



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

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности  
предприятий природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему Анализ химического состава атмосферных осадков на территории города  
Туапсе

Исполнитель Матросова Ирина Андреевна

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

22 01 2019 г.

Туапсе  
2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Осадки, их виды и химический состав на территории города Туапсе .....	5
1.1 Преобладающие виды осадков в городе Туапсе.....	5
1.2 Химический состав атмосферных осадков характерных для города Туапсе.....	8
2 Результаты анализа химического состава атмосферных осадков на территории города Туапсе.....	14
2.1 Методики отбора проб и определения загрязняющих веществ.....	14
2.2 Анализ химического состава атмосферных осадков за период 2016-2019 г в городе Туапсе.....	25
Глава 3 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферных осадков в городе Туапсе .....	39
3.1 Воздействие атмосферных осадков на объекты окружающей среды в зависимости от химического состава.....	39
3.2 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферных осадков в городе Туапсе.....	41
Заключение .....	47
Список использованной литературы.....	48

## Введение

Атмосферные осадки являются основным источником пополнения запасов вод суши. Еще находясь в атмосфере, мельчайшие капли воды при своем попадании на землю увлекают из воздуха различные вещества.

Источником загрязнения атмосферных осадков служит промышленное загрязнение воздуха, особенно сжигание угля, жидкого топлива; продукты вулканических извержений и окислы азота, появляющиеся при атмосферных разрядах. Химический состав атмосферных осадков является не только интегральной характеристикой содержания примесей в облачном и подоблачном слое атмосферы, но и индикатором переноса примесей на значительные расстояния [7, с.101].

При взаимодействии с капельками воды некоторые загрязнители растворяются, образуя новые вещества. Разного характера осадки по-разному извлекают загрязнители из атмосферы. Например, обычный дождь за 15 минут удаляет до 30% частичек пыли. Таким образом, от загрязнения воздуха зависит состав атмосферных осадков.

Одним из важных аспектов экологических свойств атмосферных осадков является то, что они могут служить естественным индикатором вещественного состава и мощности локальных антропогенных выбросов от разнообразных объектов.

Данные наблюдения необходимы для качественной и количественной характеристики химического состава атмосферных осадков, а также наличия в них загрязняющих веществ. Химический состав атмосферных осадков зависит от среды, в которой происходит их формирование, т.е. от состава и растворимости веществ с которыми соприкасается вода, и от условий, при которых происходит это взаимодействие.

Актуальность исследований заключается в том, что определение химического состава атмосферных осадков, конкретной территории, позволяет характеризовать его как индикатор естественного и антропогенного влияния от

разнообразных источников.

Объект исследования – атмосферные осадки на территории города Туапсе.

Предмет исследования – химический состав атмосферных осадков.

Цель исследований – изучение и анализ химического состава атмосферных осадков за период с 2016 по 2019 гг. в городе Туапсе.

Основные задачи, поставленные при выполнении ВКР:

- обобщение сведений об атмосферных осадках и их классификация;
- изучение химического состава атмосферных осадков;
- определение значимых показателей химического состава атмосферных осадков в городе Туапсе;
- определение зависимости химического состава атмосферных осадков от антропогенной нагрузки в городе Туапсе;
- предложить мероприятия по снижению загрязнения атмосферных осадков в городе Туапсе.

# 1 Осадки, их виды и химический состав на территории города Туапсе

## 1.1 Преобладающие виды осадков в городе Туапсе

Атмосферными осадками - называется влага, выпавшая на поверхность из атмосферы в виде дождя, мороси, крупы, снега, града. Осадки выпадают из облаков, но не каждое облако дает осадки.

Измерение осадков выполняется дождемерами, осадкомерами, плювиографами на метеорологических станциях, а для больших площадей - с помощью радиолокации [1].

Надежного метода для измерений количества атмосферных осадков в мировой практике пока не существует. Применяется в основном один метод, заключающийся в измерении толщины слоя воды, который образовался бы на горизонтальной поверхности от выпавших осадков при условии отсутствия просачивания, стекания и испарения этих осадков. Количество выпавших осадков измеряется осадкомером или дождемером (рисунок 1).

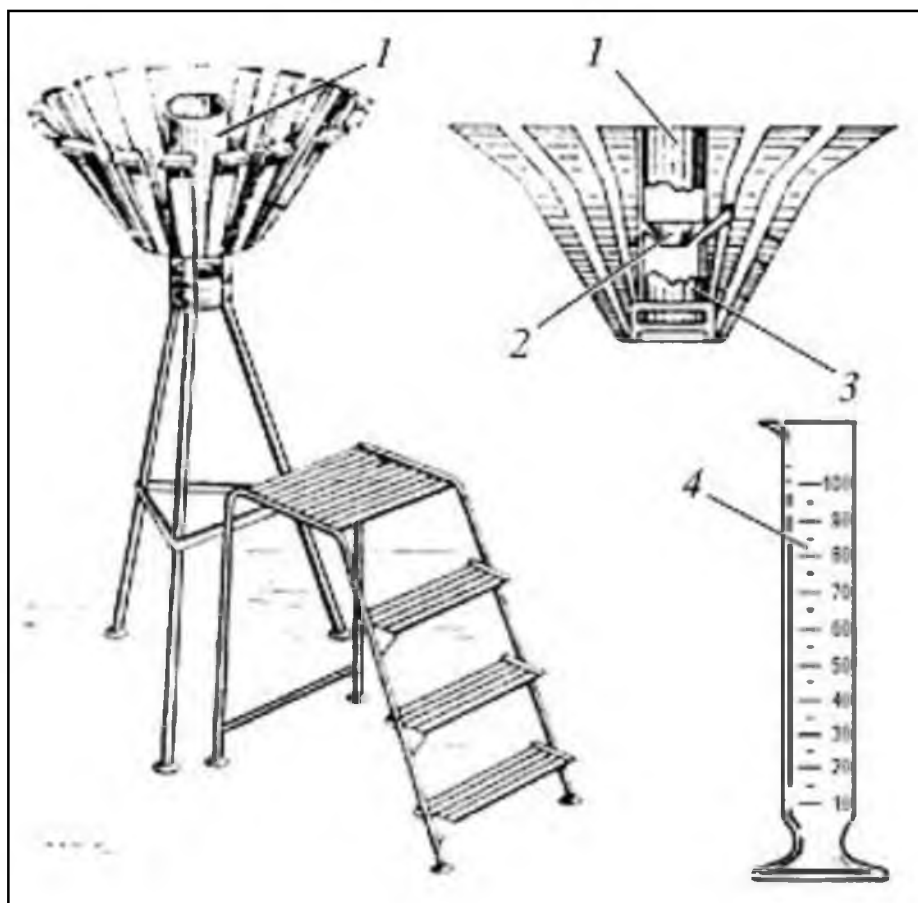


Рисунок 1 – Осадкомер [4]

Осадкомер состоит из сосуда для сбора осадков(1), ветровой защиты(2) и мерного стакана(3). Ветровая защита предназначена для уменьшения завихрений, образующихся при ветре вокруг и внутри осадкомерного сосуда. Завихрения мешают свободному попаданию осадков в сосуд, что приводит к погрешности измерений.

Количество осадков, попавших в сосуд, измеряют с помощью специального мерного стакана [15, с. 209]

В комплект осадкомера входят два сменных ведра, одна крышка к ведру, таган для установки ведра, планочная защита и два измерительных стакана. Ведро осадкомера металлическое, высотой 40см, с приемным отверстием 200см<sup>2</sup>. Верхний край ведра упрочен жестким кольцом, что обеспечивает сохранность формы и площади приемного отверстия.

Осадкомер вмещает 3,8л воды, что соответствует 190мм осадков (до сливного носика). Измерительный стакан служит для измерения осадков, попавших в ведро осадкомера. Его шкала имеет 100 делений, цена делений 2см<sup>3</sup>, что при площади приемного отверстия 200см<sup>2</sup> соответствует 0,1мм слоя осадков. Осадкомер устанавливается на метеорологической площадке на деревянном столбе или на металлической подставке так, чтобы приемная поверхность находилась на высоте 2м над поверхностью земли. Измерение собранных осадков производится, как правило, в помещении. Через носик ведра воду сливают в измерительный стакан, установленный на горизонтальную поверхность и по положению уровня воды относительно его шкалы отсчитывают число делений стакана с осадками, округляя до целых делений.

В городе Туапсе основными преобладающими атмосферными осадками являются осадки, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Виды осадков, характерных для города Туапсе в зависимости от времени года

Вид осадков в городе Туапсе	
Осадки	Характерное время года выпадения
Дождь	Круглогодично
Переохлажденный дождь	Зима (редко осень)

Продолжение таблицы 1

Снег	Зима Весна
Мокрый снег	Осень Зима Весна
Град	Осень Весна
Туман	Осень
Роса	Круглогодично
Изморозь	Осень Зима

Дождь - мельчайшие капли воды, диаметром от 0,05 до 0,1мм, из которых состоят облака, сливаясь друг с другом, постепенно увеличиваются, становятся тяжелыми и падают на землю в виде дождя [1].

Переохлажденный дождь - жидкие осадки в виде капель диаметром от 0,5 до 5 мм, выпадающие при отрицательной температуре воздуха-падая на предметы, капли смерзаются и образуется гололед.

Снег - твердые осадки в виде снежинок (кристаллов). Снежинки могут слипаться в большие хлопья от 0,5 мм до 5 см. Снег образуется в том случае, когда облако находится в воздухе с температурой ниже 0°С [1].

Мокрый снег - осадки в виде снежинок и капель или тающих снежинок. Мокрый снег выпадает, если температура около земной поверхности близка к 0° С или немного выше.

Град - осадки в виде частиц шарообразной формы с ледяными прослойками различной плоскости. Диаметр частиц 1-50мм (в редких случаях градины могут быть значительно больше и достигать веса более 2кг). Дождь, снег, град называют гидрометеоритами. Кроме них к атмосферным осадкам относятся и такие, которые осаждаются непосредственно из воздуха. К ним относятся роса, туман, иней [1].

Туман - это скопление мелких водяных капель или ледяных кристаллов в нижней части тропосферы, как правило, у поверхности земли. Туманы снижают видимость иногда до нескольких метров. Различают по происхождению туманы

адвективные (в связи с охлаждением теплого влажного воздуха над более холодной поверхностью суши или воды) и радиационные (образующиеся в результате охлаждения земной поверхности).

Роса - (лат. Ros - влага, жидкость) - атмосферный осадок в виде капелек воды, осаждающихся на поверхности земли и наземных предметах при охлаждении воздуха. В этом случае водяной пар, охлаждаясь, переходит из газообразного состояния в жидкое и оседает. Чаще всего роса наблюдается ночью, вечером или рано утром.

Иней - тонкий слой ледяных кристаллов, образующиеся на почве, растениях и наземных предметах в результате испарений от земной поверхности и охлаждений её до температуры ниже 0°C.

Изморозь - рыхлые кристаллы льда, нарастающие на ветвях деревьев, проводах и других предметах обычно при намерзании капель переохлажденного тумана. Образуется зимой, чаще в тихую морозную погоду в результате сублимации водяного пара при понижении температуры воздуха [1].

## 1.2 Химический состав атмосферных осадков характерных для города Туапсе

Атмосферные осадки отличаются крайней изменчивостью своего состава во времени и пространстве. И, несмотря на неустойчивость, состав осадков в целом характеризует географическое положение местности [10, с. 14].

В атмосферных осадках в основном преобладают:  $\text{HCO}^{3-}$ ,  $\text{SO}^{4-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ . Они поступают в осадки за счет растворения газов воздуха, приноса ветром солей с моря, растворения солей и пыли континентального происхождения, вулканических эксгаляций и других источников. Общее количество растворенных веществ, как правило, не превышает 100 мг/л, часто оно меньше 50 мг/л. Это ультрапресные воды, но местами минерализация осадков повышается до 500 мг/л и более. рН дождевой воды обычно 5-7. Дождевая вода содержит также некоторое количество перекиси водорода.



В результате физического испарения солей, а также разбрызгивания морской воды при волнении в зоне прибоя и последующего испарения капель воды морской воздух обогащен элементами морской воды, а ветры, дующие с моря, приносят на сушу морские соли. Большая часть Cl, Li, Na, Rb, Cs, B, I в речных водах имеет, вероятно, морское происхождение. Это так называемые «циклические соли», которые на сушу попадают с атмосферными осадками и затем со стоком снова поступают в океан.

