



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

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Пространственное распределение загрязняющих веществ в Санкт-Петербурге в весенний период»

Исполнитель

Рогозина Валентина Павловна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

кандидат физико-математических наук
(ученая степень, ученое звание)

Крюкова Светлана Викторовна

(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой**

(подпись)

доктор физико-математических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Кузнецов Анатолий Дмитриевич

(фамилия, имя, отчество)

«06» июня 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

Содержание

	стр.
Введение	3
1 Загрязнение атмосферы	5
1.1 Физико-химические свойства атмосферы и загрязняющих веществ	5
1.2 Основные источники загрязнения воздуха и загрязняющие вещества	8
1.3 Метеорологические факторы загрязнения атмосферы	13
1.4 Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха	16
2 Экологический мониторинг окружающей среды	18
2.1 Сущность и задачи экологического мониторинга окружающей среды	18
2.2 Классификация и организация экологического мониторинга	19
2.3 Автоматизированные станции контроля атмосферы в Санкт-Петербурге	22
3 Исследование пространственного распределения загрязняющих веществ в весенний период на территории Санкт-Петербурга	30
3.1 Анализ средних значений загрязняющих веществ	30
3.2 Построение поля пространственного распределения концентраций загрязняющих веществ	36
3.3 Выявление зависимости между распределением загрязняющих веществ и метеорологическими параметрами	45
Заключение	49
Список использованной литературы	51

Введение

С развитием цивилизации антропогенное воздействие на природу становится все более и более сильным и к концу XX века приобрело планетарный характер. Хозяйственная деятельность человека часто оказывает негативное влияние на самого человека и на окружающую его природу. Недостаточное внимание, уделяемое планированию и выполнению мероприятий, направленных на защиту воздушной среды, является одной из важнейших причин всевозрастающего загрязнения атмосферного воздуха. Под загрязнением атмосферного воздуха понимается любое изменение его состава и свойств, которое проявляет негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Актуальность данной темы исследования состоит в том, что на сегодняшний день антропогенное загрязнение атмосферного воздуха приобрело огромный размах. Это привело к серьезным экологическим, экономическим, социальным последствиям для общества.

Главная проблема для жителей мегаполисов, в данное время- это нарушение санитарно-эпидемиологического законодательства, а от его соблюдения зависит не только то, насколько благоприятно и комфортно будет жить в городе, но и то, каким воздухом дышать, какую воду пить и в какой окружающей среде находиться.

Целью данной работы является пространственный анализ распределения концентраций загрязняющих веществ на территории Санкт-Петербурга за весенний период.

Для достижения поставленной цели выстраивается ряд задач, а именно:

- 1) Рассчитать средние значения концентраций загрязняющих веществ за три месяца;

- 2) Построить поля пространственного распределения загрязняющих веществ;
- 3) Построить 3D модели пространственного распределения загрязняющих веществ.

Объектом исследования являются значения концентраций загрязняющих веществ на 20 автоматизированных станциях экологического мониторинга воздуха, размещённых в Санкт-Петербурге.

Предметом исследования являются данные по загрязнению воздуха за весенний (март, апрель, май) период 2011 года, полученных с 20 станций.

Структура выпускной работы: работа состоит из введения, трех глав, которые подразделены на подглавы, заключения и списка использованной литературы.

Первая глава посвящена основным загрязняющим веществам в атмосфере. Вторая глава посвящена основам экологического мониторинга. Третья глава посвящена расчету и оценке содержания загрязняющих веществ в атмосфере Санкт-Петербурга. В заключение работы сделаны основные выводы по результатам исследования.

1.Загрязнение атмосферы

1.1 Физико-химические свойства атмосферы и загрязняющих веществ

Атмосфера - газовая оболочка Земли, которая играет важную роль в создании необходимых условий для существования живых организмов. Масса атмосферы всегда постоянна и оценивается в 5 тысяч триллионов тонн. До высоты 60-80 км атмосфера имеет практически постоянный состав, и находится в хорошо перемешанном состоянии.

Существуют, по меньшей мере, четыре признака, на основе которых атмосферу делят на слои в вертикальном направлении. Это распределение температуры по высоте; состав атмосферного воздуха и наличие заряженных частиц; характер взаимодействия атмосферы с земной поверхностью; влияние атмосферы на летательные аппараты.

Выделяют несколько слоев, различающихся по распределению температуры с высотой. Около 80 процентов массы атмосферного воздуха сконцентрировано в нижнем, приземном слое-*тропосфере*, толщина которого в среднем 11-12 км. Далее, идет слой *стратосферы*, который располагается до высоты 50 км. Следующий слой расположен на высоте 55-80 км, называется *мезосферой*. Слои *термосфера* и *экзосфера*, занимающие высоту соответственно 80-1000 и 1000-2000км, представляют собой наиболее разреженные части атмосферы.

По составу воздуха атмосфера разделяется на гомосферу (0-95 км) и гетеросферу (выше 95 км).

По признаку взаимодействия атмосферы с земной поверхностью атмосферу делят на пограничный слой (высотой до 1-1,5 км) и свободную атмосферу. Внутри пограничного слоя выделяется приземный слой (высотой 50-100м), в пределах которого метеорологические величины (температура, скорость ветра и др.) резко изменяются с высотой.

Таблица 1.1 Состав сухого воздуха (без учета водяного пара) у поверхности Земли.

Газ	Объемное*, % содержание	Относительная молекулярная масса, атомная единица массы	Плотность по отношению к плотности сухого воздуха, кг/м ³
Азот (N ₂)	78,084	28,0134	0,967
Кислород (O ₂)	20,946	31,9988	1,105
Аргон (Ar)	0,934	39,948	1,379
Углекислый газ (CO ₂)	0,033	44,00995	1,529
Неон (Ne)	1,818 10 ⁻³	20,183	0,095
Криптон (Kr)	1,14 10 ⁻⁴	83,800	2,868
Водород (H ₂)	5 10 ⁻⁵	2,01594	0,070
Ксенон (Xe)	8,7 10 ⁻⁶	131,300	4,524
Озон (O ₃)	10 ⁻⁶ ...10 ⁻⁵	47,9982	1,624
Сухой воздух	—	28,9645	1,000

*Объемное содержание-это, выраженное в процентах отношение объема, занимаемого данной газовой составляющей, к общему объему смеси по условию приведения их к одинаковым давлению и температуре.

Из таблицы 1.1 видно, что основными газами являются азот (N_2)-78,084%, кислород (O_2) - 20,945% и Аргон (Ar) - 0,934%. 99,96% всей массы атмосферы приходится на эти газы, а на долю остальных всего около 0,04% [1].

Важное значение для биосферы имеют три атмосферных газа: кислород, углекислый газ и азот. Важность этих газов обуславливается, прежде всего, тем, что они очень сильно поглощают лучистую энергию и тем самым оказывают существенное влияние на температурный режим поверхности Земли и атмосферы.

Все содержащиеся в атмосфере примеси и газы можно разделить на пять групп:

1. *Основные газовые составляющие*, которыми являются кислород, азот и аргон (см. таблица 1.1); находятся в атмосфере примерно в постоянном соотношении до высоты 100 км.
2. *Малые газовые составляющие (МГС)*; это газы (O_3 -озон, CO_2 -диоксид углерода и др.) в небольшом количестве всегда присутствуют в атмосфере, хотя оно может варьировать в различных местах земного шара. Они иногда довольно активны в разных реакциях и химических превращениях и сильно поглощают ИК-радиацию. Малые газовые составляющие играют сильную роль в изменении климата.
3. *Ненасыщенные и неустойчивые молекулы и атомы*, активные, но короткоживущие атомы, взаимодействующие с другими малыми газовыми составляющими. К ним принадлежат атомный кислород O, гидроксил OH, пергидроксил HO_2 , оксид хлора ClO и некоторые другие частицы и молекулы. Многие частицы образуются при диссоциации молекул МГС радиацией Солнца.

4. *Аэрозоль* - взвешенные в воздухе, разного состава, размера и свойств, твердые и жидкие частицы - метеоритная пыль, капли и кристаллы облаков, частицы солей морской воды, сажи, цемента и др. Скорость их падения мала, а относительная поверхность велика, так что они могут принимать заметное участие в химических - гетерогенных реакциях с МГС.
5. *Антропогенные примеси*, поступающие в атмосферу в результате деятельности человека. Диоксид серы - продукт сжигания содержащего серу каменного угля, имеет большое значение среди этих примесей [2].

1.2 Основные источники загрязнения воздуха и загрязняющие вещества

Под загрязнением атмосферы понимается любое внесение в состав воздушного бассейна различных биологических материалов или вредных химических веществ. Различают естественное и антропогенное загрязнение атмосферы.

Естественное загрязнение появляется в результате природных процессов, а антропогенное - в результате деятельности людей. На рисунке 1.1 показаны основные источники загрязнения.

Естественное загрязнение атмосферы вызвано попаданием в нее растительной пыльцы, космической пыли (до 150-165 тыс. т ежегодно), морских солей, вулканической пыли. Главными источниками природной пыли являются пустыни, вулканы и оголенные участки земель.

Углеводы поступают в воздух в результате биологических процессов и деятельности вулканов. Большие количества сероводорода, аммиака, оксида азота, как правило, образуются при гниении и разложении. Весьма большое количество вредных веществ образуется в результате вторичных природных процессов. Так, хвойные деревья выделяют эфирные масла, которые окисляясь, образуют новые химические вещества. В лесах образуется около 1000 млн. т. реакционно-способных углеводов: этилен, изопрен и другие низкомолекулярные ненасыщенные углеводороды, терпены, альдегиды, кислые и щелочные вещества.



Рисунок 1.1 Источники загрязнения атмосферы

К числу *антропогенных* источников загрязнения атмосферного воздуха причисляются промышленные источники, транспорт, сельскохозяйственное производство, энергетические установки, сжигающее ископаемое топливо. Из-за высокой плотности размещения весомый вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят коммунально-бытовые предприятия [3].

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха делятся на источники выделения и источники выбросов.

К источникам выделения относят технологические устройства (аппараты, установки и. т. п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси.

К источникам выбросов относятся трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и другие устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу.

Промышленные выбросы разделяются на организованные и неорганизованные.

Организованный промышленный выброс - выброс в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы.

Неорганизованный промышленный выброс поступает в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в энергетике являются тепловые электростанции. При сжигании топлива в наибольших количествах выделяются оксиды азота, зола и диоксид серы.

От предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности в воздух в больших количествах поступают углеводороды,

оксиды азота, аммиак, хлор, фенол, формальдегид, ацетон, бензол, толуол и другие вещества.

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности вносят в атмосферный воздух сероуглерод, фенолы, диоксид серы, меркаптаны, диметилсульфид, хлор, метанол и другие вещества.

Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха в большом городе. Выхлопные газы содержат смесь более чем из двухсот компонентов. Из-за того, что отработавшие газы автомобилей поступают в нижний слой атмосферы, а процесс рассеяния существенно различается от рассеяния выбросов высоких стационарных источников, загрязняющие вещества находятся практически в зоне дыхания человека. По этой причине автомобильный транспорт относят к категории наиболее опасных источников загрязнения воздуха [4].

Таблица 1.2 Выделение (10^6 т/сут) некоторых газообразных веществ

вещество	источник	
	природный	антропогенный
диоксид серы	—	0,4
сероводород	0,3	0,01
оксиды азота	2	0,2
аммиак	3	0,01
углеводороды	2	0,2
Оксид углерода	10	1
Диоксид углерода	3000	50

В таблице 1.2 приведены экспертные оценки выделения некоторых вредных веществ природными и антропогенными источниками.

