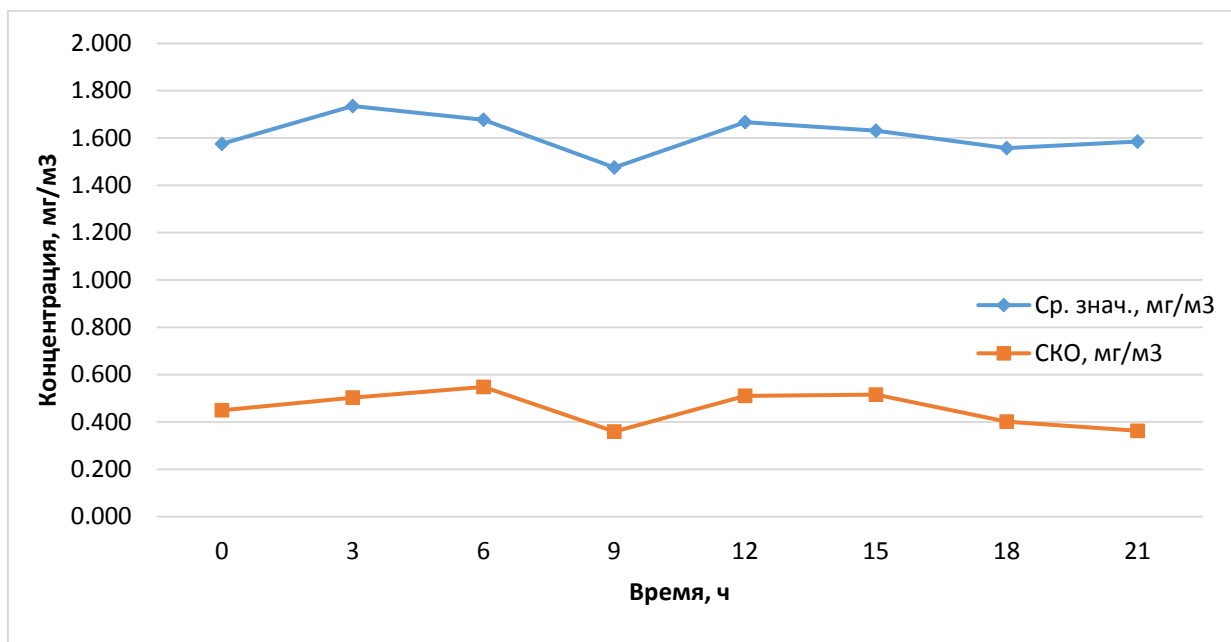


Рисунок 51. График зависимость среднего от СКО за август 2016 года.

По графикам осредненного суточного хода концентрации примеси видно, что во всех 3 месяцах суточный ход имеет схожий вид, отличаются только значения концентраций. За сутки наблюдается 2 максимума (3 и 12 ч), что соответствуют активному движению автотранспорта. Осредненный суточный ход необходимо сравнивать с ПДК (СС) (среднесуточным). За все месяцы среднесуточные значения концентрации превышали уровень ПДК.

Заключение

- Выполнен статистический анализ вариаций концентраций диоксида азота загрязнения в воздушном бассейне г. Москвы.
- Рассчитаны основные статистические характеристики вариаций концентраций диоксида азота.
- Проанализированы спектры плотности вероятности, функция обеспеченности концентрации диоксида азота.
- Оценено влияние загрязнения атмосферного воздуха диоксида азота на экологическую обстановку в городе.
- Определены вероятности превышения разовых предельно допустимых концентраций для диоксида азота.

По данным автоматизированной локальной системы экологического мониторинга, сохраняется тенденция сокращения превышении нормативов выбросов на источниках. В 2016 году по результатам экологического мониторинга, проведенного передвижной экологической лабораторией, было выявлено несколько категорий объектов, на которые наиболее часто поступают жалобы жителей, где были зафиксированы превышения или повышенные значения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Для всех категорий объектов разработаны и ведутся контрольно-надзорные мероприятия.

Список литературы

1. <https://world-weather.ru/>
2. <http://www.pogodaiklimat.ru/>
3. <https://rp5.ru/>
4. <http://weatherarchive.ru/>
5. <http://www.etomesto.ru/>
6. <https://mosecom.mos.ru/>
7. <https://sud-expertiza.ru/zagryaznenie-vozduha-v-moskve/>
8. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. РД 52.04.306-92. - С. - П.: Гидрометеоиздат, 1993 год
9. Безуглая Э.Ю., Горчиев А.А., Разбегаева Е.А. Годовой и суточный ход содержания атмосферных примесей в городских условиях // Труды ГГО. - 1971.
10. <http://www.meteorf.ru/>
11. <https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/view/120188220/>
12. Химия окружающей среды / Под ред. Дж. О. М. Бокрис-М: Химия 1982 год
13. Экология. Учебное пособие. М: Знание 1997 год
14. Моисеев Н. Н. Человек и биосфера. М: Молодая гвардия, 1995 год
15. Гиляров А.М. Что такое современная экология? Биология в школе – 1997 год
16. Ермолаев С. В. Проектная деятельность социально-экологической направленности. Нижний Новгород, 2001 год

17. Кушнир, А.Ф. Статистические и вычислительные методы сейсмического мониторинга / А.Ф. Кушнир. - М.: Красанд, 2012 год