Формирование химического состава атмосферных осадков происходит в 2 этапа: при образовании облаков и во время выпадения снега и дождя. Во время образования облаков и туманов при влажности воздуха 100% влага конденсируется на аэрозолях или ядрах конденсации различных размеров, главным образом диаметром  $10^5$ - $10^{-3}$  см. Аэрозоли, как правило, гигроскопичны. Они представлены мельчайшими кристалликами голита, доломита, частицами дыма, каплями газовых растворов ( $\text{SO}_2$ , HCl), органическими веществами, растворение солевых компонентов аэрозолей даёт первоначальный химический состав атмосферных осадков. Активность аэрозолей в отношении образования капель и ледяных кристаллов зависит от их размеров и химического состава, температуры, степени пересыщения пара. Большая часть ледяных кристаллов образуется при температуре  $-20^\circ\text{C}$ , льдообразующую активность проявляют лишь 30% частиц [14].

Второй этап формирования химического состава атмосферных осадков начинается с выпадением дождевых капель и снежинок. За время движения вниз они захватывают аэрозоли, что повышает минерализацию капель и снежинок.

Газы и аэрозоли атмосферы под влиянием различных факторов вступают во взаимодействие. Вещества могут взаимодействовать между собой в газовой фазе или с веществами, растворенными в каплях воды, или на поверхности существующих аэрозолей, в результате образуются новые газовые продукты, которые конденсируясь, дают аэрозоли. Почва и горные породы - важнейший источник обогащения атмосферы аэрозолями. Вынос аэрозолей с поверхности

почв осуществляется во время бурь, ураганов, ветров, смерчей. Почвы поставляют от  $10^{14}$  до  $5 \cdot 10^{14}$  г/год аэрозолей. Аридные районы - основной источник аэрозолей континентов. Эти аэрозоли представлены кварцем, слюдой, глинистыми минералами, сажой. Типичные представители континентального аэрозоля:  $\text{SiO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (лёд).

Так же хозяйственная деятельность человека – является мощным источником аэрозолей. Вклад антропогенных выбросов существенен для всех составляющих общего баланса аэрозоля; для твёрдого углерода он преобладает над естественным выбросом, для сульфатов и органического вещества составляет примерно 25% естественного. Общее число загрязняющих атмосферу веществ исчисляется несколькими сотнями.

Основными источниками антропогенных выбросов в городе Туапсе, являются:

#### 1. Железная дорога и железнодорожный транспорт

На железнодорожном транспорте наиболее велики выбросы различных дисперсных материалов при хранении, погрузке, транспортировке и выгрузке угля, руды, щебня, золы, песка и других сыпучих материалов, а также в процессе строительства и ремонта пути и путевых сооружений.

С открытых складов угля и строительных материалов выветриваются твердые частицы, пыль и другие мелкодисперсные вещества [6].

В процессе перевозки угля в полувагонах рассыпается от 2 до 10 % груза. На отдельных участках дорог в год рассыпается на 1 км пути до 400 кг сыпучих продуктов.

#### 2. ООО «РН-Туапсинский НПЗ»

Источниками выбросов вредных примесей в атмосферу являются дымовые трубы технологических печей, факельное производство, сточные воды, предохранительные клапаны, вент выбросы из помещений насосных и др.

В атмосферу выделяются вредные примеси испарений легких фракций нефти, а также дымовые газы (метан, ангидрид сернистый, оксид углерода, окислы азота, мазутная зола, бенз(а)пирен, сероводород, фенол, меркаптаны и

др.). Основными вредными веществами, выбрасываемыми в атмосферу на нефтеперерабатывающих предприятиях, являются углеводороды, сернистый газ, сероводород, окись углерода, аммиак, фенол, окислы азота и т. д. К числу наиболее крупных источников загрязнения атмосферы относятся:

- резервуары, в которых хранятся нефть, нефтепродукты, различные токсичные легкокипящие жидкости;
- очистные сооружения; некоторые технологические установки (АВТ, каталитический крекинг, производство битумов и др.)

### 3. Туапсинский балкерный терминал (ТБТ)

Туапсинский балкерный терминал (ТБТ) представляет собой перегрузочный комплекс, предназначенный для перегрузки минеральных удобрений. ТБТ размещается в г. Туапсе Краснодарского Края на территории бывшего Туапсинского судомеханического завода, в восточной части морского порта Туапсе [23].

Согласно проектным данным, годовой объем перевалки сухих гранулированных минеральных удобрений через ТБТ должен составлять 2,3 млн. тонн/год, в том числе:

- карбамид (мочевина) - 1,0 млн. тонн в год;
- аммофос - 0,3 млн. тонн в год;
- нитроаммофоска - 0,3 млн. тонн в год;
- калийная соль - 0,7 млн. тонн в год.

### 4. Автотранспорт

Загрязнение атмосферного воздуха во многом связано с эксплуатацией автотранспортных средств. Транспортная схема города несовершенная. Федеральная трасса Джубга-Сочи проходит через город и характеризуется, особенно в летнее время года, большой интенсивностью потока автотранспортных средств. В летнее время интенсивность транспортного потока достигает 1400 машин в час со средней скоростью 15 км/ч, и как следствие, километровые пробки [13].

В выхлопах автомобилей содержится порядка 300 загрязнителей, в том

числе обладающих канцерогенным воздействием. Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые автотранспортом, включают:

- оксид углерода (СО);
- оксиды азота NO<sub>2</sub> (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (СН);
- сажу;
- диоксид серы (SO<sub>2</sub>)
- формальдегид;
- бенз(а)пирен;
- свинец.

Всего 1 автомобиль за год выбрасывает в атмосферу колоссальное количество загрязнителей: 700 кг СО, 40 кг NO<sub>2</sub>, 230 литров СН, 5 кг твердых частиц. В атмосфере основные загрязняющие вещества могут трансформироваться и образовать более сложные и опасные соединения, именно автотранспорт является главным виновником образования в городах смога.

##### 5. АО «Туапсинский морской торговый порт»

Угольный терминал. Расчетная пропускная способность АО «Туапсинский морской торговый порт» по перевалке угля составляет 3,3 млн. тонн в год. С учетом заявок грузовладельцев в 2019-2021 годах, ограничений емкостей склада порта и ж/д инфраструктуры ст. Туапсе и на подходах к ней, профицит пропускной способности (допустимая мощность) отсутствует.

Объем единовременного накопления угля на складах может превышать 100 тыс. тонн при перевалке 5 марок углей.

Загрязнение атмосферного воздуха во многом связано с выветриванием твердых частиц, пыли и других мелкодисперсных веществ.

Зерновой терминал. Перевалочный комплекс АО «Туапсинский зерновой терминал» общей мощностью 2 млн. тонн в год предназначен для приема зерна с железнодорожного транспорта, временного накопления в зернохранилище общей вместимостью 100 тысяч тонн и отгрузки зерна на морские суда.

Загрязнение атмосферного воздуха на зерновом терминале связано с выветриванием зерновой пыли и мелких твердых частиц.

Под влиянием антропогенного и естественного загрязнения, можно наблюдать следующее колебание химического состава атмосферных осадков в городе Туапсе.

В осеннее – зимний период содержание сульфат - ионов, хлорид - ионов, нитрит – ионов, гидрокарбонат - ионов, а также кальция и кислорода в городе Туапсе минимальнее, чем в весеннее – летний период.

## 2 Результаты анализа химического состава атмосферных осадков на территории города Туапсе

### 2.1 Методики отбора проб и определения загрязняющих веществ

Изучение химического состава атмосферных осадков проводилось в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) гидрометеорологическое бюро г.Туапсе (ГМБ) краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполняют наблюдения в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе.

ГМБ осуществляет оперативно-прогностическую деятельность по городу Туапсе, акватории порта Туапсе, Туапсинскому району; производит гидрометеорологические и гидрохимические наблюдения за загрязнением окружающей среды (рисунок 2).



Рисунок 2 – Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе

Вещества, формирующие химический состав атмосферы и атмосферных выпадений могут иметь естественное и искусственное происхождение. Вещества естественного происхождения поступают в атмосферу в результате вулканической деятельности, выветривания почвы и горных пород, лесных пород, отмирания растений, волнения моря, сопровождающегося образованием

брызг, сгорания метеоритов. Вещества антропогенного происхождения образуются в процессе сжигания ископаемого углеводородного топлива (уголь, нефть, газ), промышленных и бытовых отходов, при пожарах, ядерных взрывах и др.

Между сушей и океаном существует постоянный солеобмен. Миграция солей совершается не только водным, но и воздушным путем, поэтому осадки, выпадающие на море, содержат примесь континентальных солей, а осадки на континенте - примесь морских солей.

Формирование химического состава атмосферных осадков происходит в два этапа: при образовании облаков (и туманов) и во время выпадения снега и дождя [16, с. 9].

Состав атмосферных осадков зависит не только от состава атмосферной воды, но и от количества сухих примесей в воздухе и величины выпадающих осадков, а также и от условий, сопутствующих выпадению осадков (высоты дождевых облаков, направления ветра, предшествовавшей погоды, температуры воздуха и характера осадков - дождь или снег). Таким образом, на поверхность земли через атмосферу поступают:

- соли, растворенные в атмосферных осадках;
- сухие эоловые соли с поверхности земли;
- соли, увлекаемые ветром с поверхности океана и морей;

Хлоридные ионы ( $\text{Cl}^-$ ). Хлоридная составляющая атмосферных осадков имеет морское происхождение. Частицы морской соли, поступающие в атмосферу, разносятся воздушными течениями и являются наиболее активными ядрами конденсации. Хлориды всегда присутствуют в облачной воде и атмосферных осадках. С удалением от берега концентрация ионов хлора уменьшается, а уже внутри континента изменяется незначительно. По Черноморскому побережью среднее содержание ионов хлора в атмосферных осадках составляет от 5 мг/л до 6,1 мг/л [14].

Метод основан на малой растворимости хлорида серебра  $\text{AgCl}$ , количественно выпадающего из раствора при прибавлении нитрата серебра

$\text{AgNO}_3$  к воде, содержащей хлоридные ионы,  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$  белый осадок.

После полного осаждения хлоридов избыток ионов серебра вступает в реакцию с ионами хромовой кислоты, которую добавляют как индикатор, в результате чего образуется осадок хромата серебра, окрашенный в красный 4861В зависимости от предполагаемого содержания хлоридов выбирают подходящий объём пробы воды, необходимый для титрования.

Ход определения. В коническую колбу ёмкостью 105-200 мл берем 100мл пробы дождевой воды, исходя из качественного определения, добавляем 1 мл раствора хромата калия и титруют при непрерывном перемешивании раствором азотнокислого серебра. При малом содержании хлоридов титрование проводят медленно, приливая раствор  $\text{AgNO}_3$  по одной капле. При значительном содержании хлоридов вначале выпадает белый осадок  $\text{AgCl}$ . По мере приближения к концу титрования появляется буроватая окраска, скорость исчезновения которой замедляется по мере титрования. Конец титрования определяют по не исчезающей при перемешивании окраски буроватого цвета, появляющийся от одной капли  $\text{AgNO}_3$ . Одновременно проводят определение холостой пробы.

Содержание хлоридов  $C_x$  в мг-экв/л находят по формуле:

$$C_x = (n_1 - n_2) * N * 1000 / V, \quad (1)$$

где, N – нормальность раствора  $\text{AgNO}_3$ ;

$n_1$  – объём раствора  $\text{AgNO}_3$ , пошедшего на титрование пробы;

$n_2$  – объём раствора  $\text{AgNO}_3$ , пошедшего на титрование холостой пробы;

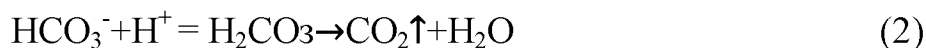
V – объём пробы, взятый для определения, мл.