Согласно таблице 1.2, природные источники выделяют больше вредных веществ, тем не менее, самым опасным является антропогенное поступление. Это связано с тем, что вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются в зоне обитания человека.

Основными единицами измерения загрязнения атмосферы являются единицы концентраций примесей, содержащихся в воздухе. Большей частью определяют весовую концентрацию (мг/м^3), на низком уровне загрязнения атмосферы в микрограммах на 1 м^3 при очень низком уровне загрязнения атмосферы в нанограммах на 1 м^3 .

Содержание пыли и аэрозолей в атмосфере определяют по их выпадению на подстилающую поверхность и измеряют в единицах массы на единицу площади, например, в г/м^2 , кг/га , в единицу времени, например, в год (г/м^2 , кг/га или г/км^2) [5].

98 % из общего количества примесей содержащихся в промышленных выбросах приходится на пять наиболее распространенных: оксид углерода, диоксид серы, твердые вещества, оксиды азота и углеводороды. На остальные примеси приходится только 2 %.

Основные загрязняющие вещества:

- *Оксид углерода, или угарный газ* - представляет собой бесцветный безвкусный ядовитый газ, постепенно накапливающийся в организме. При неполном сгорании органических соединений в двигателях автомобилей образуется около 50% угарного газа от всей деятельности человека. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим, с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта.

- *Диоксид серы, или сернистый ангидрид* - бесцветный газ, имеющий острый запах, образуется при сгорании топлива содержащего в своем составе

серу, а также при разных производственных процессах. Нахождение сернистого ангидрида во влажном воздухе, является причиной образования смогов в промышленных центрах в утренние часы.

- *Оксиды азота*- NO- бесцветный газ, NO₂- представляет собой пар буро-красного цвета. При значительных концентрациях NO₂ имеет резкий сладковатый запах. Образуются при сгорании топлива при очень высоких температурах и избытке кислорода. Выхлопные газы и выбросы теплоэлектростанций являются основными источниками диоксида азота.

- *Взвешенные вещества* - включают в себя частицы антропогенного происхождения (сажа, пыль) и биологические частицы (пыльца, споры растений). Частицы могут содержаться в воздушной среде, либо быть заключены в капельках, взвешенных в воздухе (аэрозоли). Половина частиц антропогенного происхождения выбрасывается в воздух из-за неполного сгорания топлива на промышленных предприятиях [6,7].

1.3 Метеорологические факторы загрязнения атмосферы

Различные метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе, оказывают большое влияние на значение концентраций вредных веществ в атмосфере. На степень и интенсивность загрязнения воздушного бассейна влияют направление и скорость ветра, влажность, количество и продолжительность осадков, циркуляция воздушных потоков. Также нежелательной с точки зрения загрязнений приземного слоя атмосферы является инверсия температуры.

Инверсия температуры в атмосфере - повышение температуры воздуха с высотой вместо обычного для тропосферы её убывания. В случае повышения температуры непосредственно у земной поверхности такую инверсию называют приземной, а в случае повышения температуры на некоторой высоте от земной поверхности - приподнятой. Приземные инверсии температуры чаще всего образуются ночью благодаря излучению и постепенному охлаждению поверхности земли. Вместе с ней и остывает прилежащий к земле слой воздуха. Толщина приземных инверсий составляет десятки-сотни метров. Инверсии температуры являются задерживающими слоями в атмосфере; они препятствуют развитию вертикальных движений воздуха, вследствие чего под ними накапливается водяной пар, пыль, ядра конденсации. Это благоприятствуют образованию слоев дымки, тумана.

Для состояния атмосферы в городах наибольшую опасность представляет приземная инверсия в сочетании со слабыми ветрами, т.е. ситуация «застоя воздуха».

Существенное значение для рассеяния примесей имеет скорость и направление ветра. При низких или холодных источниках выбросов повышенный уровень загрязнения воздуха наблюдается при слабых ветрах вследствие скопления примесей в приземном слое. В случае если отходящие газы перегреты относительно окружающего воздуха, то они обладают начальной высотой подъема. Из-за этого вблизи источника создается поле вертикальных скоростей, способствующих подъему факела и уносу примесей вверх. Этот подъем обуславливает уменьшение концентраций примесей у земли. За счет быстрого переноса примесей в горизонтальном направлении при сильных ветрах эта концентрация убывает.

Большое влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха имеет рельеф и связанная с ним циркуляция атмосферы. В подветренной части местности могут возникать зоны завихрения. В этих случаях возможно

встречное основному воздушному потоку движение воздуха. Такая рециркуляция воздуха может привести к повышению концентрации примеси. Поступление чистого воздуха с городских окраин в центр города приводит к снижению концентрации примесей загрязняющих веществ, так как этим потоком, нагреваемым в процессе продвижения по городской территории к центру города, примеси будут подхвачены и вынесены в верхние слои атмосферы. Концентрация примесей в городе может возрасти, если источники выбросов расположены с наветренной стороны города.

Увеличению концентраций загрязнений в атмосферном воздухе также способствует влажность. Капли тумана поглощают примесь, не только вблизи подстилающей поверхности, но из вышележащих, наиболее загрязнённых слоев воздуха. Вследствие этого концентрация примесей сильно возрастает в слое тумана и уменьшается над ним. Растворение сернистого газа в каплях приводит к образованию кислотных дождей.

Осадки вымывают примеси из атмосферного воздуха. После длительных интенсивных осадков практически не наблюдаются высокие концентрации примесей в атмосфере.

Солнечная радиация является источником фотохимических реакций в атмосфере с образованием различных вторичных продуктов, обладающих часто более токсичными свойствами, чем вещества, поступающие от источников выбросов [8,9].

1.4 Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха

В соответствии с ГОСТ 17.2.1.04–77: Предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе (ПДК) - концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни. ПДК является основным критерием санитарно-гигиенической оценки качества воздуха и устанавливается Министерством здравоохранения России.

Предельно допустимая концентрация атмосферных загрязнений устанавливается для двух периодов усреднения концентраций:

Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{сс}) - это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

ПДК_{сс} является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, т.к. рассчитан на все группы населения и на неопределенно долгий период воздействия. Величина ПДК_{сс} может выступать в качестве «эталона» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК_{мр}) - концентрация вредного вещества в воздухе населённых мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в том числе, субсенсорных) реакций в организме человека [10].

В таблице 1.3 представлены предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в Российской Федерации.

Таблица 1.3 Нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе (в соответствии с ГН 2.16.1338-03 и ГН 2.2.5.1314-03)

№	Вещество	ПДК _{сс} мг/м ³	ПДК _{мр} мг/м ³	Класс опасности
1	Монооксид углерода	3	5	4
2	Оксид азота	0,06	0,4	3
3	Диоксид азота	0,04	0,2	2
4	Диоксид серы	0,05	0,5	3
5	Озон	0,03	0,16	1
6	Аммиак	0,04	0,2	4
7	Взвешенные вещества	0,15	0,5	3

Класс опасности - показатель, характеризующий степень опасности для человека веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Выделяют следующие классы опасности загрязняющих веществ:

- 1 класс - чрезвычайно опасные;
- 2 класс - высоко опасные;
- 3 класс - опасные;
- 4 класс - умеренно опасные.

Учет класса опасности позволяет дифференцировано подходить к обоснованию необходимых профилактических мероприятий (например, к мерам безопасности при работе с различными веществами), а также предварительно оценивать сравнительную опасность воздействия тех или иных веществ на организм человека [11].

2. Экологический мониторинг окружающей среды

2.1 Сущность и задачи экологического мониторинга окружающей среды

Экологический мониторинг – это информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов [12].

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- О состоянии окружающей среды и его изменениях;
- О причинах наблюдаемых и вероятных изменениях состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия);
- О допустимых нагрузках на среду в целом и на ее отдельных компоненты;
- О существующих резервах биосферы.

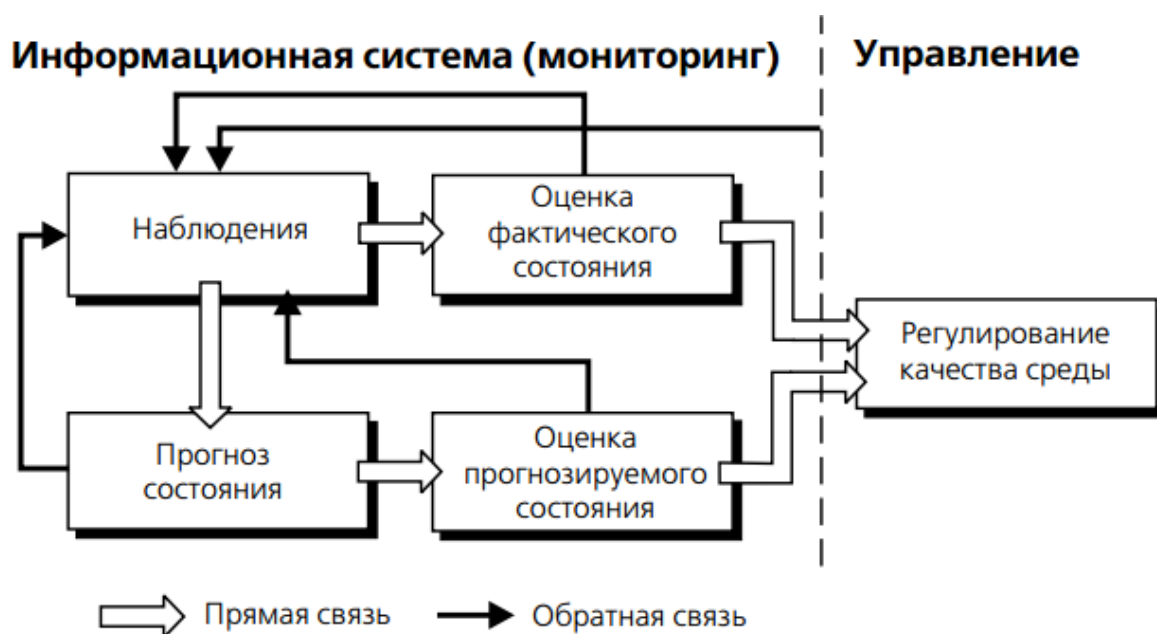


Рисунок.2.1 Функциональная схема системы мониторинга

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002г. определяет экологический мониторинг в Российской Федерации как комплексную систему наблюдений за состоянием окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Предупреждение естественных и антропогенных изменений состояния природной среды - основная задача экологического мониторинга [13].

2.2 Классификация и организация экологического мониторинга

Существуют классификация систем мониторинга по факторам, и по масштабам воздействия.

Мониторинг факторов воздействия - мониторинг различных химических загрязнителей и разнообразных природных и физических факторов воздействия.

Мониторинг источников загрязнений - мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных (транспорт) и пространственных (города, поля с внесенными химическими веществами) источников [14].

По масштабам воздействия различают следующие системы мониторинга:

- *глобальный* – это система наблюдений за общепланетарными изменениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;
- *национальный* – слежение за взаимодействием природы и человека на территории государства;
- *региональный* - слежение за процессами и явлениями, отличающимися по природному характеру или по антропогенным воздействиям от естественных биологических процессов характерных для всей биосферы, на территории отдельного региона;
- *локальный* – включает наблюдения за отдельными антропогенными источниками загрязнения;
- *импактный* – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах, примыкающих к источникам загрязняющих веществ;
- *фоновый* - слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями, слежение за состоянием природных систем без наложения на них региональных антропогенных влияний. Для осуществления базового мониторинга используют удаленные от промышленных регионов территории, в том числе биосферные заповедники [15].

Классификация систем мониторинга, основанная на методах наблюдения:

- *химический мониторинг* - это система наблюдений за химическим составом (природного и антропогенного происхождения) атмосферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных и контроль за динамикой распространения химических загрязняющих веществ. Главной задачей химического мониторинга является определение фактического уровня

загрязнения окружающей среды приоритетными высокотоксичными ингредиентами.

- *физический мониторинг* - система наблюдений за влиянием физических процессов и явлений на окружающую среду (электромагнитные излучения, радиация, акустические шумы и т.д.).
- *биологический мониторинг* - мониторинг, осуществляемый с помощью биоиндикаторов (т.е. таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде).
- *экобиохимический мониторинг* - мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих окружающей среды (химической и биологической).

Дистанционный мониторинг - в основном авиационный, космический мониторинг с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных [16].

Организация мониторинга атмосферного воздуха:

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.01 86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов, проводится организация наблюдений за уровнем загрязнения воздуха в городах и населенных пунктах. Наблюдения производятся на посту, который представляет собой заранее выбранное для этой цели место (точку местности), на нем размещается павильон или автомобиль, оборудованный соответствующими приборами. Посты наблюдений устанавливаются трех категорий: стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные).

Стационарный пост наблюдения – особый павильон, который оснащен специальной аппаратурой для непрерывной регистрации содержания концентрации загрязняющих веществ и метеорологических параметров. Его устанавливают в местах, выбранных с учетом обязательного предварительного

исследования загрязнения воздушной среды. Обычно стационарные посты устанавливают в местах постоянного пребывания людей, т. е. в городах.

Маршрутный пост наблюдения - предназначен для отбора проб в определенной точке местности, где нет необходимости проводить постоянный мониторинг или нет возможности поставить стационарный. Наблюдения проводятся с помощью специализированной передвижной аппаратуры, порядок объезда выбранных маршрутных постов должен быть одним и тем же, чтобы определение концентраций примесей проводилось в постоянные сроки.

Для отбора проб под дымовым (газовым) факелом используют *передвижной (подфакельный) пост наблюдения* с целью оценить долю влияния данного источника на окружающую среду. Место отбора проб выбирают на разном расстоянии от источника.

На основании полученных данных, составляются информационные сводки, прогнозы и карты, которые направляются в природоохранные службы и ведомства, а так же по средствам массовой информации доводятся до населения [17].

2.3 Автоматизированные станции контроля атмосферы в Санкт-Петербурге

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха создана для снабжения органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения города информацией о состоянии

атмосферного воздуха. Она представляет собой комплекс технических и программных средств, необходимых для осуществления государственного экологического мониторинга атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге.

На территории Санкт-Петербурга в настоящее время работают 21 автоматическая станция, расположенные во всех 18 административных районах города, которые работают в непрерывном автоматическом режиме и обеспечивают ежедневное получение информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха, 2 стационарных поста наблюдений (СПН) и 3 передвижные лаборатории. Периодичность проводимых автоматических измерений – 20 минут [18].

Адреса расположения автоматических станций:

- №1 -ул. Профессора Попова, д.48;
- №2 -г. Колпино, Красная ул., д.1А;
- №3 -ул. Карбышева, д.7;
- №4 -Малоохтинский пр., д.98;
- № 5 -пр. Маршала Жукова, д.30, корп.3;
- №6 -В.О., Весельная ул, д.6 ;
- № 7 -ул. Шпалерная, д. 56;
- № 8 -ул. Королева, д.36, корп.8;
- № 9 -Малая Балканская ул., д. 54;
- № 10 -Московский пр., д. 19;
- № 11 -г. Сестрорецк, ул. М. Горького, д. 2;
- № 12 -ул. Пестеля, д.1;
- № 13 -шоссе Революции, д. 84;
- № 14 -г. Зеленогорск, пляж "Золотой", д.1;
- № 15 -Кронштадт, ул. Ильмянинова, д.4;
- № 16 -ул. Севастьянова, д.11;

- № 17 -г. Пушкин, Тиньков пер., д.4;
- №18 -ул. Ольги Форш, д.6;
- №19-пр. Маршала Жукова, д.55;
- № 20 -ул. Тельмана, д.24.

Схема размещений автоматических станций представлена на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 Схема размещения автоматических станций

Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятие "Специализированная фирма "Минерал» осуществляет эксплуатацию данных станций.

Станции определяют концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, источниками которых являются предприятия теплоэнергетики, промышленность и автотранспорт, оказывающие наиболее существенное влияние на экологическую ситуацию в Санкт-Петербурге:

- оксид и диоксид азота (NO и NO_2);
- оксид углерода (CO);
- диоксид серы (SO_2);
- аммиак (NH_3);
- озон (O_3);
- взвешенные вещества (пыль фракций 10 и 2.5 мкм).

Данные мониторинга передаются в Комитет по природопользованию для обработки и интерпретации средствами программного комплекса Airviro и государственной информационной системы «Экологический паспорт Санкт-Петербурга».

"Экологический паспорт Санкт-Петербурга" - государственная информационная система в сфере охраны окружающей среды и природопользования Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. Он предназначен для сбора, хранения и обеспечения различных групп пользователей информацией о состоянии окружающей среды и природно-ресурсного потенциала; об уровне техногенного воздействия на окружающую среду; потенциально экологически опасных объектах; об объектах, подлежащих государственному экологическому контролю; природных и антропогенных процессах, представляющих потенциальную угрозу для жизни людей и хозяйственной деятельности на данной территории [19].

Измерительный комплекс состоит из технических средств измерения, обеспечивающих определение в атмосферном воздухе загрязняющих веществ и взвешенных частиц и средств контроля метеорологических параметров.

Комплекс обеспечения состоит из технических средств, обеспечивающих работу станции атмосферного мониторинга.

Экологический павильон представляет собой сооружение, обеспечивающее защиту от внешних атмосферных воздействий и несанкционированного доступа; измерительный комплекс и оборудование станции располагаются в павильоне с учетом свободного доступа для их обслуживания. Система отопления и кондиционирования поддерживает климатические параметры, необходимые для стабильной работы оборудования. Система пожарной и охранной сигнализации передает информацию о возгорании, попытках несанкционированного проникновения в станцию в устройство управления и соответствующие оперативные службы, включает сигналы оповещения. Габаритные размеры экологического павильона: 3300×2350×2350 мм, масса павильона с приборами и оборудованием не более 2500 кг. При изготовлении павильона используют высокотехнологичные материалы имеющие пожарные и гигиенические сертификаты. Павильон устанавливается на бетонный фундамент, подключается к внешнему контуру заземления, источнику электроснабжения. Электропитание станции осуществляется однофазовым напряжением 220В, 50Гц; потребляемая мощность не более 5кВА. Станция находится в режиме непрерывной автоматической работы.

В измерительный комплекс станции могут быть установлены приборы, как отечественного производства, так и зарубежного производства, например:

- газоанализатор CO, модель K-100 или модель 300E TELEDYNE-APL;
- газоанализатор NO/NO₂, модель P-310A или модель 200 TELEDYNE-APL;
- газоанализатор SO₂, модель C-310A или модель 100E TELEDYNE-APL;
- анализатор пыли, модель ДАСТ или модель F-701 VEREWA;
- метеостанция

- регистратор данных.

Могут быть включены газоанализаторы и на другие загрязнители, определение которых необходимо на месте станции.

Регистратор данных обеспечивает сбор, обработку, хранение и передачу измеренных данных в соответствии с заложенными в программу протоколом обмена.

Измеренные станцией данные могут быть представлены в виде таблиц суточных данных, в графическом виде, сводной таблице данных за месяц, формируется архив данных. Пользователь может получать информацию с измерительного комплекса посредством Internet, локальных сетей, или телефонных каналов [20].

Газоаналитическое оборудование:

Газоаналитическое оборудование, подбирается в соответствии с заданным перечнем загрязняющих веществ и необходимыми диапазонами измерения концентраций.

Из отечественных газоанализаторов при создании станций контроля атмосферы нашли применение приборы производства ЗАО «ОПТЭК», из зарубежных — приборы компаний TELEDYNE — API.

Стационарный электрохимический газоанализатор концентрации CO K-100.

Газоанализатор представляет собой автоматический прибор непрерывного действия с использованием химических сенсорных датчиков, который предназначен для измерения объемной доли и массовой концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе. Сенсорные датчики газоанализатора состоят из двух чувствительных элементов и определенного химического

покрытия, которое контактирует с анализируемой средой и на котором происходит адсорбция анализируемого компонента.

Непрерывный вывод информации по каналам RS-232, RS-485 и токовому аналоговому выходу 0-5 (4-20) мА. Прибор осуществляет сбор данных, их усреднение и запись на энергозависимую память прибора.

Хемилюминесцентный газоанализатор NO и NO₂ в атмосферном воздухе (P-310A).

Газоанализатор P-310A представляет собой стационарный автоматический прибор непрерывного действия. Принцип действия газоанализатора - гетерогенная хемилюминесценция (газ – "твердое тело"). Датчиком газа служит хемилюминесцентный твердотельный сенсор. Сущность этого метода состоит в том, что химическое взаимодействие молекул анализируемого компонента с датчиком сопровождается люминесценцией. Интенсивность хемилюминесценции пропорциональна содержанию анализируемого компонента в базовой смеси. Метрологические характеристики газоанализатора обеспечиваются встроенным термодиффузионным калибратором. Газоанализатор работает в автоматическом режиме измерений.

В приборе предусмотрена возможность подключения самопишущих приборов, например, потенциометров, установлены интерфейсы RS-232 и RS-485, дополнительный токовый выход 0-5 мА (или 4-20 мА). В газоанализаторе предусмотрены до 4-х групп сухих контактов, которые устанавливаются по специальному требованию.

Диапазон измеряемых концентраций NO, NO₂: 0-1 мг/м³; Разрешение прибора - 0.001 мг/м³ [21].

Применяемые приборы сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений РФ.

Анализаторы пыли:

При создании станций контроля атмосферы нашли применение анализаторы пыли:

- «ДАСТ», Россия;
- F-701-20 VEREWA, Германия;
- BAM-1020 ,Met One instruments, США;
- EDM-180, Россия.

Анализатор пыли "ДАСТ"

Прибор предназначен для измерения массовой концентрации аэрозольных частиц (пыли) различного происхождения и химического состава. Принцип действия анализаторов пыли "ДАСТ" основан на поглощении пылевым осадком бета-частиц, испускаемых закрытым источником мягкого бета-излучения. При циклических измерениях пыль осаждается на фильтровальную ленту, при однократных измерениях осаждается на фильтр. Прибор может использоваться в режиме автоматических многократных измерений, конструктивно выполнен как стационарный прибор с блоком пробоподготовки, осуществляющим нагрев анализируемого потока воздуха для предотвращения конденсации атмосферной влаги на элементах анализатора. Результаты текущих измерений индицируются на цифровом табло, а также выводятся по каналам телеметрии в аналоговом и цифровом виде. Запись и хранение результатов измерений выполняет запоминающее устройство анализатора. В «ДАСТ» реализована встроенная система автоматического функционального контроля работоспособности с выводом информации об отказах на индикационное табло. Диапазон измерения массовой концентрации пыли —0,001—30 мг/м³ [22].

3. Исследование пространственного распределения загрязняющих веществ в весенний период на территории Санкт-Петербурга

Исходными материалами для работы являются данные 20 станций экологического контроля, расположенных на территории Санкт-Петербурга. Данные предоставлены Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности (КПООС) г. Санкт-Петербурга.

3.1 Анализ средних значений загрязняющих веществ

Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ, таких как CO, NO, NO₂, за март, апрель, май, представлены в таблицах №3.1, №3.2, №3.3.

В таблице №3.4 представлены концентрации за весенний период.

Таблица № 3.1. Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ за март.