Гидрокарбонатные ионы ( $\text{HCO}_3^-$ ). Наиболее постоянной составляющей атмосферных осадков для условий Черноморского побережья являются ионы гидрокарбоната. Пространственные изменения содержания гидрокарбонатов испытывают значительные вариации. На северо-западе ЕТР (Европейская территория России) среднее значение концентрации наименьшее: вглубь



континента происходит увеличение гидрокарбонатов до 2-3 мг/л и очень резко возрастает их концентрация. Преобладание гидрокарбонат - ионов в атмосферных осадках на территории Черноморского побережья объясняется тем, что на формирование химического состава осадков существенное влияние оказывают подстилающая поверхность; тип горных пород и почвы, которые являются важнейшими источниками поступления аэрозолей в атмосферу.

Принцип метода. Метод основан на взаимодействии гидрокарбонатных и карбонатных ионов с сильной кислотой с образованием  $H_2CO_3$ , которая распадается на  $CO_2$  и  $H_2O$ .



Ход определения. 100 мл пробы дождевой воды помещают в колбу на 250 мл, добавляют 10 капель индикатора и такое количество 0,05 н. раствора соляной кислоты, чтобы исследуемая проба приняла малиновую окраску. Затем добавляют ещё 1-2 мл раствора соляной кислоты и удаляют двуокись углерода продуванием через пробу воды воздуха, лишённого  $CO_2$ . Не прекращая продувания воздуха, пробу титруют раствором буры до появления устойчивой зелёной окраски [14, с. 155].

Величину гидрокарбонатных ионов в мг-экв  $HCO_3^-$  /л вычисляют по формуле:

$$\text{мг-экв } HCO_3^- / \text{л} = (N_1 \cdot n_1 - N_2 \cdot n_2) \cdot 1000 \cdot 61,62, \quad (4)$$

где,  $N_1$  – нормальность раствора соляной кислоты;

$n_1$  – объём раствора соляной кислоты, мл;

$N_2$  – нормальность раствора буры  $Na_2B_4O_7$ ;

$n_2$  – объём раствора буры, пошедший на титрование, мл;

$V$  – объём воды, взятый для титрования, мл.

Катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Наличие в воде ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}$  обуславливает её жесткость. Жесткость воды колеблется в широких пределах. Вода с жесткостью менее 4 мг-экв/л - считается мягкой, от 4 до 8 мг-экв/л -средней жесткости, от 8 до 12 мг-экв/л- жесткой и выше 12мг- экв/л- очень жесткой. Высокая жесткость, особенно обусловленная солями магния, ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая на органы пищеварения.

Принцип метода. Метод основан на титровании пробы воды раствором динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (комплексон 3) щелочной среде с индикатором хромоген - чёрным [24, с.150].

Качественное определение. Перед выполнением анализа необходимо произвести качественное определение жесткости в исследуемой пробе воды. для этого берут 5 мл исследуемой пробы воды, добавляют 0.5 мл аммиачного буфера и 10-15 г сухой смеси хромоген черного и титруют 0.02 н раствором комплексона 3 до перехода окраски из красно- фиолетовой в голубую. На основании данных величины жесткости выбирают соответствующий объём пробы.

Ход определения. По данным качественного определения в коническую колбу емкостью 150-200 мл отбираем 100 мл пробы дождевой воды, добавляют 5 мл буферного раствора и 10-15 мг хромоген чёрного. Жидкость перемешивают и титруют раствором комплексона 3 до перехода красно-фиолетовой окраски в голубую.

Общую жесткость  $S_x$  в мг-экв/л находят по формуле:

$$C_1 = N \cdot n \cdot 100 / V, \quad (5)$$

где,  $N$  – нормальность раствора комплексона 3;

$n$  – объём раствора комплексона, пошедшего на титрование пробы, мл;

$V$  – объём пробы воды, взятый для определения, мл.

Катионы  $\text{Ca}^{2+}$ . Пространственное распределение концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в

осадках сходны с изменениям сульфат - ионов. Наиболее высокие средние значения  $\text{Ca}^{2+}$  в атмосферных осадках (4-6мг/л) наблюдаются в южных районах ЕТР, в то время как в северной половине ЕТР концентрация кальция меньше 1мг/л. Максимальные значения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  достигают 2,61мг/л при средних значениях 1,5 мг/л. Основным источником этого катиона в атмосфере, по всей видимости, является подстилающая поверхность (известняк), который, в атмосферу вступает в реакцию с водой и углекислым газом с образованием гидрокарбонатов и катионов кальция [22, с.157].

Принцип метода. Метод основан на способности ионов кальция образовывать с комплексом 3 малодиссоциированное, устойчивое в щелочной среде соединение типа:  $\text{N}_2\text{H}_2$  (компл.3) +  $\text{Ca}^{2+} = \text{Na}_2\text{Ca}$  (компл.3) +  $2\text{H}^+$ .

Ход определения. По данным качественного анализа в коническую колбу ёмкостью 150-200 мл отбираем 100 мл пробы дождевой воды, добавляют 2 л 2 н. раствора NaOH и 10-15 мг мурексида. Пробу итруют комплексом 3 при перемешивании до перехода окраски из красной в лиловую.

Содержание ионов  $\text{Ca}^{2+}$  (Сэ) в мг- экв/л находят по формуле:

$$C_3 = N * n * 100 / V, \quad (6)$$

где, n – количество раствора комплексона 3, пошедшего на титрование, мл;

N – нормальность раствора комплексона 3;

V – объём пробы, взятый для определения, мл.

Катионы  $\text{Mg}^{2+}$ . самая малая примесь из щелочноземельных металлов в атмосферных осадках. В условиях Черноморского побережья содержание меняется в пределах 0,25-1,22 мг/л при среднем значении 0,7 мг/л. Географическое распределение выражено довольно определённо: наименьшее значение (0,2 мг/л) характерны для осадков северной части ЕТР (Европейская территория Россия), к югу количество Mg увеличивается до 0,4 г/л.

Сульфатные ионы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Являются одной из основных примесей в

осадках континентального происхождения. Область высоких значений сульфатных ионов охватывает промышленные и густонаселенные районы. Кроме того, состав почв на юге ЕТР благоприятствует сульфатному загрязнению атмосферы и осадков. Как показывают гидрохимические исследования рек Северного Кавказа и Закавказья они несут воды с ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), источником поступления сернистого ангидрида в атмосферу может быть и поверхность морей и океанов, так как морская вода содержит различные соли, сульфаты составляют лишь 14% от них. Но такое соотношение этих солей не сохраняется в осадках. Даже в прибрежных районах отношение  $\text{SO}_4^{2-} \text{Cl}^-$  в осадках составляет 1-2 (для морской воды 0,14), внутри материка оно повышается до нескольких единиц, т.е. явно преобладают ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ . В предгорных районах и в условиях чистого горного воздуха в осадках содержится примерно 3-4 мг/л. Это наименьшая средняя концентрация определяется распространенными в атмосфере сульфатами. Над континентом количество  $\text{SO}_4^{2-}$  в осадках в 2-3 раза выше и составляет 7-11 мг/л. При этом можно предположить, что примерно 30% обнаруживаемого в осадках  $\text{SO}_4^{2-}$  являются результатом антропогенной деятельности. Следовательно, вклад почвенной компоненты ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  тоже составляет приблизительно 30%. Эти ориентировочные соотношения существенно изменяются в зимнее время года, т.к. поступление минеральной пыли с поверхности почвы уменьшается, и влияние промышленных источников и больших населенных пунктов проявляется сильнее и может превышать 60-70% [24, с. 152].

Принцип метода. Метод основан на измерении интенсивности помутнения содержащих сульфатные ионы, в присутствии солей бария.

Ход определения. 5 мл пробы дождевой воды отбирают пипеткой в коническую колбу на 25 мл, добавляют 1-2 капли раствора  $\text{HCl}$  (1:1), 5 мл смешанного реактива (раствор хлористого бария в смеси гликоля и этилового спирта) тщательно перемешивают. Через 40 минут измеряют оптическую плотность на КФК-3 при длине волны  $\lambda=315$  нм, в кюветах с толщиной слоя  $l=2$  см против дистиллированной воды. Содержание сульфатов находят по

калибровочной кривой в мг  $\text{SO}_4^{2-}$ /л.

Нитрат и нитрит-ионы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ). В общем случае концентрация ионов  $\text{NO}_3^-$  возрастает с севера на юг, причем отчетливо выделяется полоса наиболее высоких значений, которая тянется с запада на восток. Среди специалистов утвердилось мнение, что окислы азота возникают в атмосфере под действием грозных разрядов. Однако ни географическое распределение концентрации нитратов в осадках, ни сезонные изменения (более высокое значение в холодное полугодие) не подтверждают предположение о связи их с грозными явлениями. Можно предположить, что основной вклад сезонного азота осадки получают за счет аммиака  $\text{NH}_4^+$  [3, с.6].

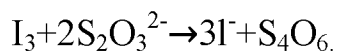
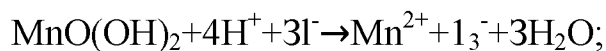
Концентрация нитрат и нитрит-ионов изменяется в пределах 1-5 мг/л при среднем значении 2,6 мг/л, что соответствует среднегодовым показателям ЕТР (2-3 мг/л). Однако в отдельных случаях, по-видимому, связанных с интенсивной грозной деятельностью, концентрация нитрат-ионов превышает 5 мг/л. На величину концентрации ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) на территории Абхазии могут оказывать влияние крупные промышленные предприятия при вторжении северных и северо-западных циклонов.

Принцип метода. Метод основан на способности первичных ароматических аминов в присутствии азотистой кислоты давать интенсивно окрашенные диазосоединения.

Ход определения. 50 мл пробы дождевой воды помещают в цилиндр Неслера, добавляют около 0,1 г сухого реактива Грисса, тщательно перемешивают. Через 40 минут измеряют оптическую плотность раствора на КФК- 3 при длине волны  $\lambda=536$  нм, в кюветах с толщиной слоя 5 см против дистиллированной воды. Содержание нитрит - ионов находят по калибровочной кривой.

Содержание кислорода. Метод определения основан на взаимодействии в щелочной среде гидроокиси марганца с растворенным в воде кислородом. Гидроокись марганца, количественно связывая растворенный в воде кислород, переходит в нерастворимое соединений четырех валентного марганца

коричневого цвета. При подкислении раствора в присутствии избытка йодистого калия образуется йод, количество которого эквивалентно содержанию растворённого кислорода и учитывается титрованием раствора тиосульфата:



Ход определения. Кислородную склянку 2-3 раза ополаскивают и затем наполняют пробой дождевой воды. После заполнения склянки до горлышка ее наполнение продолжают до тех пор, пока не выльется приблизительно 100 мл воды, т.е. пока не вытиснится вода, соприкасающаяся с воздухом, находящемся в склянке.

Затем в склянку с пробой дождевой воды вводят 1 мл раствора хлористого марганца ( $\text{MnCl}_2$ ) и 1 мл щелочного раствора калия ( $\text{KI} + \text{NaOH}$ ). Затем быстро закрывают склянку стеклянной пробкой таким образом, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха, и содержимое склянки тщательно перемешивают [3, с.8].

Образовавшемуся осадку гидроокиси марганца дают отстояться не менее 10 минут и не более суток. Затем приливают 5 мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1:3). Пипетку погружают до осадка и медленно поднимают вверх. Склянку закрывают пробкой, и содержимое тщательно перемешивают. Затем содержимое склянки переносят в коническую колбу объёмом 250 мл. и титруют 0,02 н. раствором тиосульфата до тех пор, пока он не станет светло-желтым. Затем прибавляют 1 мл свежеприготовленного раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

Содержание растворенного кислорода в мг  $\text{O}_2/\text{л}$  рассчитывают по формуле:

$$\text{мг } \text{O}_2/\text{л} = \text{MnK}, \quad (7)$$

где, М – множитель;  
n – отсчет по бюретки;  
К – коэффициент пересчета.

Степень насыщения воды кислородом в процентах вычисляют по формуле:

$$O_2\% = C_x * 100 / C_o, \quad (8)$$

где,  $C_x$  – концентрация кислорода, найденная путём анализа;  
 $C_o$  – нормальная концентрация кислорода для температуры, измеренной при отборе пробы.

Определение кислотности. Принцип метода. Определение основано на изменении окраски индикатора, добавленного к пробе воды, в зависимости от рН воды.

Полученную окраску пробы воды сравнивают со шкалой, состоящей значения рН. Если окраска воды совпадает с окраской раствора одной из пробирок шкалы, то величины рН их одинаковые.

Обычно используют готовую колориметрическую шкалу, состоящую из ряда запаянных пробирок, содержащих буферные растворы с соответствующими индикаторами. В качестве индикаторов служат органические многоцветные красители [2, с.34].

Так как каждый индикатор резко изменяет свою окраску только в определенном интервале рН, то применяют несколько индикаторов

Бромтимоловый синий - от 6,00 до 7,60 рН,

Крезоловый красный - 7,60 до 8,20 рН

Тимоловый синий - от 8.20 до 9.20 рН

Ход определения. Пробирку, прилагаемую к шкале, ополаскивают 2-3 раза пробой дождевой воды и наполняют водой до метки. Затем в пробирку добавляют пипеткой раствор индикатора 0,5 мл, закрывают пробирку пробкой, осторожно перемешивают содержимое её путём перевёртывания и сравнивают

с окраской растворов шкалы в пробирках с тем же индикатором, в случае точного совпадения тона окраски за результат принимают величину рН, указанную на этикетки пробирки шкалы.

Если окраска исследуемой воды соответствует промежуточному тону между двумя пробирками шкалы, то за результат берут среднее между ними значение рН.

Для получения точных результатов, кроме того определяют температуру буферных растворов шкалы, температуру исследуемой воды. Температуру растворов шкалы определяют по термометру, который должен постоянно находиться в пробирке с водой, рядом с пробирками шкалы. В результате определения рН, полученные путем сравнения окраски исследуемой воды с окраской шкалы, вводят поправки. Величину рН<sub>в</sub> рассчитывают, по формуле

$$pH_B = pH_{набл} + \Delta pH_t + \alpha(t - t'_w) + \gamma(t'_w - t_w) \quad (9)$$

где, рН<sub>в</sub> – величина рН после введения всех поправок;

рН<sub>набл</sub> – величина, непосредственно определенная по шкале;

$\Delta pH_t$  – поправка для приведения значений шкалы рН к температуре 18 °С;

$\alpha(t - t'_w)$  – поправка на разность температур буферных растворов и пробы в момент определения рН;

$t_t$  – температура буферного раствора шкалы рН;

$t'_w$  – температура пробы в момент определения рН;

$t_w$  – температура воды в момент ее отбора

$\gamma(t'_w - t_w)$  – поправка на разность температуры в момент определения рН в момент взятия пробы.

$\alpha$  – температурный коэффициент видимого изменения рН, отвечающий изменению константы диссоциации индикатора. Этот коэффициент принят для бромтимолового синего 0,008;

$\gamma$  – коэффициент, характеризующий изменение рН воды при изменении температуры на 1 °С.



## 2.2 Анализ химического состава атмосферных осадков за период 2016-2019 г в городе Туапсе

Определение химического состава атмосферных осадков на территории города Туапсе проводился в период с 2016 по 2019 гг. Отбор проб проводили в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05 - 85, с помощью осадкомера [15, с. 178].

Периодичность отбора проб определяется целями исследований, степенью изменчивости концентраций определяемых компонентов, метеорологическими условиями.

Отбирают точечную или объединенную пробу атмосферных осадков. Точечную пробу атмосферных осадков отбирают при отдельном дожде или снегопаде (интервал времени при выпадении не более 1 ч). Объединенная проба атмосферных осадков отбирается за определенный период времени - месяц, декаду, неделю, сутки и характеризует среднее содержание определяемых компонентов за этот период времени.

Концентрации веществ в воде отдельных дождей очень сильно изменяются в зависимости от происхождения облачной системы, дающей осадки (морское или континентальное), от стадии и продолжительности осадков, поэтому изучение химического состава осадков проводят, как правило, на основе осредненных данных.

Результаты определения кислорода в атмосферных осадках представлены в таблицах 2-4.

Таблица 2 – Среднемесячное содержание кислорода в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
O <sub>2</sub> %	70	65	75	68	80	78	74
Кол-во выпав. осадков, мм	109,2	112,9	52,1	80,7	70,2	72,7	78,6

Как видно из таблицы 2, содержание кислорода в атмосферных осадках с сентября 2016 года по март 2017 года изменяется в пределах от 65% до 80%. Наименьшее значение было в октябре 2016 года (65%), наибольшее значение

было в январе 2017 года (80%).

Таблица 3 – Среднемесячное содержание кислорода в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
O <sub>2</sub> %	73	81	74	65	79	80	77
Кол-во выпав осадков, мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 3, содержание кислорода с сентября 2017 года по март 2018 года изменяется в пределах от 65% до 81%. Наименьшее значение было в декабре 2017 года (65%), наибольшее значение было в октябре 2017 года (81%).

Таблица 4 – Среднемесячное содержание кислорода в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
O <sub>2</sub> %	70	83	75	69	71	80	77
Кол-во выпав осадков, мм	374,7	84,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3
Среднее кол-во осадков, мм	698,1	123,1	248,1	331,8	365,3	327,9	378,1

Как видно из таблицы 4, содержание кислорода с сентября 2018 года по март 2019 года изменяется в пределах от 69% до 83%. Наименьшее значение было в декабре 2018 года (69%), наибольшее значение было в октябре 2018 года (83%).

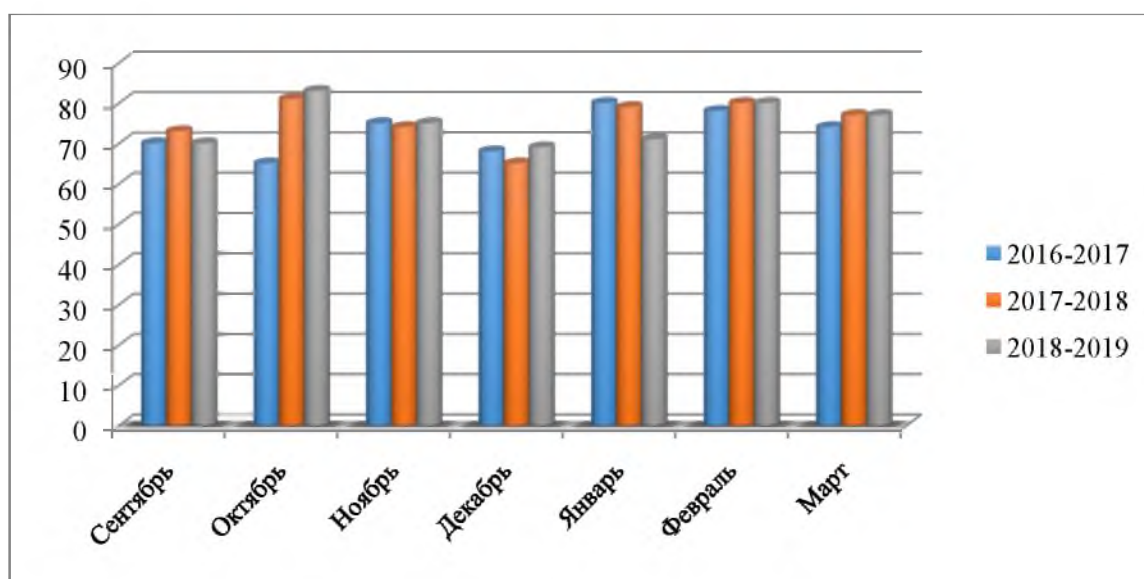


Рисунок 3 – Среднемесячное содержание кислорода (%) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 3, минимальное содержание кислорода в атмосферном воздухе было в октябре 2016 – 2017 гг., максимальное. Как видно из графика содержание кислорода в атмосферных осадках за 2016-2019 гг., составляет 70% от максимального значения.

В холодные месяцы концентрация кислорода в воде увеличивается, так как в холодной воде кислород растворяется в большем объеме [5, с. 55].

Результаты определения ионов хлора в атмосферных осадках представлены в таблицах 5-7.

Таблица 5 – Среднемесячное содержание хлоридов в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Cl мг- экв/л	9,2	8,8	10,3	5,32	7,2	8,4	10,2
Кол-во осадков	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,2	150,6

Как видно из таблицы 5, содержание ионов хлора в мг-экв/л с сентября 2016 года по март 2017 года изменялось в пределах от 5,32 мг-экв/л до 10,3 мг-экв/л. Наименьшее значение было в декабре 2016 года (5,32 мг/л), наибольшее значение было в ноябре 2016 года (10,3 мг/л).

Таблица 6 – Среднемесячное содержание хлоридов в атмосферных осадках за период с сентября 2017 по март 2018 год

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Cl мг- экв/л	8,2	8,1	10,3	6,9	8,5	9,2	10,6
Кол-во осадков мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 6, содержание ионов хлора в мг-экв/л с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в пределах от 6,9 мг-экв/л до 10,6 мг-экв/л. Наименьшее значение было в декабре 2017 года (6,9 мг/л), наибольшее значение было в марте 2018 года (10,6 мг/л).

Таблица 7 – Среднемесячное содержание хлоридов в атмосферных осадках за период с сентября 2018 по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Cl мг- экв/л	8,0	9,2	10,5	5,5	7,3	9,2	10,3
Кол-во осадков мм	374,7	200,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 7, содержание ионов хлора в мг-экв/л с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в пределах от 5,5 мг-экв/л до 10,5 мг-экв/л. Наименьшее значение было в декабре 2018 года (5,5 мг/л), наибольшее значение было в ноябре 2018 года (10,5 мг/л).

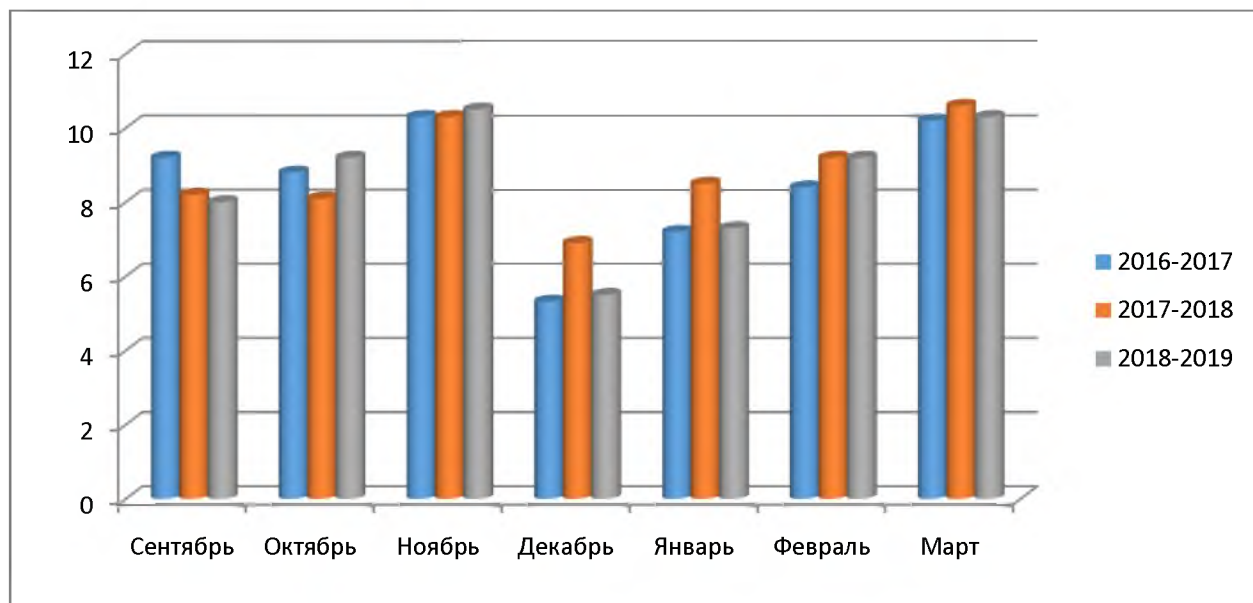


Рисунок 4 – Среднемесячное содержание хлоридов (мг-экв/л) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 4, содержание хлоридов в атмосферных осадках было минимальным в декабре 2016-2017 гг., максимальным в марте 2017-2018 гг. Как видно из графика содержание хлоридов в теплое время года выше чем в холодные времена. Концентрация хлоридов в атмосферных осадках зависит от направления ветра и интенсивности испарения с морской поверхности.

Результаты определения сульфатных ионов представлены в таблицах 8-10.