№ станции	CO (мг/м ³)	NO (мкг/м ³)	NO ₂ (мкг/м ³)
1	0,63	18,61	37,11
2	0,48	8,56	31,09
3	0,58	30,63	55,36
4	0,41	32,63	56,88
5	0,26	18,1	48,67
6	0,25	8,9	40,72
7	0,34	10,65	42,25
8	0,93	12,83	34,99
9	0,41	10,75	32,54

10	0,33	5,18	22,92
11	0,17	2,26	13,8
12	0,62	49,16	57,98
13	0,41	17,7	41,94
14	0,31	1,84	16,78
15	0,21	4,1	24,78
16	0,31	10,87	44,47
17	0,26	2,16	20,88
18	0,32	19,16	65,91
19	0,26	9,33	24,96
20	0,18	24,29	25,82

Таблица №3.2 Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ за апрель.

№ станции	CO (мг/м ³)	NO (мкг/м ³)	NO ₂ (мкг/м ³)
1	0,7	32	40
2	0,44	15,15	37,61
3	0,61	25,62	33,96
4	0,47	35,47	56,47
5	0,36	34,84	54,41
6	0,28	10,16	38,61
7	0,39	21,03	49,71
8	0,43	24,82	39,29
9	0,45	16,96	45,58
10	0,42	7,94	22,54
11	0,19	2,15	15,11
12	0,69	52,96	58,15
13	0,48	26,46	41,31
14	0,25	2,96	17,67
15	0,19	4,73	24,82
16	0,32	13,93	37,72
17	0,31	5,14	29,17
18	0,34	22,54	40,2
19	0,3	11,73	30,23
20	0,61	51,53	59,78

Таблица № 3.3. Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ за май.

№ станции	CO (мг/м ³)	NO (мкг/м ³)	NO ₂ (мкг/м ³)
1	0,54	21,21	30,99
2	0,33	8,45	23,1
3	0,41	14,43	26,39
4	0,47	31,86	48
5	0,27	15,16	39,93
6	0,26	7,24	32,77
7	0,35	30,96	55,94
8	0,36	14,5	30,76
9	0,24	9,02	34,11
10	0,39	9,11	13,79
11	0,16	2,37	9,64
12	0,67	48,43	52,63
13	0,41	12,17	27,63
14	0,35	1,84	9,63
15	0,19	3,17	17,35
16	0,27	14,17	35,89
17	0,21	2,42	17,78
18	0,29	12,27	29,34
19	0,23	5,15	22,2
20	0,51	46	50,92

Таблица № 3.4. Среднемесячные концентрации загрязняющих веществ за
весенний период.

№ станции	CO (мг/м ³)	NO (мкг/м ³)	NO ₂ (мкг/м ³)
1	0,62	23,94	36,03
2	0,42	10,72	30,60
3	0,53	23,56	38,57
4	0,45	33,32	53,78
5	0,30	22,70	47,67
6	0,26	8,77	37,37
7	0,36	20,88	49,30
8	0,57	17,38	35,01
9	0,37	12,24	37,41
10	0,38	7,41	19,75
11	0,17	2,26	12,85

12	0,66	50,18	56,25
13	0,43	18,79	36,96
14	0,30	2,21	14,69
15	0,20	4,00	22,32
16	0,30	12,99	39,36
17	0,26	3,24	22,61
18	0,32	17,99	45,15
19	0,26	8,74	25,80
20	0,43	40,61	45,51

По данным таблиц №3.1, №3.2, №3.3 построены диаграммы распределения концентраций загрязняющих веществ CO, NO, NO₂. Они представлены на рисунках 3.1, 3.2 и 3.3.

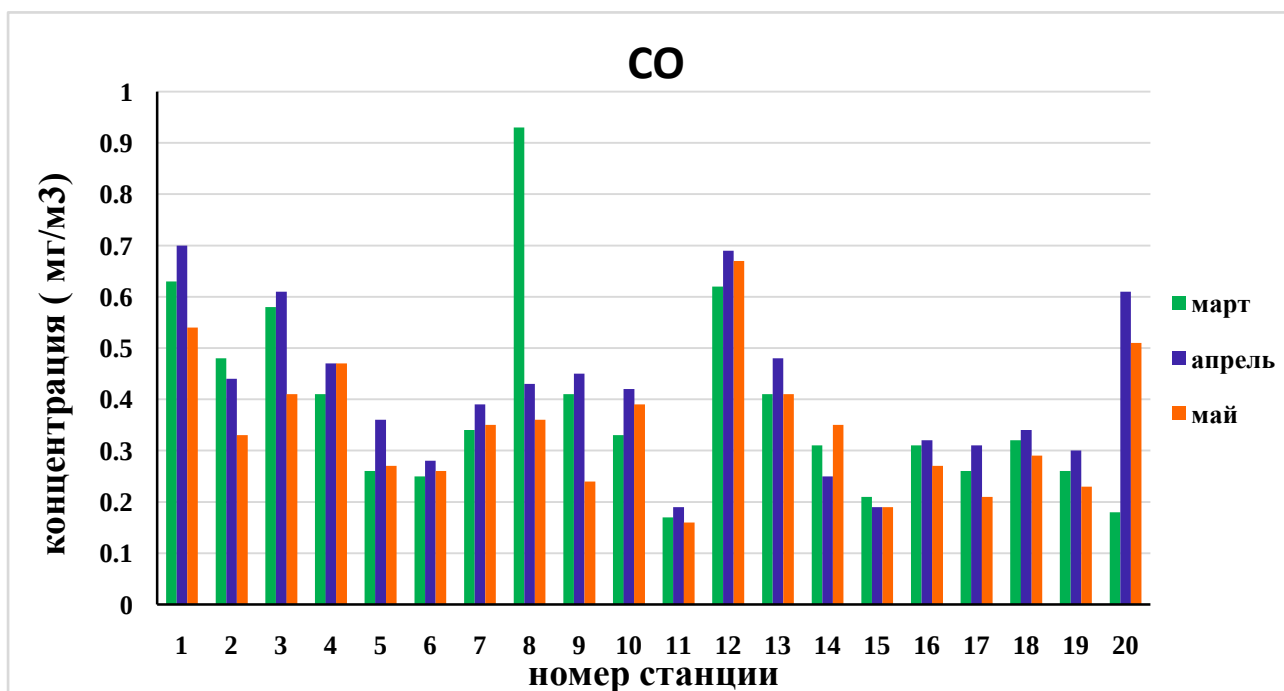


Рисунок 3.1. Диаграмма распределения концентраций CO.

Максимальное значение концентраций CO наблюдалось:

- в марте на станции №8 (ул. Королева, д.36, корп.8) и составляло 0,93 мг/м³;
- в апреле на станции №1 (ул. Проф. Попова, д. 48) и составляло 0,7мг/м³;

- в мае на станции № 12 (ул. Пестеля, д.1) и составляло 0,67 мг/м³.

Минимальные значения концентраций СО в марте, апреле и в мае наблюдались на станции № 11 (г. Сестрорецк, ул. Максима Горького, д.2) В марте 0,17 мг/м³, в апреле 0,19 мг/м³ и в мае 0,16 мг/м³.

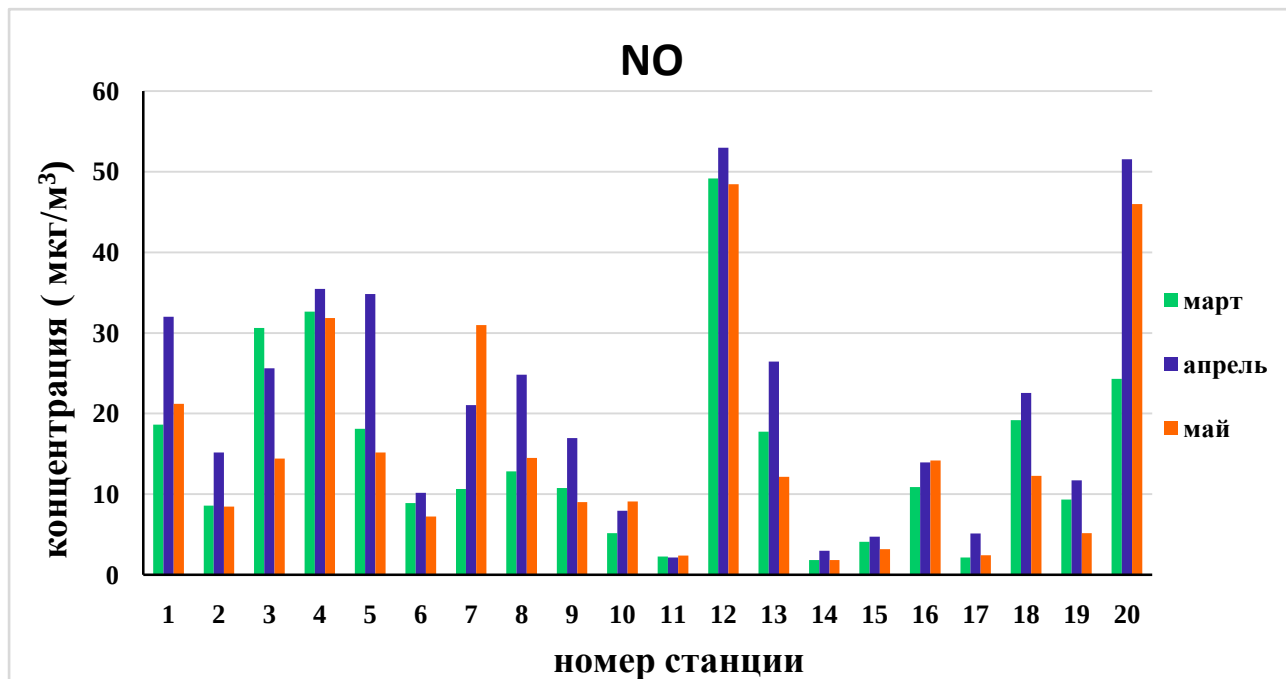


Рисунок 3.2 Диаграмма распределения NO

Максимальное значение концентраций NO наблюдалось:

- в марте на станции № 12 (ул. Пестеля, д.1) и составляло 49,16 мкг/м³;
- в апреле на станции № 12 (ул. Пестеля, д.1) и составляло 52,96 мкг/м³;
- в мае на станции №12 (ул. Пестеля, д.1) и составляло 48,43 мкг/м³.

Минимальное значение концентраций NO наблюдалось:

- в марте на станции № 14 (г. Зеленогорск, пляж «Золотой», д.1) и составляло 1,84 мкг/м³;
- в апреле на станции № 11 (г. Сестрорецк, ул. М. Горького, д.2) и составляло 2,11 мкг/м³;

- в мае также на станции № 14 (г. Зеленогорск, пляж «Золотой», д.1) и составляло 1,84 мкг/м³.

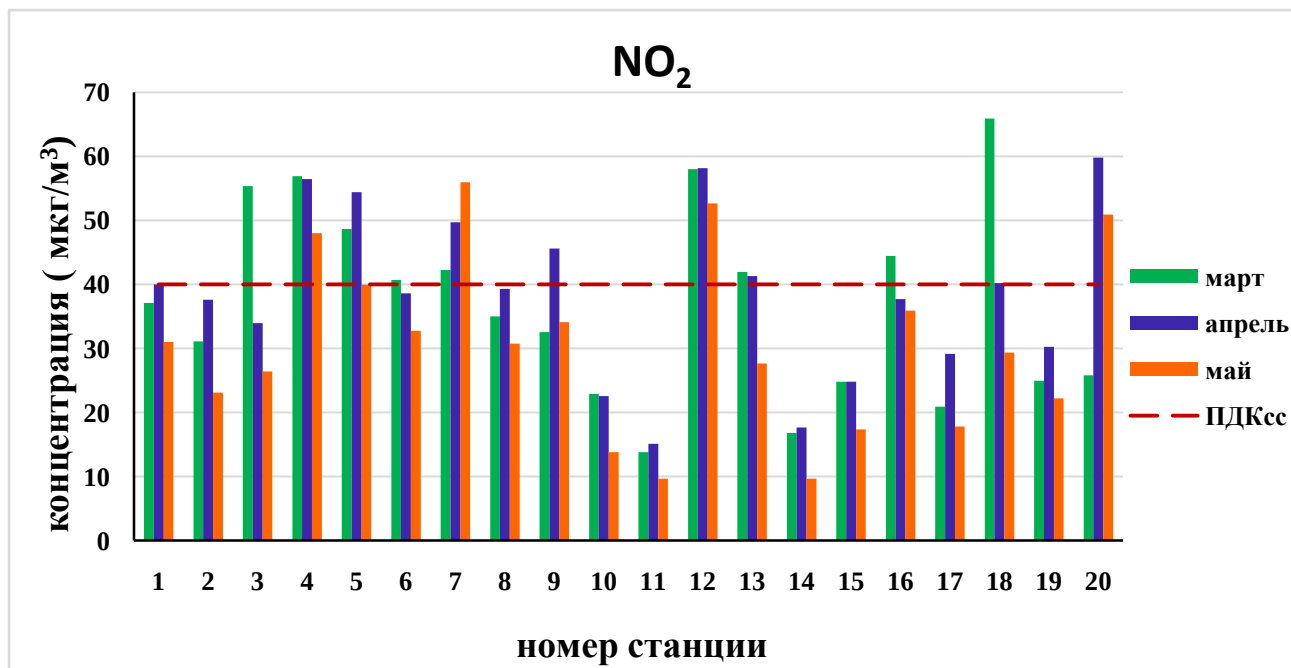


Рисунок 3.3 Диаграмма распределения NO₂

Максимальное значение концентраций NO₂ наблюдалось:

- в марте на станции № 18 (ул. Ольги Форш, д.6) и составляло 65,91 мкг/м³;
- в апреле на станции № 20 (ул. Тельмана, д.24) и составляло 59,78 мкг/м³;
- в мае на станции № 7 (ул. Шпалерная, д.56) и составляло 55,94 мкг/м³.

Минимальное значение концентраций NO₂ наблюдалось:

- в марте на станции №11 (г. Сестрорецк, ул. М. Горького, д.2) и составляло 13,8 мкг/м³;
- в апреле на станции №14 (г. Зеленогорск, пляж «Золотой», д.1) и составляло 17,67 мкг/м³;
- в мае на станции №14 (г. Зеленогорск, пляж «Золотой», д.1) и составляло 9,63 мкг/м³.

Таблица 3.5 Максимальные и минимальные концентрации загрязняющих веществ на станциях

месяц	Максимальные значения концентраций			Минимальные значения концентраций		
	CO	NO	NO ₂	CO	NO	NO ₂
март	№8	№12	№18	№11	№14	№11
апрель	№1	№12	№20	№11	№11	№14
май	№12	№12	№7	№11	№14	№14

Согласно таблице 3.5, самой загрязненной оказалась станция №12, эта станция расположена на улице Пестеля д. 1, в центральной части города.

Наименее загрязнёнными оказались станции № 11 и № 14. Обе станции находятся за пределами Санкт-Петербурга, а в курортных городах Сестрорецке и г. Зеленогорске, тут наблюдались самые минимальные концентрации загрязняющих веществ.

3.2 Построение поля пространственного распределения концентраций загрязняющих веществ

С помощью программного пакета «Surfer 9» были построены изолинии и 3D графики пространственного распределения концентраций загрязняющих веществ CO, NO, NO₂.

На рисунках 3.4, 3.5, 3.6 представлены изолинии распределения СО и 3D изображения этих распределений за март, апрель и май.

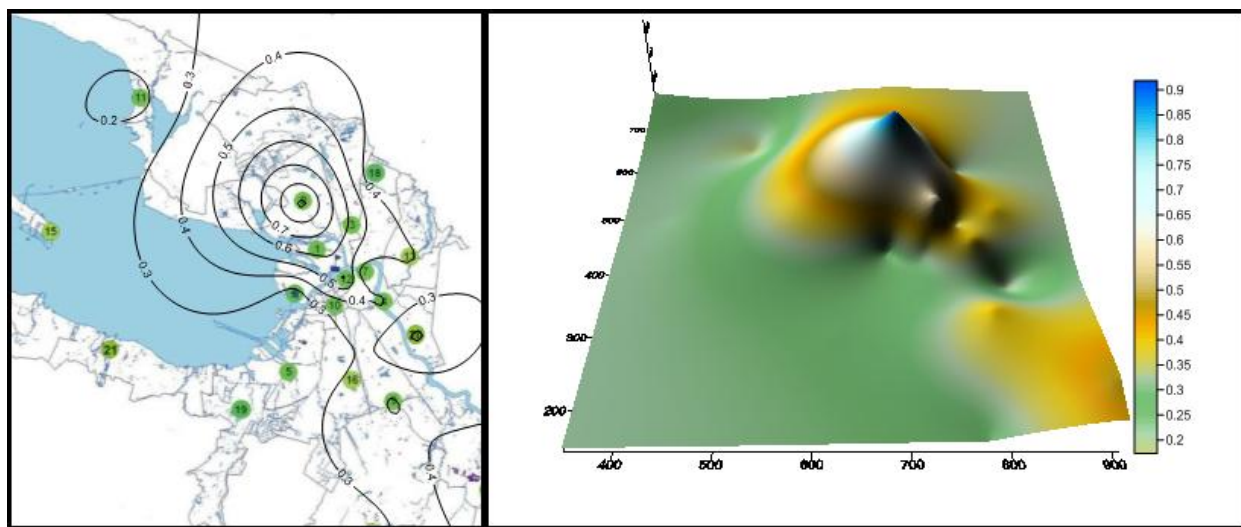


Рисунок 3.4 Пространственное распределение СО за март:

а) изолинии; б) 3D изображение

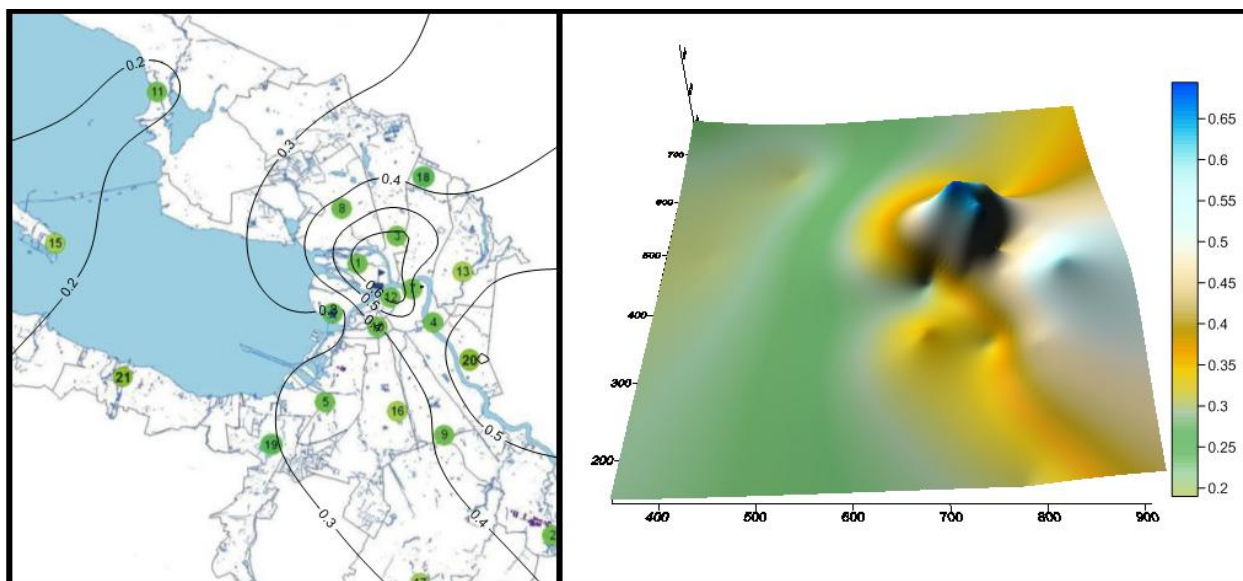


Рисунок 3.5 Пространственное распределение СО за апрель:

а) изолинии; б) 3D изображение

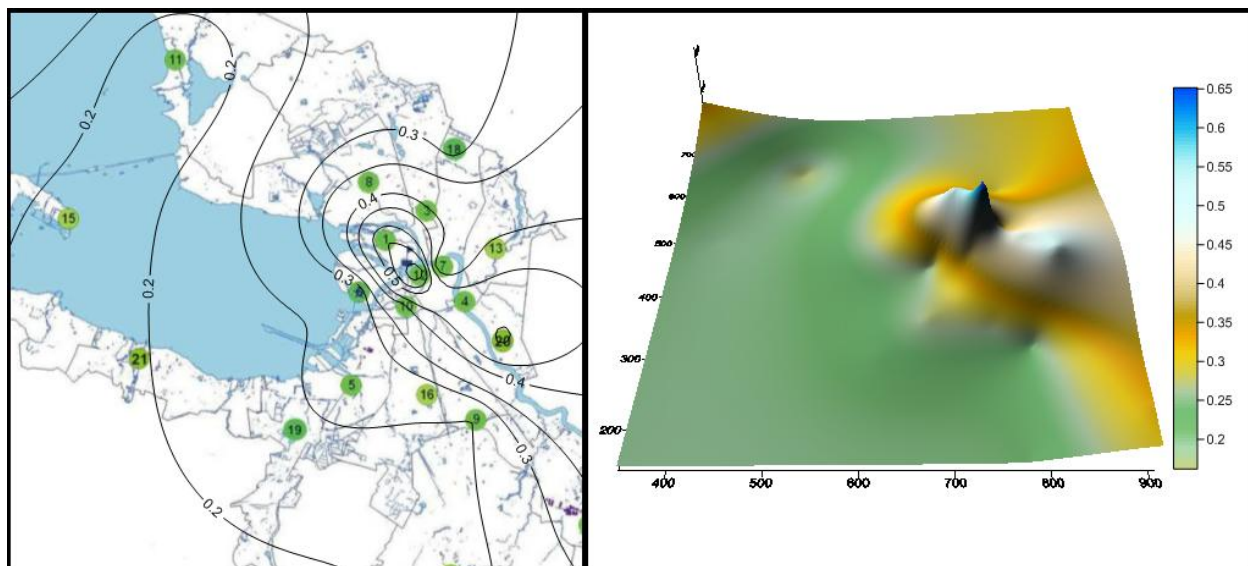


Рисунок 3.6 Пространственное распределение СО за май:

а) изолинии; б) 3D изображение

ПДК_{сс} (предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест) для СО составляет 3 мг/м³.

Из графиков видно, что ни в одном месяце концентрация СО не превысила норму.

Концентрация изменялась от 0,16 мг/м³ до 0,93 мг/м³.

Местоположение максимума изменялось от ул. Королева, в Приморском районе, на северо-западе города до ул. Проф. Попова в Петроградском районе на севере и далее к ул. Пестеля в центральной части города.

Наибольшие загрязнения наблюдались в Центральном районе.

Наименее загрязнённым оказался Курортный район.

В общем, по загрязнению воздуха оксидом углерода, самым загрязненным оказался апрель, со средним значением СО= 0,41 мг/м³, в мае и апреле средние концентрации отличались не намного и составляли соответственно 0,34 мг/м³ и 0,38 мг/м³.