Таблица 8 – Среднемесячное содержание сульфат ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	1,85	10,23	8,42	5,85	4,45	5,23	1,5
Кол-во выпав осадков мм	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,7	150,6

Как видно из таблицы 8, содержание сульфат-ионов с сентября 2016 года

по март 2017 года изменялось в пределах от 3,32 мг/л до 8,43 мг/л. Наименьшее значение в октябре 2016 года (3,32 мг/дм<sup>3</sup>), наибольшее в декабре 2016 года (8,43 мг/дм<sup>3</sup>).

Таблица 9 – Среднемесячное содержание сульфат ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> мг/л	1,54	9,48	3,51	2,48	4,42	7,20	6,60
Кол-во выпав. осадков мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	30,0	125,2

Как видно из таблицы 9, содержание сульфат ионов с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в пределах от 1,54 мг/дм<sup>3</sup> до 9,48 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшее значение в сентябре 2017 года (1,54 мг/дм<sup>3</sup>), наибольшее в декабре 2017 года (9,48 мг/дм<sup>3</sup>).

Таблица 10 – Среднемесячное содержание сульфат ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
SO <sub>4</sub> мг/л	4,33	1,41	5,50	7,43	8,47	9,23	3,89
Кол-во выпав. осадков мм	125,7	200,0	86,8	81,3	68,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 10, содержание сульфат ионов с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в пределах от 1,33 мг/ дм<sup>3</sup> до 8,43 мг/ дм<sup>3</sup>. Наименьшее значение в сентябре 2018 года (1,33 мг/ дм<sup>3</sup>), наибольшее в декабре 2018 года (8,43 мг/ дм<sup>3</sup>).

Как видно из рисунка 5, содержание сульфат – ионов в атмосферных осадках было минимальным в сентябре 2018-2019 гг., максимальное в декабре 2017-2018 гг. выявлена зависимость между повышенной кислотностью осадков и концентрацией сульфат иона – в декабре за весь исследуемый период концентрация сульфат иона была максимальной 8,43 мг/дм<sup>3</sup>, в то же время рН осадков составлял 6,9.

Возрастание концентрации сульфатов в атмосферных осадках, по времени совпадает с остановкой установки ЭЛОУ на ООО «НПЗ- Роснефть» на ремонт, которая сопровождалась выбросами серосодержащих компонентов

нефти в атмосферу.

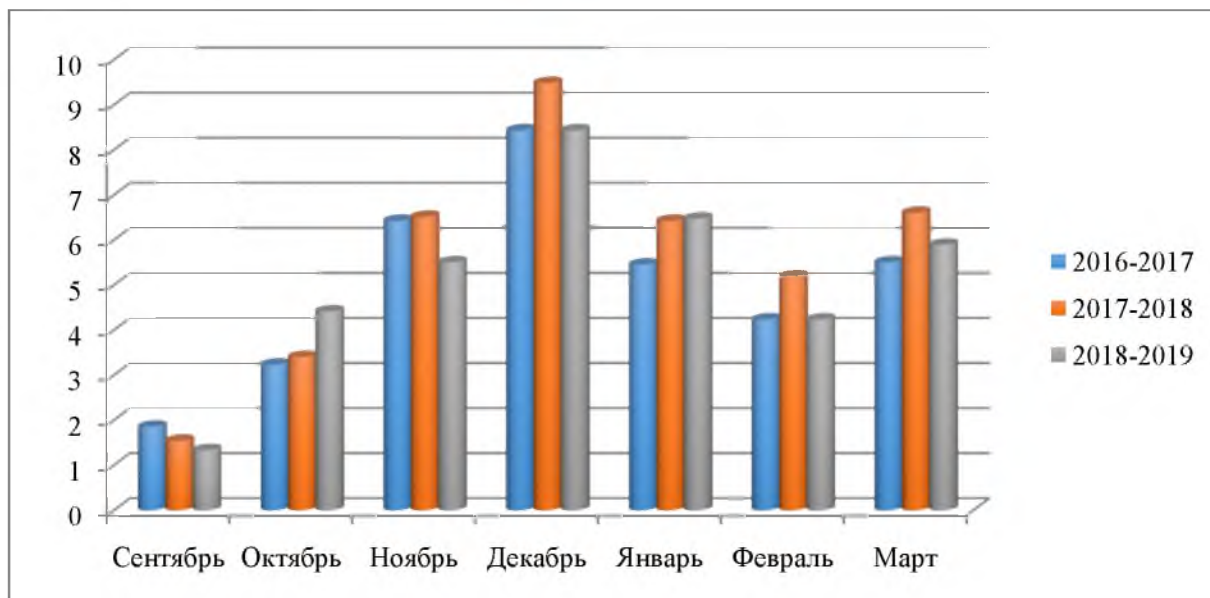


Рисунок 5 – Среднемесячное содержание сульфат ионов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

В это же время можно наблюдать понижение pH среды осадков до слабокислых, хотя для естественного состава атмосферных осадков на территории города Туапсе характерен pH 7,5.

Результаты определения нитрит-ионов представлены в таблицах 11- 13.

Таблица 11 – Среднемесячное содержание нитрит-ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
$\text{NO}_2$ мг/л	0,926	1,4	2,6	0,5	0,249	0,535	1,9
Кол-во выпавших осадков, мм	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,2	150,6

Как видно из таблицы 11, содержание нитрит-ионов с сентября 2016 года по март 2017 года изменялось в пределах от  $0,926 \text{ мг/дм}^3$  до  $2,6 \text{ мг/дм}^3$ . Наименьшее значение в сентябре 2016 года ( $0,926 \text{ мг/дм}^3$ ), наибольшее значение в ноябре 2016 года ( $2,6 \text{ мг/дм}^3$ ).

Таблица 12 – Среднемесячное содержание нитрит-ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
$\text{NO}_2$ мг/л	0,900	1,5	2,4	1,2	0,221	0,543	1,5
Кол-во выпавших Осадков мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 12, содержание нитрит-ионов с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в пределах от 0,900 мг/л до 2,4 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшее значение в сентябре 2017 года (0,900 мг/ дм<sup>3</sup>), наибольшее значение в ноябре 2017 года (2,4 мг/ дм<sup>3</sup>).

Таблица 13 – Среднемесячное содержание нитрит - ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
NO <sub>2</sub> мг/л	0,901	1,2	3,0	0,485	0,226	0,531	2,0
Кол-во выпавших осадков, мм	374,7	84,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 13, содержание нитрит-ионов с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в пределах от 0,901 мг/ дм<sup>3</sup> до 3,0 мг/ дм<sup>3</sup>. Наименьшее значение в сентябре 2018 года (0,901 мг/ дм<sup>3</sup>), наибольшее значение в ноябре 2018 года (3,0 мг/ дм<sup>3</sup>).

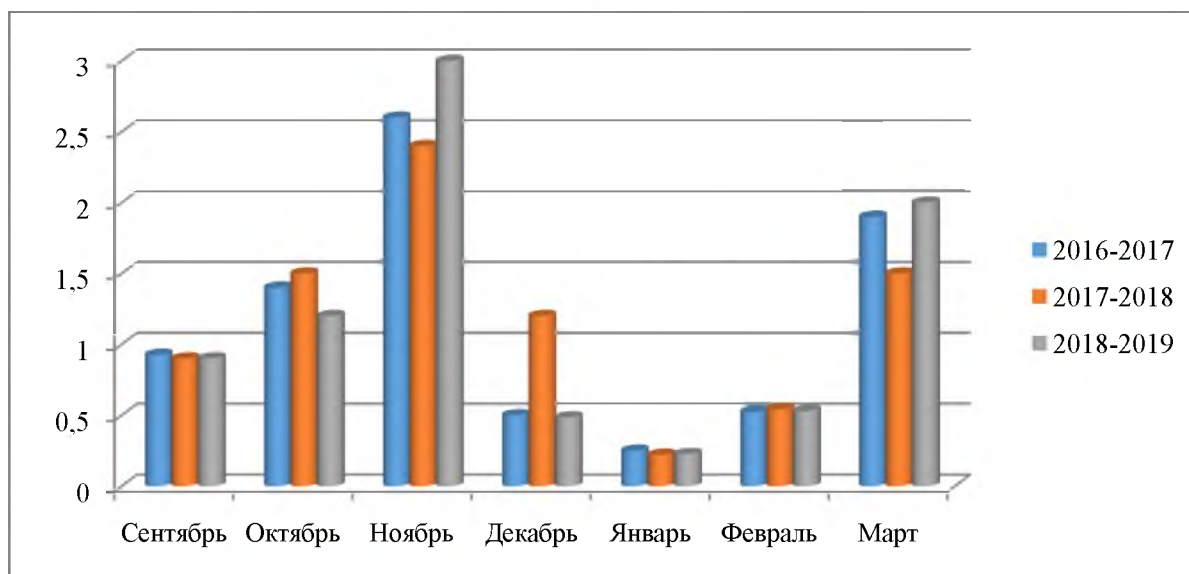


Рисунок 6 – Среднемесячное содержание нитрит - ионов (мг/л дм<sup>3</sup>) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 6, содержание нитрит - ионов в атмосферных осадках было минимальным в январе 2017- 2018гг, максимальное значение наблюдалось в ноябре 2018 – 2019гг. В ноябре можно наблюдать повышенное содержание нитритов в атмосферных осадках, скорее всего можно сделать предположение что это вызвано интенсивной погрузкой азотсодержащих

удобрений на терминале Еврохим.

Результаты определение общей жёсткости ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) атмосферных осадков представлены в таблице 14-17.

Таблица 14 – Рекомендуемый для анализа объем пробы в зависимости от жесткости воды

Жесткость мг-экв/л	0,5-5,0	5-10	10-20	20-50
Объем пробы воды необходимый для титрования, мл	100	50	25	10

По концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  атмосферные осадки на территории города Туапсе можно отнести к мягким, что для осадков является нормой.

Таблица 15 – Среднемесячная величина жесткости содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Жесткость мг- эк в/л	0,63	0,45	0,32	0,78	0,57	0,48	0,82
Кол-во выпав, осадков, мм	130,3	12,9	50,1	80,2	70,2	72,7	150,6

Как видно из таблицы 15, содержание жесткости с сентября 2016 года по март 2017 года изменялось в пределах от 0,78 мг-экв/л до 0,32 мг-экв/л. Наименьшее значение в декабре 2016 года (0,78 мг-экв/л), наибольшее значение в ноябре 2016 года (0,32 мг-экв/л).

Таблица 16 – Среднемесячная величина жесткости содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Жесткость мг- эк в/л	0,50	0,42	0,20	0,58	0,40	0,39	0,45
Кол-во выпавших осадков, мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,0

Как видно из таблицы 16, содержание жесткости с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в пределах от 0,58 мг-экв/л до 0,20 мг-экв/л. Наименьшее значение в декабре 2017 года (0,58 мг-экв/л), наибольшее значение в ноябре 2017 года (0,20 мг-экв/л).



Таблица 17 – Среднемесячная величина жесткости содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Жесткость мг- эк в/л	0,55	0,45	0,20	0,78	0,58	0,35	0,50
Кол-во выпавших осадков, мм	374,7	84,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 17, содержание жесткости с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в пределах от 0,78 мг-экв/л до 0,20 мг-экв/л. Наименьшее значение в ноябре 2018 года (0,78 мг-экв/л), наибольшее значение в ноябре 2018 года (0,20 мг-экв/л).

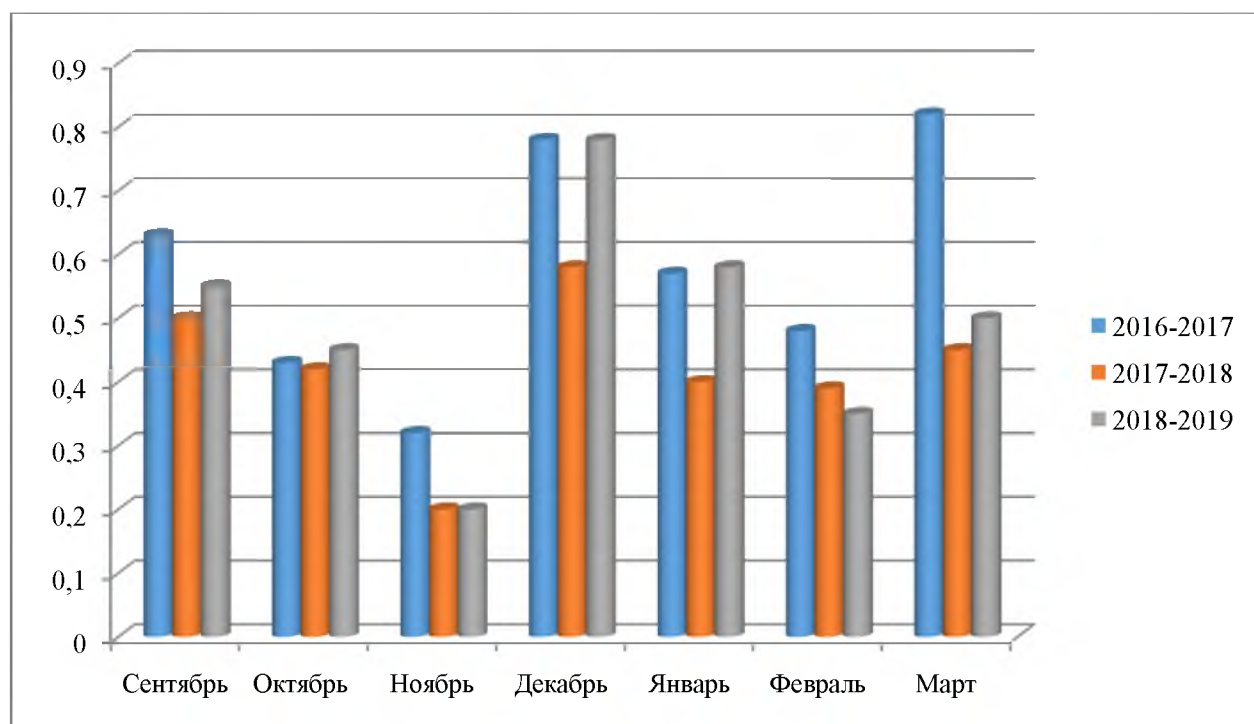


Рисунок 7 – Среднемесячная величина жесткости (мг-экв/л) в атмосферных осадках в период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 7, величина жесткости в атмосферных осадках была минимальной в ноябре 2017-2018гг, максимальная величина наблюдалась в марте 2016-2017гг. Не удалось установить зависимость жесткости атмосферных осадков, от каких либо естественных и антропогенных факторов.

Результаты определения ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ) в атмосферных осадках представлены в таблицах 18-20.

Таблица 18 – Среднемесячное содержание ионов кальция в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Са, мг-экв/л	1,450	2,132	4,210	3,235	4,144	4,354	5,112
Кол-во выпавших осадков, мм	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,7	150,6

Как видно из таблицы 18, содержание ионов кальция с сентября 2016 года по март 2017 года изменялось в делах от 1,450 мг-экв/л до 5,112 мг-экв/л. Наименьшее значение в сентябре 2016 года (1,450 мг-экв/л), наибольшее значение в марте 2017 года (5,112 мг-экв/л).

Таблица 19 – Среднемесячное содержание ионов кальция в атмосферных осадках за период сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Са, мг- экв/л	1,148	2,306	4,130	3,324	4,408	4,322	4,164
Кол-во. выпав. осадков мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 19, содержание ионов кальция с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в делах от 1,148 мг-экв/л до 4,408 мг-экв/л. Наименьшее значение в сентябре 2016 года (1,148мг-экв/л), наибольшее значение в январе 2018 года (4,408 мг-экв/л).

Таблица 20 – Среднемесячное содержание ионов кальция в атмосферных осадках за период сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Са мг-экв/л	2,481	3,346	4,280	3,130	4,142	4,035	5,180
Кол-во. выпав. осадков, мм	374,7	84,7	86,8	82,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 20, содержание ионов кальция с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в делах от 2,481 мг-экв/л до 5,180 мг-экв/л. Наименьшее значение в сентябре 2018 года (2,481мг-экв/л), наибольшее значение в марте 2019 года (5,180 мг-экв/л).

Как видно на рисунке 8, содержание ионов кальция в атмосферных осадках было минимальным в сентябре 2017-2018 гг, максимальное количество наблюдалось в марте 2016-2017гг.

Зависимости величины жесткости и ионов кальция от погодных условий

и факторов внешней среды нами не установлено.

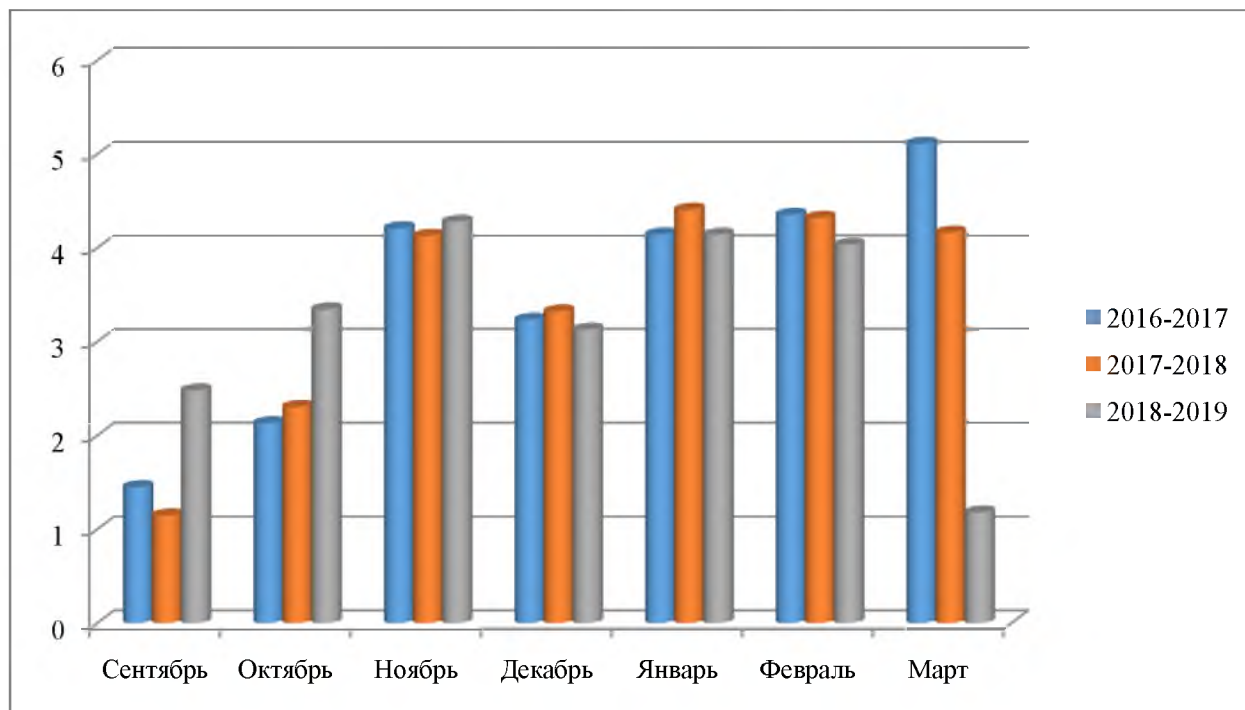


Рисунок 8 – Среднемесячное содержание ионов кальция (мг-экв/л) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Результаты определения гидрокарбонатных ионов представлены в таблицах 21-23.

Таблица 21 – Среднемесячное содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
НСО <sub>3</sub> /л мг- экв	24,0	21,4	25,4	27,6	27,0	23,0	26,2
Кол-во. выпав. осадков, мм	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,7	150,6

Как видно из таблицы 21, содержание гидрокарбонатных ионов с сентября 2016 года по март 2017 года изменялось в пределах от 21,4 мг-экв/л до 27,6 мг-экв/л. Наименьшее значение в октябре 2016 года (21,4 мг-экв/л), наибольшее значение в декабре 2016 года (27,6 мг-экв/л).

Таблица 22 – Среднемесячное содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
Мг-экв НСО <sub>3</sub> /л	27,2	22,4	24,3	25,4	25,8	24,4	22,3
Кол-во выпавших осадков, мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 22, содержание гидрокарбонатных ионов с сентября 2017 года по март 2018 года изменялось в пределах от 22,3 мг-экв/л до 27,2 мг-экв/л.

Наименьшее значение в марте 2018 года (22,3 мг-экв/л), наибольшее значение в сентябре 2017 года (27,2 мг-экв/л).

Таблица 23 – Среднемесячное содержание гидрокарбонатных ионов в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
НСО <sub>3</sub> /л мг- экв	27,4	21,8	24,6	26,4	26,0	23,9	25,0
Кол-во. выпав. осадков, мм	374,7	84,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 23, содержание гидрокарбонатных ионов с сентября 2018 года по март 2019 года изменялось в пределах от 21,8 мг-экв/л до 27,4 мг-экв/л. Наименьшее значение в октябре 2018 года (21,8 мг-экв/л), наибольшее значение в сентябре 2018 года (27,4 мг-экв/л).

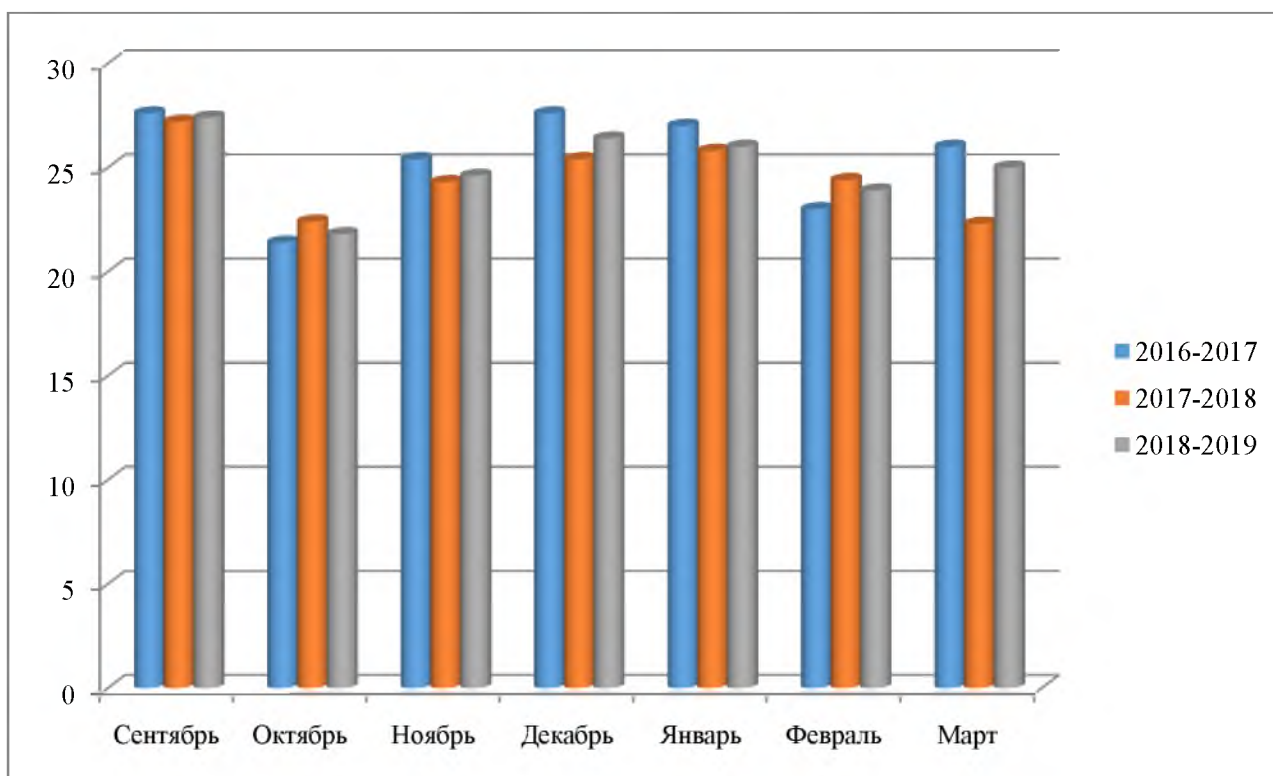


Рисунок 9 – Среднемесячное содержание гидрокарбонатных ионов (мг-экв/л) в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 9, содержание гидрокарбонатных ионов в

атмосферных осадках было минимальным в октябре 2016-2017 гг., максимальная концентрация наблюдалась в декабре 2016-2017 гг.