На рисунках 3.7, 3.8, 3.9 представлены изолинии распределения NO и 3D изображения этих распределений за март, апрель и май.

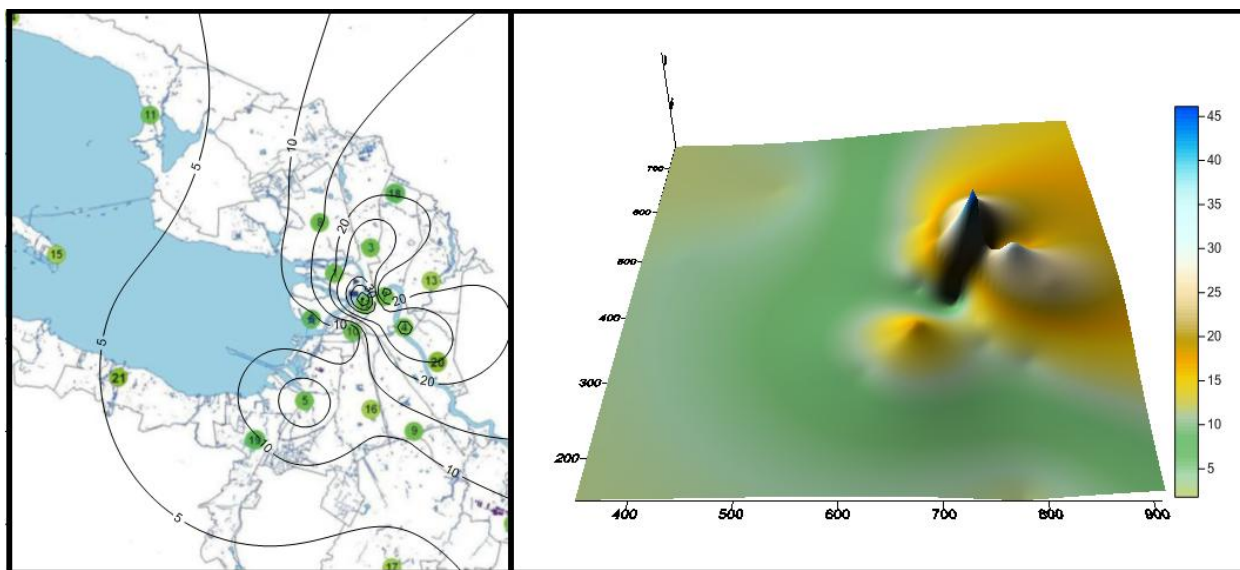


Рисунок 3.7 Пространственное распределение NO за март:

а) изолинии; б) 3D изображение

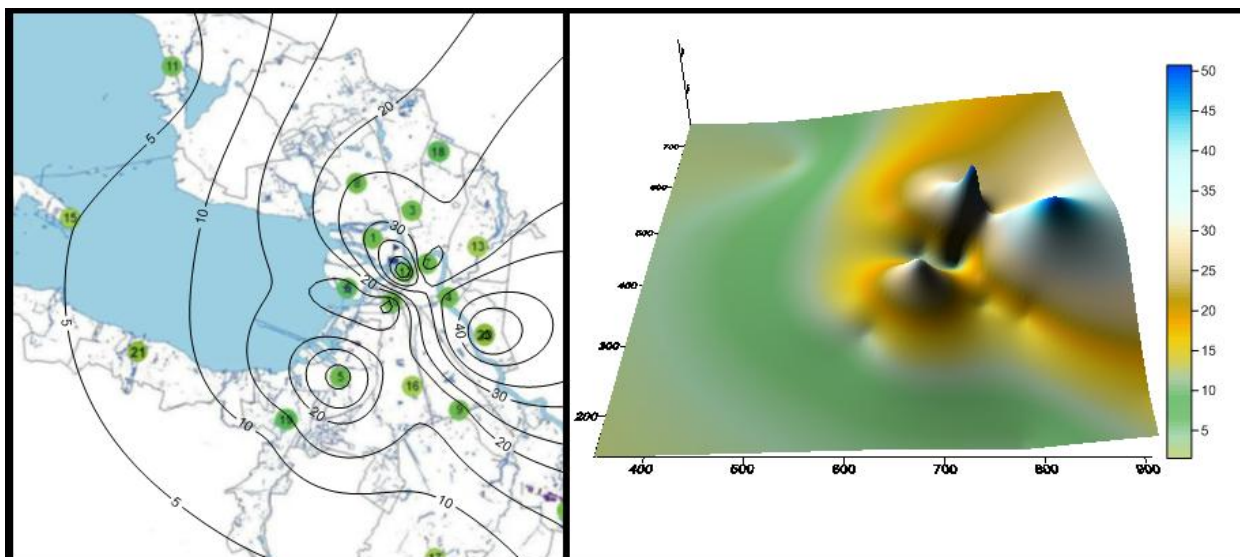


Рисунок 3.8 Пространственное распределение NO за апрель:

а) изолинии; б) 3D изображение

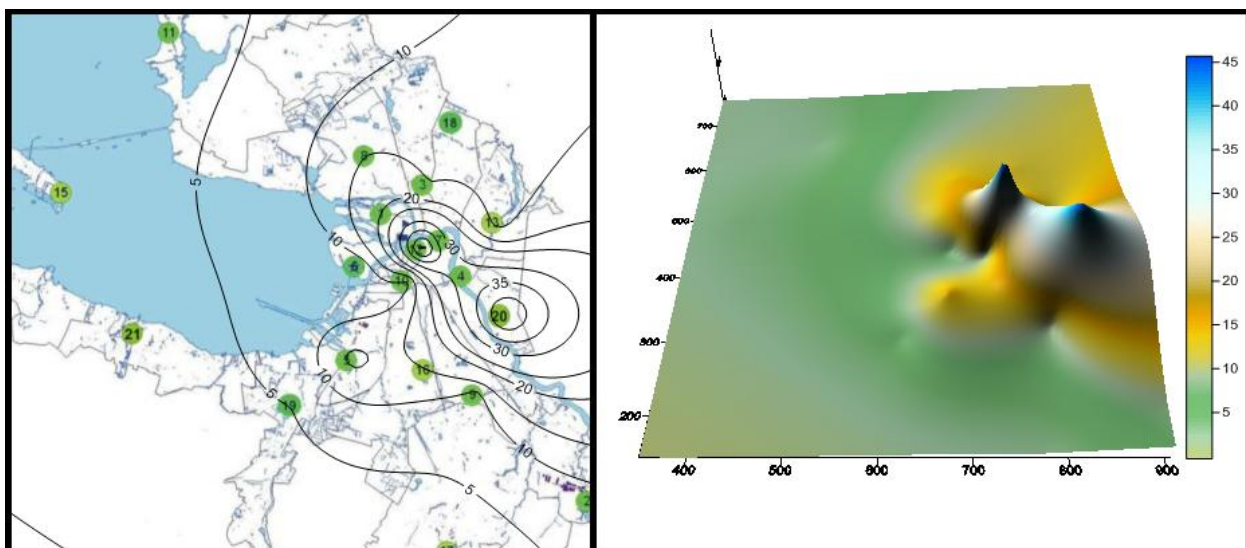


Рисунок 3.9 Пространственное распределение NO за май:

а) изолинии; б) 3D изображение

ПДК_{сс} для оксида азота составляет 0,06 мкг/м³, т.е. 60 мкг/м³.

Из графиков видно, что ни в одном месяце концентрация NO не превысила норму.

Концентрация изменялась от 1,84 мкг/м³ до 52,96 мкг/м³.

Местоположение максимума за все три месяца оставалось одним и тем же и наблюдалось в центральной части города, на улице Пестеля.

Наибольшие загрязнения наблюдались в центральном районе города.

Наименьшие значения концентраций наблюдались в курортном районе.

В общем, по загрязнению оксида азота, наиболее загрязнённым оказался апрель, со средним значением 20,9 мкг/м³, в марте среднее значение было 14,88 мкг/м³, в мае немного отличалось и составляло 15,49 мкг/м³.

На рисунках 3.10, 3.11, 3.12 представлены изолинии распределения NO_2 и 3D изображения этих распределений за март, апрель и май.

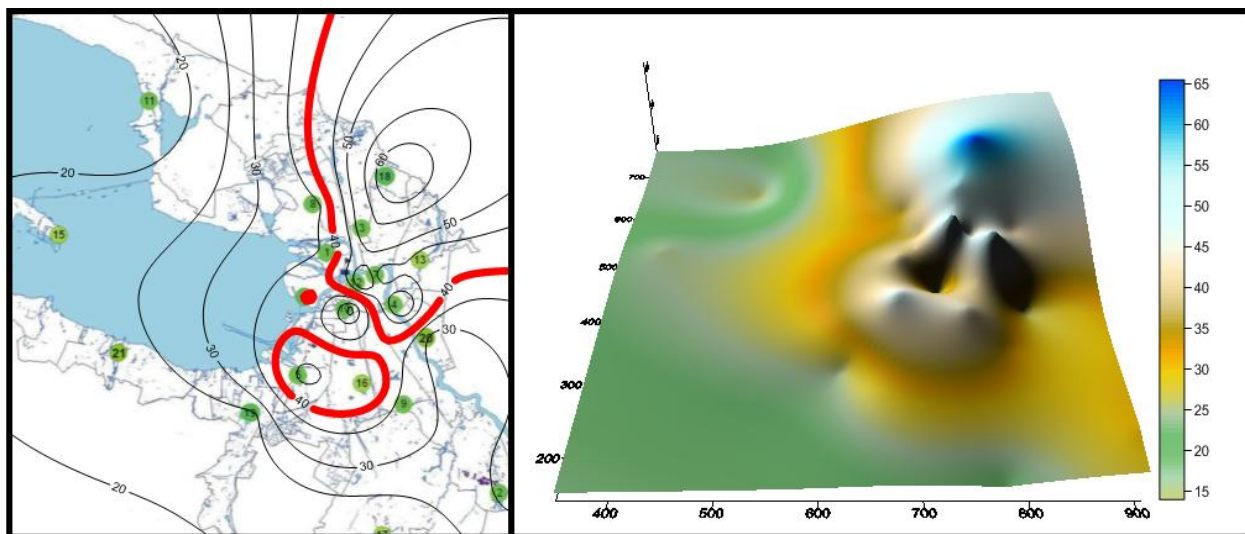


Рисунок 3.10 Пространственное распределение NO_2 за март:

а) изолинии; б) 3D изображение

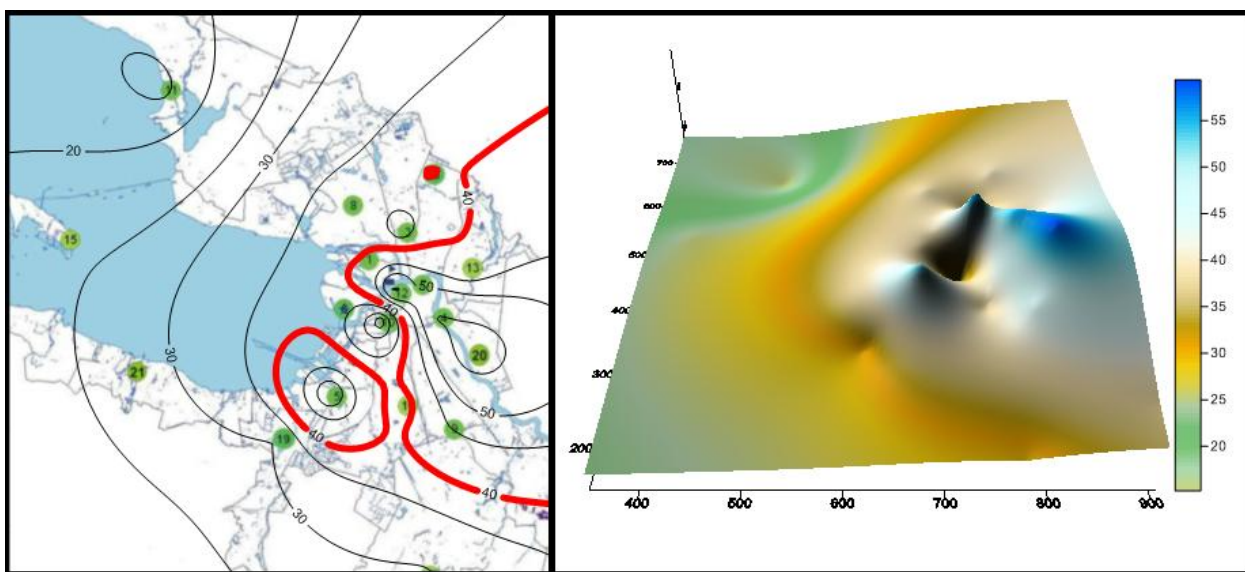


Рисунок 3.11 Пространственное распределение NO_2 за апрель:

а) изолинии; б) 3D изображение

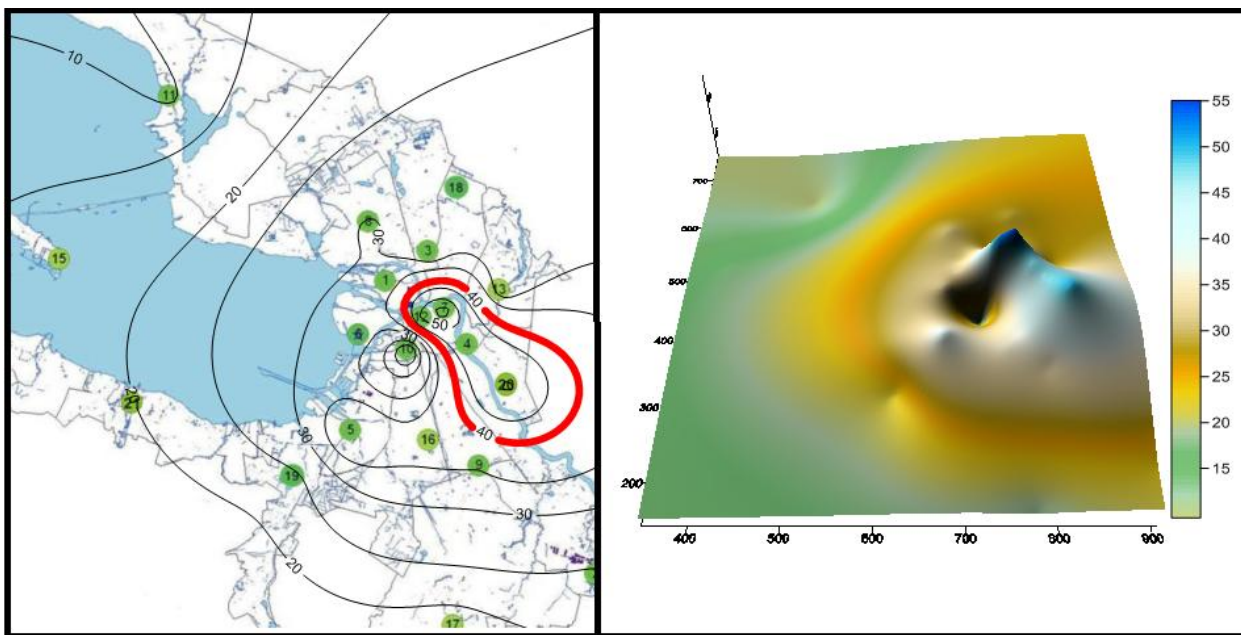


Рисунок 3.12 Пространственное распределение NO_2 за май:

а) изолинии; б) 3D изображение

ПДК_{сс} NO_2 , составляет $0,04 \text{ мг/м}^3$, т.е. 40 мкг/м^3 , на рисунках она отмечена красной линией.

Местоположение максимума изменялось от ул. Ольги Форш, в северной части города, к ул. Тельмана расположенной на юго-востоке и далее к Шпалерной улице в центральной части города.

В каждом из исследуемых месяцев ПДК_{сс} была превышена.

В марте на станциях №3 (1,38 ПДК_{сс}), № 4 (в 1,42 раза), №5 (в 1,21 раза), №6 (в 1,02 раза), №7 (в 1,06 раза), №12 (в 1,45 раза), № 13(в 1,05 раза), № 16 (в 1,11 раза), №18 (в 1,6 раза) концентрация NO_2 превышена от нормы ПДК_{сс} в долях.

На станции №18 (ул. Ольги Форш, д.6) зафиксирована наибольшая концентрация NO_2 – $65,91 \text{ мкг/м}^3$, что превышает ПДК_{сс}, в 1,6 раза.

В апреле превышение нормы ПДК_{СС} в долях на станциях № 4 (в 1,41 раза), №5(в 1,36 раза), №7 (в 1,24 раза), №9 (в 1,14 раза), №12 (в 1,45 раза), №13 (в 1,03 раза), №20 (в 1,5 раза).

Самая высокая концентрация NO₂ в апреле наблюдалась на станции № 20(ул. Тельмана, д.24) и составляла 59,78 мкг/м³, превышая норму ПДК_{СС} в 1,5 раза.

В мае на станциях № 4 (в 1,2 раза), № 7 (в 1,4 раза), № 12 (в 1,32 раза), № 20 (в 1,27 раза) концентрация NO₂ превышена от нормы ПДК_{СС} в долях.

В мае максимальная концентрация NO₂ наблюдалась на станции № 7 (ул. Шпалерная, д.56), составляла 55,94 мкг/м³, превысив норму ПДК_{СС} в 1,4 раза. Местоположения максимумов объясняются расположением станций вблизи крупных автомобильных дорог, в том числе и кольцевой автодороги и в районе промышленных зон.

Наибольшие значения диоксида азота наблюдались в апреле, где среднее значение по всем станциям составило 38,61 мкг/м³, в мае 30,44 мкг/м³, в марте 36,9 мкг/м³.

На рисунках 3.13, 3.14, 3.15 представлены изолинии распределения СО, NO, NO₂ и 3D изображения этих распределений за весенний период.

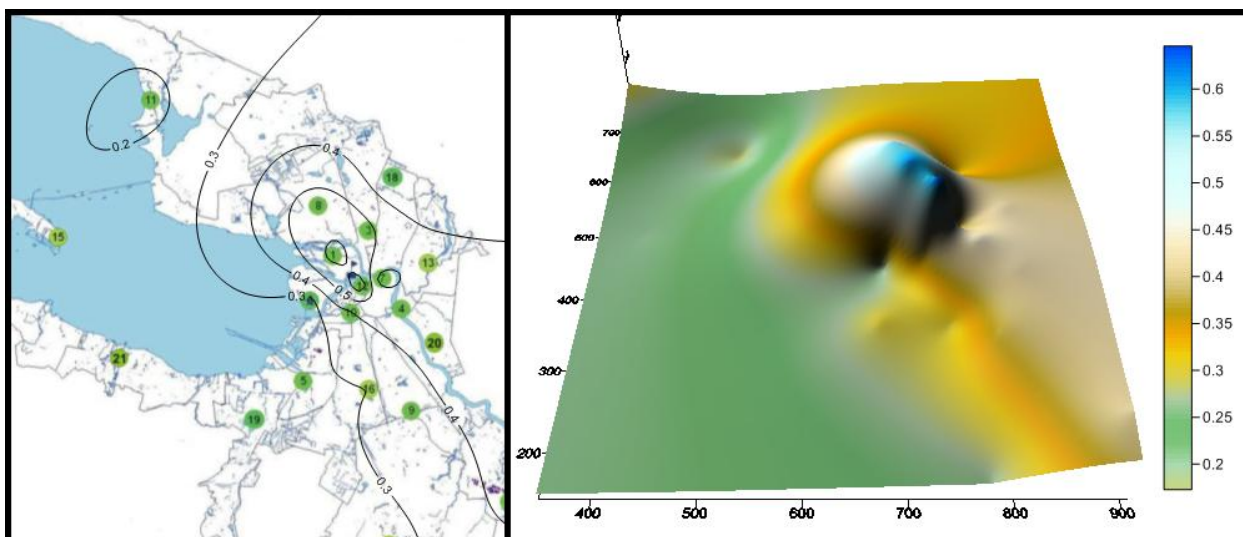


Рисунок 3.13 Пространственное распределение СО за весенний период:
а) изолинии; б) 3D изображение

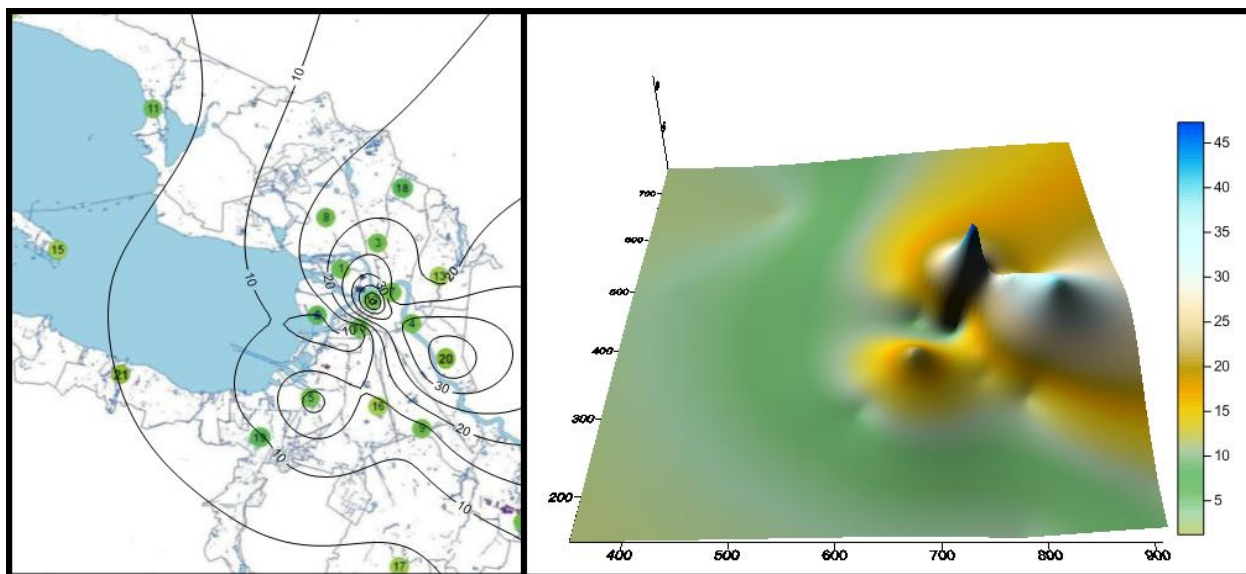


Рисунок 3.14 Пространственное распределение NO за весенний период:
а) изолинии; б) 3D изображение