Результаты определение кислотности представлены в таблицах 24-26.

Таблица 24 – Среднемесячная величина кислотности в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2017 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
pH	7,7	7,3	7,0	6,9	7,5	7,2	7,4
Кол-во выпав. осадков, мм	130,2	12,9	50,1	80,2	70,2	72,7	150,6

Как видно из таблицы 24, pH дождевой воды с сентября 2016 года по март 2017 года изменялся в пределах от 6,9 до 7,7 т.е. от нейтральной до слабощелочной. Наименьшее значение в декабре 2016 года (6,9), наибольшее значение в сентябре 2016 года (7,7)

Таблица 25 – Среднемесячная величина кислотности в атмосферных осадках за период с сентября 2017 года по март 2018 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
pH	7,4	7,2	7,3	7,1	7,3	7,5	7,6
Кол-во выпавших осадков, мм	193,2	26,2	147,2	170,3	139,4	130,0	125,2

Как видно из таблицы 25, pH дождевой воды с сентября 2017 года по март 2018 года изменялся в пределах от 7,1 до 7,6, т.е. от нейтральной до слабощелочной.

Наименьшее значение в декабре 2017 года (7,1), наибольшее значение в марте 2018 года (7,6).

Таблица 26 – Среднемесячная величина кислотности в атмосферных осадках за период с сентября 2018 года по март 2019 года

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III
pH	7,5	7,2	7,2	7,0	7,2	7,4	7,4
Кол-во выпавших осадков, мм	374,7	84,0	86,8	81,3	155,7	30,1	102,3

Как видно из таблицы 26, pH дождевой воды с сентября 2018 года по март 2019 года изменялся в пределах от 7,0 до 7,5, то есть, от нейтральной до слабощелочной. Наименьшее значение в декабре 2018 года (7,0), наибольшее значение в сентябре 2018 года (7,5).

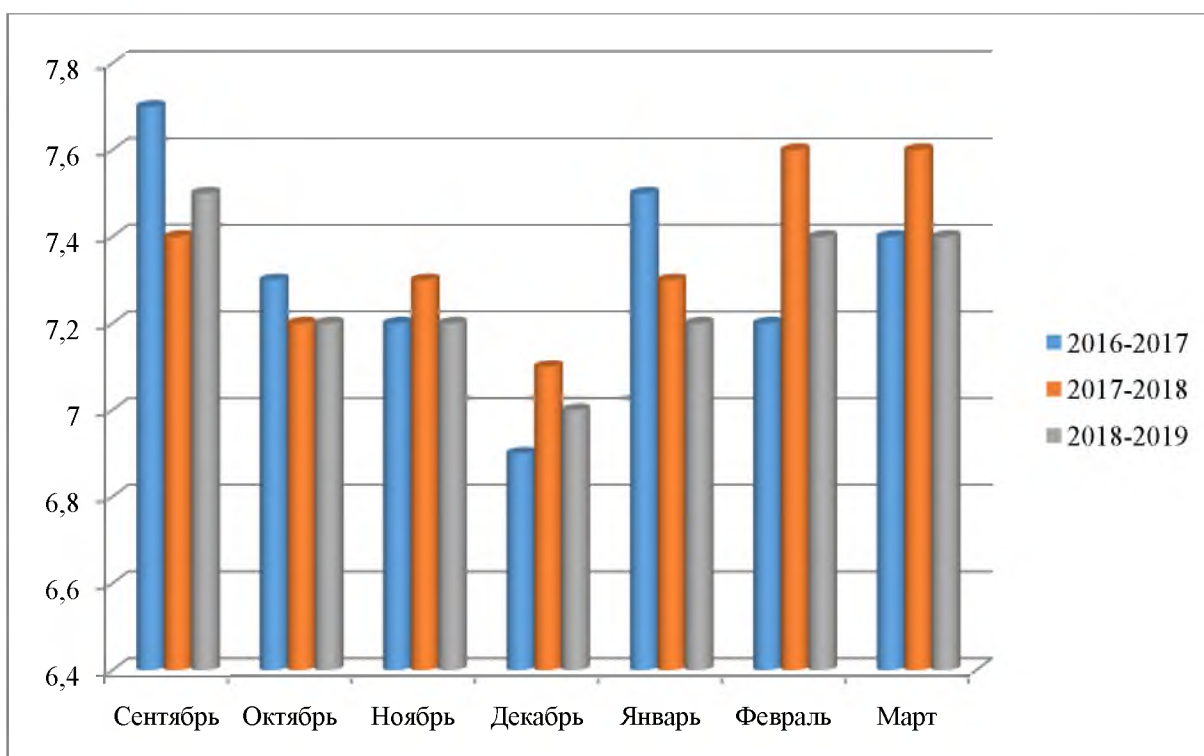


Рисунок 10 – Среднемесячная величина кислотности в атмосферных осадках за период с сентября 2016 года по март 2019 года

Как видно на рисунке 10, величина pH в атмосферных осадках имеет минимальное значение в декабре 2016-2017гг, скорее всего это обусловлено наибольшей зафиксированной концентрацией максимальное значение было в сентябре 2016-2017гг. Скорее всего это обусловлено количеством сульфат ионов, означает что, pH сдвинут в кислую сторону [8, с.294].

## Глава 3 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферных осадков в городе Туапсе

### 3.1 Воздействие атмосферных осадков на объекты окружающей среды в зависимости от химического состава

Содержание различных примесей в осадках нужно знать агрохимикам, гидрохимикам, гидрогеологам и геохимикам для изучения формирования состава природных вод и поверхностных слоев почвы; техникам, разрабатывающим меры предохранения различных сооружений от коррозии, а также медикам и многим другим специалистам. Атмосферные осадки представляют собой слабые растворы солей [22, с. 206].

Химический состав атмосферных осадков и сухих выпадений является интегральной характеристикой содержания загрязняющих веществ в облачном и подоблачном слое атмосферы. Процессы влажного выпадения веществ могут привести к изменению химического состава почв, воды рек и водоёмов, а это, в свою очередь, влияет на жизнедеятельность их обитателей. Химические вещества в атмосферных осадках в зависимости от состава оказывают стимулирующее или угнетающее действие на развитие растений [7, с.402].

Влажное и сухое осаждение из атмосферного воздуха кислотных, щелочных, солевых компонентов снижает урожайность сельскохозяйственных, в отдельных случаях приводит к массовой гибели растений, усиливает загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод, ускоряет коррозионные процессы, что вызывает разрушение зданий, конструкций, снижает устойчивость и эффективность работы технологических комплексов [2, с.54].

Поэтому знание количественного химического состава атмосферных осадков необходимо для оценки состояния и прогноза последствий загрязнения окружающей природной среды.

Основные источники поступления ионов в атмосферу:

- принос ионов с брызгами морской воды и при штормовой погоде (попадают  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ );

- золотой принос сухих солей с суши (продукты выветривания осадочных пород – ионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ );
- продукты вулканических извержений ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_3$  и др.);
- промышленные выбросы металлургических, химических заводов, ТЭЦ и др. ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  и др.);
- атмосферные электрические разряды (азот превращается в  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_3$ ) [12, с. 68].

Коррозия (металлов) зданий и памятников. Причиной разрушения металлов является увеличение концентрации иона водорода на поверхностях металла, от которой зависит его окисления. В загородных зонах скорость коррозии металла - несколько микрометров в год, а в городах -100 мкм год и выше. Коррозия причиняет ущерб конструкциям мостов, резервуарам, линиям электропередач, машинном оборудованию, транспорта [2, с.56].

Памятники и скульптуры, построенные из песчаника и известняка, очень страдают от кислотных дождей, так как карбонат калия, содержащегося в них, легко растворяется и превращается в сульфат кальция (гипс), что вымывается дождевой водой.

Влияние на устойчивость покрытий. Большинство красок, а также латекс проницаемы для газов и влаги, поэтому при диффузии возможные гидрометрические и окислительные превращения покрытия с изменением его прочности и хрупкости. Кислотные дожди, попадая на границу краски-покрытие, ускоряют процесс отслоения; наполнители же вымываются быстрее под действием УФ-лучей.

Снижение видимости часто обусловлено загрязнением атмосферы веществами антропогенной природы: диоксид серы и азота, летучими органическими соединениями, сажой, минеральной пылью и т.д. Механизм их действия различен: диоксид серы переходит в сульфаты, мелкие частицы в присутствии влаги коагулируют; оксиды азота поглощают свет в «синий» области спектра и приводят к «пожелтению» предметов [20, с.206].

Прямые воздействия на человека. Существует зависимость между



уровнем заболеваемости (смертности) и степенью загрязнения района. Статистические данные показали, что такие серьезные заболевания, как ложный круп, осложнения у новорожденных, заболевания верхних дыхательных путей, онкологические образования и сердечно-сосудистые болезни, вызванные увеличением загрязнений. Физиологические исследования показали, что степень вредного воздействия прямо пропорционален концентрации загрязняющих веществ, хотя и существует для каждого вещества предельно допустимые значения.

### 3.2 Мероприятия по снижению загрязнения атмосферных осадков в городе Туапсе

«РН - Туапсинский НПЗ». Проблемы загрязнения воздуха технологическими установками нефтеперерабатывающих производств можно решить с помощью одного из следующих методов:

1. Модификация технологического процесса с целью предотвращения или минимизации образования загрязняющего продукта.
2. Установка новых аппаратов, например горелок, дающих низкий выход NOx.
3. Использование химических или физических процессов, например абсорбции, адсорбции, дожигания, каталитического обезвреживания и т.д.
4. Конструктивные решения, например двойные, а не одинарные затворы, закрытые вентильные системы, улавливающие и дожигающие выбросы.

Современным установкам каталитического крекинга свойственно использование микросферического катализатора. На протяжении всего процесса каталитического крекинга катализатор в псевдооживленном слое всё время находится в движении из реактора в регенератор и обратно. При этом гранулы катализатора всё время сталкиваются между собой, со стенками аппарата, поэтому механического разрушения катализатора не избежать. Более

мелкие частички вместе с отходящими газами образуют аэрозоли и уносятся из регенератора.

Недостаточно эффективная работа циклонов приводит к уносу наиболее мелких катализаторных частиц с парами углеводородов из реактора в колонну, а с дымовыми газами – из регенератора в котёл-утилизатор и дымовую трубу. Силикатная пыль может оседать на трубках котла-утилизатора и снижать коэффициент теплоотдачи, но наибольшую опасность представляет пыль при попадании с дымовыми газами в атмосферу: она оказывает сильное раздражающее действие на дыхательные органы человека, не говоря уже об экономическом ущербе от потери катализатора. Для предотвращения уноса пыли служит обычно система трёхступенчатых циклонов в регенераторе, часто в сочетании с электрофильтром [18].

Очистка отходящих газов от аэрозолей может быть достигнута использованием циклонов, за которыми установлен электрофильтр. Однако электрофильтры применяют не на всех установках. Иногда система из трёхступенчатых циклонов оказывается достаточной для хорошего улавливания катализаторной пыли. Но в связи с повышением требований к чистоте атмосферы на некоторых новых установках они предусмотрены. Обычно циклоны удаляют частицы крупнее 40 мкм, следовательно, один только циклон не может обеспечить выполнения необходимой степени очистки. Поэтому за СО – дожигателем устанавливается электрофильтр, который удаляет более мелкие оставшиеся частицы. Обычно электрофильтры обеспечивают более 99%-ное улавливание катализаторной пыли, что соответствует нормативам.

Железная дорога и железнодорожный транспорт. Распыление сыпучих грузов при транспортировке в открытых вагонах может быть снижено практически до нуля при использовании брезентовых и пластиковых покрытий, а также при увлажнении и химической стабилизации перевозимого материала. В США для поезда, составленного из 100 вагонов с углем, стоимость покрытий из латекса приблизительно 0,078 долларов за тонну перевозимого угля.

Перспективным является покрытие угля в вагонах после его погрузки водомазутной эмульсией с высоким содержанием воды. Вода обладает высоким поверхностным натяжением, поэтому при использовании ее для смачивания во многих случаях в нее добавляют поверхностно-активные вещества. Перспективным является также использование различных вяжущих веществ для образования защитного покрытия на насыпных или навалочных грузах.

Сформулированы следующие основные направления уменьшения потерь сыпучих и наливных грузов:

1. Создание защитной пленки или покрытие пленкой перевозимых в вагонах с открытым кузовом грузов;
2. Перевозка грузов в специализированных вагонах и цистернах;
3. Совершенствование конструкций разгрузочных и загрузочных устройств;
4. Повышение качества ремонта вагонов и цистерн;
5. Проверка перед наливом цистерн на герметичность и исправность наливных и сливных устройств;
6. Учет возможного термического расширения нефтепродуктов при направлении цистерны в другую климатическую зону.

Складируемый уголь на предприятиях железнодорожного транспорта является также источником выброса в атмосферу газообразных углеводородов и оксида углерода. Для подавления уноса с поверхности угольных буртов могут быть использованы такие методы, как плотная укладка, увлажнение, покрытие пленкой из нефтепродуктов или же укрытие пленками из пластика. Наиболее экономичным следует признать хранение угля в специальных ямах.

Туапсинский балкерный терминал (ТБТ). В целях минимизации выхода пыли за пределы производственных участков система перегрузки минеральных удобрений (включая разгрузку вагонов, загрузку-разгрузку склада, конвейерные системы, погрузку удобрений в трюм судна) выполнена в закрытом исполнении. Минеральные удобрения для перевалки будут поступать на терминал в сухом гранулированном виде в крытых вагонах-хопперах. Согласно проектным данным, фракционный состав поступающих грузов - 95%

гранулы размером 1-4 мм. Соответственно, доля пылящей фракции минеральных удобрений не будет превышать 5%.

Для улавливания пыли минеральных удобрений и снижения негативного воздействия выбросов загрязняющих веществ на прилегающие к объекту селитебные территории, в местах пересыпки удобрений проектом предусмотрена эксплуатация 10 аспирационных систем немецкой фирмы «INFASTAUB» с эффективностью очистки воздуха 99,96 – 99,998% и производительностью от 31,3 м<sup>3</sup>/сек (станция разгрузки вагонов) до 1,42 м<sup>3</sup>/сек (судопогрузочная машина). Работа аспирационных установок сблокирована с работой технологического оборудования таким образом, что сначала включаются аспирационные установки, а потом технологическое оборудование (конвейера, погрузочные машины). Выключение оборудования происходит в обратном порядке.

Согласно проектной документации, концентрация пыли минеральных удобрений в выбросах после аспирационных установок не должна превышать 20 мг/м<sup>3</sup>. Для контроля за выполнением этого требования на выходе из систем аспирации установлены стационарные приборы непрерывного измерения концентрации пыли в выбросах.

В соответствии с технологией, все механизмы при работе по разгрузке вагонов, пересыпке минеральных удобрений и загрузке судов автоматически блокируются в случае, если аспирационные установки не работают, либо выбросы на выходе из систем аспирации пыли превышают установленный норматив (20 мг/м<sup>3</sup>). Кроме того, в соответствии с требованиями порта, при скорости ветра 15 м/с все погрузочно-разгрузочные работы в порту должны быть остановлены. Скорость ветра измеряется при помощи анемометра, установленного у основания стрелы погрузчика. Информация с анемометра передается на пульт оператора.

Автотранспорт. С целью снижения негативного воздействия автотранспорта на атмосферный воздух в рамках представленной классификационной схемы предусмотрены организационные (архитектурно-

планировочные), технологические и специальные инженерно-экологические мероприятия [21, с.387].

Организационные мероприятия включают специальные приемы застройки и озеленение автомагистралей, размещение жилой застройки по принципу зонирования (в первом эшелоне застройки – от магистрали – размещаются здания пониженной этажности, затем – дома повышенной этажности и в глубине застройки – детские и лечебно-оздоровительные учреждения. Тротуары, жилые, торговые и общественные здания изолируются от проезжей части улиц с напряженным движением многорядными древесно-кустарниковыми посадками). Важное значение имеют сооружение транспортных развязок, кольцевых дорог, использование подземного пространства для размещения гаражей и автостоянок.

Наибольший выброс выхлопных газов имеет место при задержках машин у светофоров, при стоянке с не выключенным двигателем в ожидании зеленого света, при трогании с места и форсировании работы мотора. Поэтому в целях снижения выбросов необходимо устранить препятствия на пути свободного движения потока автомашин. В частности, сооружают специальные автомагистрали, не пересекающиеся на одном уровне с движением машин или пешеходов, специальные переходы для пешеходов на всех пунктах скопления машин, а также эстакады или тоннели для разгрузки перекрывающихся потоков транспорта.

Для снижения загазованности воздушной среды необходимо ограничить количество вредных веществ, выделяемых каждым автомобилем, т.е. установить нормы выброса токсичных веществ с выхлопными газами. Соответствие автомобилей указанным стандартам (в частности, по содержанию оксида углерода и углеводов в выхлопных газах) проверяют инспектора ГИБДД [21, с.376].

АО «Туапсинский морской торговый порт». При проведении грузовых операций технологическим перегрузочным комплексом, в состав которого входят вагоноопрокидыватели, ленточные конвейеры, пересыпные станции и

дробильно-фрезерные машины, необходимо оборудовать максимально герметизированными укрытиями с установкой аспирационных устройств в очагах пылеобразования, обеспечивающих предотвращение выбивания пыли из-под укрытий за счет создания необходимого разряжения воздуха.

1. Для гашения скорости падающего груза (материала) в местах пересыпки необходимо предусматривать промежуточные емкости, карманы, отбойные плиты.
2. Предусматривать установку устройств, обеспечивающих очистку холостой ветви конвейерной ленты и барабанов.
3. Предусматривать установки для увлажнения груза в пределах, допустимых требованиями транспортировки и не нарушающих кондиционных свойств груза.
4. При выполнении грузовых операций пневмотранспортом соединения отдельных участков трассы должны обеспечивать герметичность пневмопровода. Степень очистки воздуха в циклонах-разгрузителях должна удовлетворять требованиям п.3.2 настоящих указаний.
5. При крановой схеме механизации навалочно-насыпных грузов грейферы должны быть самоуплотняющимися.
6. Высота раскрытия грейфера над поверхностью груза (штабеля) не должна превышать 1 м.
7. В конструкции бункеров для приема груза необходимо исключать возможность зависания в них материала и переполнения.
8. Поверхности транспортного перегрузочного оборудования должны быть гладкими для исключения накопления оседающей пыли и облегчения ее уборки.
9. При загрузке железнодорожных вагонов через бункеры-дозаторы необходимо предусматривать уплотнение люков специальными устройствами и установку на вентиляционные люки фильтров, обеспечивающих степень очистки воздуха, предусмотренную п.3.2 настоящих указаний.

## Заключение

Изучение примесей, содержащихся в атмосферных осадках, ведется еще с середины XVIII в., но детальные исследования химического состава осадков, проводимые по единой программе, получили развитие лишь в последние 30-50 лет. Изучение химического состава осадков необходимо для решения многих практических вопросов и в первую очередь для исследования круговорота веществ в природе.

В результате проведенных анализов химического состава атмосферных осадков города Туапсе, можно сделать выводы:

- естественный химический состав атмосферных осадков на территории города Туапсе обусловлен влиянием средиземноморского климата и химическим составом горных пород и содержат: хлориды (наименьшее значение 5,5 мг/дм<sup>3</sup>, наибольшее значение 10,5 мг/дм<sup>3</sup>); гидрокарбонаты (наименьшее значение 21,8 мг-экв/дм<sup>3</sup>, наибольшее значение 27,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>); ионы Ca<sup>2+</sup> (наименьшее значение 2,481 мг-экв/дм<sup>3</sup>, наибольшее значение 5,180 мг-экв/дм<sup>3</sup>); общая жесткость (наименьшее значение 0,78 мг-экв/л, наибольшее значение 0,20 мг-экв/дм);
- в результате деятельности предприятий города таких как, ООО «РН Туапсинский НПЗ», АО «Туапсинский морской торговый порт», Туапсинский балкерный терминал ТБТ, сопровождающейся выбросами в атмосферу, в химическом составе осадков обнаружены: сульфат – ионы SO<sup>2-</sup> (наименьшее значение 1,33 мг/дм<sup>3</sup>, наибольшее 8,43 мг/дм<sup>3</sup>); нитриты NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (наименьшее значение 0,901 мг/дм<sup>3</sup>, наибольшее значение 3,0 мг/дм<sup>3</sup>).
- выявлена зависимость между повышенной кислотностью осадков и концентрацией сульфат иона – в декабре за весь исследуемый период: концентрация сульфат иона была максимальной 8,43 мг/дм<sup>3</sup>, в то же время рН осадков составлял 6,9. Для естественного состава атмосферных осадков на территории города Туапсе характерен рН 7,5.

## Список использованной литературы

1. Атмосферные явления – классификация и описание [Электронный ресурс]. URL: <http://meteocenter.net/meteolib/html> (дата обращения: 07.11.2019)
2. Воейкова, А.И. Методическое письмо по наблюдению за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков. – СПб., 2009. – 80 с.
3. Егорова, Т.А., Розанов, Е.В., Кароль, И.Л. и др. Моделирование межгодовых изменений общего содержания озона в 1993-2000 гг. и влияние ограничений производства озоноразрушающих веществ // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 1. – С. 5-13.
4. Инженерная геоэкология [Электронный ресурс]. URL: <https://iknigi.net/avtor-artur-golicyn/21272-inzhenernaya-geoekologiya-artur-golicyn/read/page-7.html> (дата обращения: 29.10.2019)
5. Ионов, Д.В., Поляков, А.В., Тимофеев, Ю.М. Об определении содержания водяного пара в атмосфере по отраженному и рассеянному солнечному излучению из космоса // Исследования Земли из космоса. – 1996. – № 5. – С.52-58.
6. Источники загрязнения от железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1435mm.ru/ecology/zagryaznenie-okruzhayushhejsredy-peredvizhnyimi-istochnikami.html> (дата обращения: 09.11.2019)
7. Карлович, И.А. Геоэкология. – М.: Академический проект, 2005. – 509 с.
8. Кислотные осадки и лесные почвы / под ред. В.Н. Никонорова и Г.Н. Копчик. – Апатиты, 1999. – 320 с.
9. Коробкин, В.И., Передельский, Л.В. Экология: учеб. для вузов. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. – 608 с.
10. Крюкова, С.В. Контроль загрязнения природной среды: анализ данных загрязнения. Лабораторный практикум. – СПб.: РГГМУ, 2015. – 46 с.
11. Купаев, В.И., Калачева, О.А., Семин, А.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учеб. пособие. – М.:



- РГОТУПС, 2003. – 222 с.
12. Молчанова, Я.П. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, Э.И. Бабкина. – М.: Форум-Инфрам-М, 2007. – 189 с.
  13. Основные загрязняющие вещества, присутствующие в выбросах автотранспорта [Электронный ресурс]. URL: [https://www.saveplanet.su/articles\\_304.html](https://www.saveplanet.su/articles_304.html) (дата обращения: 07.11.2019)
  14. Особенности химического состава атмосферных осадков [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/6876273/page:3/> (дата обращения: 04.11.2019)
  15. Петин, А.Н., Лебедева, М.Г., Крымская, О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод. – Белгород, 2006. – 252 с.
  16. Пинигин, М.А. Охрана атмосферного воздуха. – М.: О-во «Знание» РСФСР, 1989. – 39 с.
  17. Прикладная экология: учеб. пособие. – Казань: Изд-во. Казан. гос. техн. ун-та им. А.Н. Туполева, 2008. – 155 с.
  18. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения: 24.09.2019)
  19. Розанов, С.И. Общая экология: учеб. – СПб.: «Лань», 2001. – 288 с.
  20. Салова, Т.Ю. Основы экологии / Т.Ю. Салова, Н.Ю. Громова. – СПб.: Лань, 2004. – 335 с.
  21. Степановских, А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 751 с.
  22. Фомин, Г.С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М., 2001. – 299 с.
  23. Экологическая оценка проектной документации, связанной со строительством и вводом в эксплуатацию ТБТ [Электронный ресурс]. URL: [tbt.corp.eurochem.ru](http://tbt.corp.eurochem.ru) (дата обращения: 14.11.2019)

24. Экологический мониторинг / под ред. Т.Я. Яшихминой. – М.: Академический проект, 2006. – 407 с.
25. Экология, окружающая среда и человек / Ю.В. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 736 с.