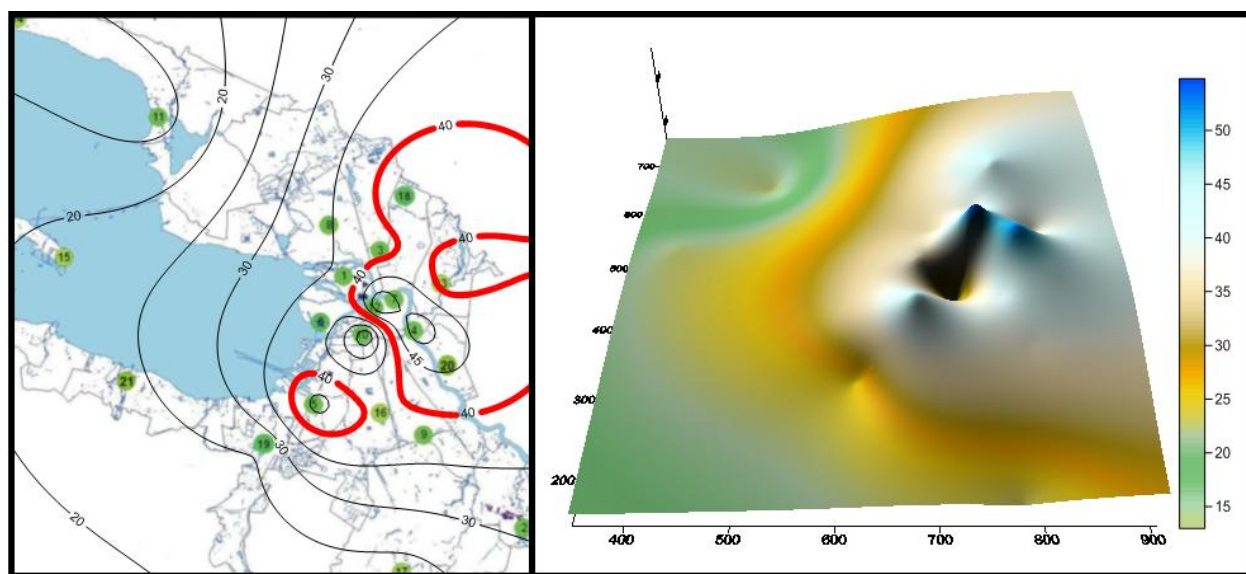


Рисунок 3.15 Пространственное распределение NO₂ за весенний период:
а) изолинии; б) 3D изображение

Наиболее загрязнённой монооксидом углерода за три исследуемых месяца стала станция № 1, расположенная на ул. Проф. Попова в северной части города, концентрация СО здесь составила 0,62 мг/м³. Наименее загрязнённой оказалась станция № 11 в г. Сестрорецке, где средняя концентрация СО составила 0,17 мг/м³.

Станцией, с наибольшим средним значением концентрации NO за весенний период оказалась станция № 12, расположенная в центральной части города на улице Пестеля со значением 50,18 мкг/м³. Станцией с наименьшим значением - станция № 14 в г. Зеленогорске, где средняя концентрация NO=2,21 мкг/м³.

Наибольшее среднее значение концентраций диоксида азота за исследуемых три весенних месяца, наблюдалось на станции № 12, находящейся на улице Пестеля в центральном районе города, здесь концентрация NO₂ составила 56,25 мкг/м³, что превышает норму ПДК_{СС} в 1,4 раза. Наименее загрязнённой оказалась станция № 11 в г. Сестрорецке, концентрация NO₂ - 12,85 мкг/м³.

3.3 Выявление зависимости между распределением загрязняющих веществ и метеорологическими параметрами

Обзор погоды составлен с использованием информации с официального портала ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»[23].

Климатологическая характеристика сезона.

В среднем весенний сезон продолжается с середины марта до начала июня. Волны тепла и возвраты холодов являются характерной особенностью этого времени года. Во второй половине апреля - мае с выносом воздуха из южных широт на некоторое время может установиться летняя жара с температурой до 25°-30°C, а при вторжениях арктического воздуха даже в конце мая - начале июня наблюдаются заморозки и может образоваться кратковременный снежный покров. Весной наименьшее число дней с осадками, а количество ясных дней - наибольшее в году. В весеннем сезоне значительно реже наблюдаются усиления ветра, нежели в зимний период.

Обзор погоды за март 2011 года.

В первой половине месяца на погодные условия влиял циклон, который сопровождался повсеместными обильными выпадениями осадков и усилением ветра до 12-16 метров в секунду. Температура воздуха в дневные часы составляла 0...+3 градуса. В начале второй половине месяца над Санкт-Петербургом проявились процессы антициклогенеза. Наблюдался период сухой малооблачной погоды с большим суточным ходом температуры воздуха. В ночные часы морозы усиливались до -10...-15 градусов. В конце марта снова установилась облачная погода с частыми осадками и периодическими усилениями ветрами. Среднемесячная температура марта оказалась близкой к норме.

Значения концентраций угарного газа и диоксида азота в марте были выше, чем в мае, но ниже, чем в апреле. На такое распределение загрязняющих веществ повлияла температура воздуха, которая была близка к нормальным значениям, также другие метеорологические параметры сильно не отклонялись от нормы.

Обзор погоды за апрель 2011 года.

С 1 по 20 апреля погода определялась, в основном, циклоническими процессами. Отслеживалась облачная ветреная погода, с небольшим выпадением осадков. В третьей декаде погода имела отчётливо выраженный антициклональный характер: было малооблачно, без существенных осадков, отмечался значительный дневной прогрев и большой суточный ход температуры воздуха. В большинстве районов области к середине декады днём воздух прогревался до +14...+19 градусов, а 26-27 апреля максимальные дневные температуры составили +20...+23 градуса.

Как особенность апреля стоит отметить, что, в целом за месяц отмечался значительный дефицит осадков. В Санкт-Петербурге месячная сумма осадков составила 7,2 миллиметров или 22% от нормы. Среднемесячная температура апреля была выше средних многолетних значений.

На то, что апрель оказался самым загрязненным месяцем повлиял дефицит осадков, а так же повлияла температура воздуха, которая, которая в течение месяца была выше многолетних значений.

Обзор погоды за май 2011 года

В первых числах мая наблюдалось резкое понижение температуры воздуха, дневные температуры составляли всего +2...+7 градусов, среднесуточные температуры воздуха были на 3...5 градусов ниже нормы. Повсеместно отмечались осадки, местами осадки выпадали в виде снега. Затем в течение долгого времени, погода формировалась под воздействием полей повышенного давления, что обусловило преимущественно сухую с повышенным температурным фоном погоду. В отдельные дни этого периода дневные температуры воздуха достигали +18...+23 градусов. Во второй половине месяца наблюдался избыток облачности и осадков, благодаря этому температурный фон оставался близким к норме, а временами и превышал её на

+1...+3 градуса. Дневные температуры воздуха составляли +12...+18 градусов, в отдельные дни прогрев достигал +21...+26 градусов. Осадки в виде дождей выпадали часто. Помимо дождей, прохождения фронтальных разделов сопровождалось частыми усилениями ветра, порывы которого временами достигали 11-17 метров в секунду. В Санкт-Петербурге в мае выпало 56 мм осадков, что составляет 147% от нормы. Нормой для мая является в 38 мм осадков.

На то, что май оказался месяцем, с самыми низкими значениями концентраций загрязняющих веществ, повлияло большое количество осадков высокие скорости ветра.

Заключение

Как и для большинства мегаполисов, для Санкт-Петербурга загрязнение атмосферного воздуха является острой экологической проблемой. Уровень загрязнения воздуха в городе очень высокий. Он определяется выбросами загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников, прежде всего от автотранспорта.

В данной работе проведен анализ пространственного распределения загрязняющих веществ на территории Санкт-Петербурга, сроком исследования был выбран весенний период времени 2011 года, а именно 3 месяца: март, апрель и май.

При использовании данных со станций автоматического мониторинга атмосферного воздуха были построены таблицы среднемесячных концентраций загрязняющих веществ, диаграммы распределения концентраций угарного газа, оксида и диоксида азота, изолинии пространственного распределения и 3D изображения распределения этих загрязняющих веществ.

На основании вышеперечисленных таблиц, диаграмм распределения, изолиний и 3D изображений, сделан вывод, что из трех исследуемых месяцев, самым загрязненным месяцем оказался апрель, в этом месяце наблюдался дефицит осадков и наблюдался повышенный температурный фон. На протяжении наблюдаемого сезона не наблюдалось превышения ПДК_{СС} ни угарным газом, ни оксидом азота, а вот диоксид азота превышал норму в каждом месяце. Следует отметить, что наиболее загрязненными оказались станции расположенные в центральной части города, а наименее загрязненными – в городах Сестрорецк и Зеленогорск. Такое распределение обусловлено тем, что станции с наиболее высокими значениями концентраций загрязняющих веществ находятся непосредственно в Санкт-Петербурге, где

располагается большое количество заводов и предприятий, а так же крупных автомобильных дорог. Наиболее чистыми станциями считаются те, что находятся в так называемых курортных районах города.

Количество автотранспорта в городе растет, развитие промышленности тоже не стоит на месте, эти факторы неизбежно увеличат количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Таким образом, необходимы мероприятия по улучшению состояния воздуха:

- Строительство новых путепроводов для беспрепятственного движения машин;
- Переход промышленных предприятий на более качественное сырье;
- Строительство системы газоочистки на промышленных предприятиях;
- Строительство парков, аллей, и озеленение города.

Список использованной литературы.

1. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы - Л.: Гидрометиздат. - 1984.- 752 стр.
2. Седунов Ю.С. Атмосфера. Справочник – Л.: Гидрометиздат. - 1991. - 504с.
3. Беккер А.А. , Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. - Л.: Гидрометиздат. - 1989. - 286с.
4. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии: Учеб. для вузов - М.: Высш. шк. - 1999. - 447с.
5. Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. - СПб: Химия.- 1997. - 240с.
6. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. Учеб.для вузов. - М.: Высш. Шк., Изд. Центр «Академия». - 2001. - 743 с.
7. Росляков П.В., Ионкин И.Л., Закиров И.А. и др. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу: Учеб.пособие- М.: Издательство МЭИ. -2004. - 228 с.
8. Хргиан А. Х. Физика атмосферы, Л.: Гидрометиздат. - 1969.- 645с.
9. Крюкова С.В. Контроль загрязнения природной среды: Анализ данных загрязнения. Лабораторный практикум. - СПб.: РГГМУ.- 2014.-45 с.
10. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М., - 2003. – 41с.
11. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений: технология и контроль: Пер. с англ./Под ред. Туболкина А.Ф. - Л.: Химия. - 1989. - 288с., ил.
12. Израэль Ю.А. Экология и контроль окружающей среды.- М.: Гидрометиздат. - 1994. - 375 с.

13. Потапов А.И., Воробьев В.Н., Карлин Л.Н, Музалевский А.А. Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды. Часть 1. Мониторинг окружающей среды. Научное, учебно-методическое справочное пособие. - СПб. Л: РГГМУ. - 2002. - 432 с.
14. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования. Учебник. - Мн.: БГЭУ. - 2002. - 367 с.
15. Веницианов Е.В. и др. Экологический мониторинг: шаг за шагом – М.: РХТУ им. Менделеева. - 2003.- 252 с.
16. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб.пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ. - 2010. - 313 с.
17. Герасимов Б.И., Коробейников И.В. и др. Методы и приборы экологического мониторинга – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 1996. – 111 с.
18. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.infoeco.ru/> (дата обращения 15.05 17)
19. Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятие «Специализированная фирма «Минерал» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.sc-mineral.ru/> (дата обращения 15.05.17)
20. Соколов В.А. Автоматические станции контроля загрязнения атмосферного воздуха. Газоанализаторы и пылемеры. -Л.: Март,2007 [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.rmo.ru/ru/nmoborudovanie/nmoborudovanie/2007-1/75_78_ОТА_01_2007.pdf (дата обращения 16.05.17)
21. Приборостроительное предприятие «ОПТЭК». Анализаторы для промышленности и научных исследований. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.optec.ru/> (дата обращения 16.05.17)
22. ООО "Мониторинг" [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ooo-monitoring.ru/> (дата обращения 16.05.17)
- 23.Официальный портал ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный

ресурс.] - Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/> (дата обращения 18.05.17)