

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Казанский государственный аграрный университет

Кафедра лесоводства и лесных культур

Выпускная квалификационная работа

на тему

**«Воздействие выбросов в атмосферу ПАО «НефАЗ» на древесную
растительность на примере рябины обыкновенной»**

Казань - 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Казанский государственный аграрный университет

Кафедра лесоводства и лесных культур

Допускаю к защите

Зав. кафедрой лесоводства и лесных культур

_____ Л. Ю. Пухачева

«____» _____ 2017 г.

**«Воздействие выбросов в атмосферу ПАО «НефАЗ» на древесную
растительность на примере рябины обыкновенной»**

ВКР. КазГАУ – 05.03.01 «Экология и природопользование»

Разработал _____ /Хусаинова Г.Р./ _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Руководитель _____ /Пухачева Л.Ю./ _____
(подпись) (Ф.И.О.) (дата)

Казань – 2017

Оглавление

Введение .

1. Обзор литературы.

1.1. Атмосферный воздух и источники его загрязнения.

1.2. Загрязнение атмосферного воздуха стационарными источниками промышленных предприятий РБ.

1.3. Действие загрязняющих веществ на растения.

1.4. Характеристика диоксида серы как приоритетного загрязнителя воздуха и его отрицательного воздействия на древесные растения.

1.5. Устойчивость рябины обыкновенной.

2. Объект и методы исследования.

2.1. Объект исследования.

2.2. Методы исследования.

2.2.1. Общая характеристика города Нефтекамск.

2.2.2. Общая характеристика ПАО «НефАЗ» и городского парка культуры и отдыха «Гулливвер» .

2.2.3. Исследование изменения морфометрических показателей рябины обыкновенной.

3. Результаты исследования и обсуждение результатов.

3.1. Характеристика атмосферного воздуха в городе Нефтекамск.

3.2. Изменение длины годичного побега рябины обыкновенной.

3.3. Изменение морфометрических показателей листовой пластинки рябины обыкновенной.

3.3.1 Изменение длины и ширины листовой пластинки

3.3.2 Изменение площади листовой пластинки и удельной поверхностной плотности листа рябины обыкновенной.

3.3.3 Изменение длины черешка

Выводы.

Список литературы.

Введение

В наше время исследования городской среды и сопряженные с ними теоретические и прикладные экологические проблемы необычайно актуальны, так как города становятся основной средой обитания человека. В последние десятилетия прослеживается интенсивное насыщение атмосферы городов газообразными и пылевидными отходами транспортных средств и промышленных предприятий (Воскресенская, 2004). Они вызывают ухудшение условий существования человека и других организмов, создавая угрозу здоровью населения, нарушению климата в локальных и глобальных масштабах (Калверт, 1988). В этой связи остро ощущается потребность в научно-обоснованных и рациональных мероприятиях по предотвращению загрязнения атмосферы и сохранению нормальных условий жизни, труда и отдыха людей и биосферы в целом (Илькун, 1978).

Среди компонентов живого вещества биосферы более значимым условием нейтрализации газообразных токсикантов считается флора и в особенности древесно-кустарниковые насаждения и естественные лесные массивы (Сергейчик, 1984). По этой причине одним из перспективных подходов для биологической характеристики воздушной среды является оценка состояния древесных растений по степени их газоустойчивости к промышленным выбросам (Соловьева, 2001).

Выполняя санитарно-гигиенические, архитектурные, хозяйственно-экономические и прочие функции, зеленые насаждения несут большую нагрузку (Рунова, 2004). Возможности их многогранны, однако данное никак не значит, что они безграничны. Растения негантивно реагируют на присутствие в атмосфере даже в малых дозах токсических элементов. Они значительно больше реагируют на те концентрации вредных веществ, которые у людей и животных не оставляют видимых явлений отравлений. Таким образом, они осуществляют индикаторную функцию (Сергейчик, 1984).

В районах высокой загазованности, запыленности и перегрева атмосферного воздуха выявлена повсеместная повреждаемость растений. Определено, что велика повреждаемость растений дымом с существенной концентрацией двуокиси серы, окиси азота и углерода, сероводорода, аммиака и прочих (Битюкова, 2004). Значительное количество этих соединений, растворяясь в воде, формируют вредные для растений кислоты (Майснер, 1981).

Растения в условиях урбанизированной (техногенной) среды, сохраняя внешне неизменный вид, испытывают существенную трансформацию биохимического состава и физиологических процессов (Илькун, 1978). Промышленные газы и аэрозоли могут оказывать на растения комплексное и индивидуальное воздействие. Однако зачастую повреждения вызывается одним, доминирующим в среде, соединением (Майснер, 1981).

С целью мониторинга состояния древостоя необходимо преждевременное диагностирование патологии жизнедеятельности древесных растений, подвергнутых влиянию газовых токсикантов. В первостепенную очередь дефекты выражаются на физиолого-биохимическом уровне, далее разносятся на ультраструктурный и клеточный уровни и только после этого формируются заметные признаки повреждения – хлорозы и некрозы тканей листа, опадание листьев, торможение роста (Горышина, 1991).

Целью данной работы является оценка влияния загрязнения воздушного бассейна в районе ПАО «НефАЗ» на морфометрические показатели рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.).

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать степень загрязнения атмосферного воздуха в СЗЗ ПАО «НефАЗ» и в городском парке города Нефтекамск.
2. Установить влияние диоксида серы, содержащегося в атмосферном воздухе на морфометрические показатели рябины **обыкновенной**.

1. Обзор литературы

1.1. Атмосферный воздух и источники его загрязнения

Воздушная оболочка Земли осуществляет множество функций. Она служит средой обитания и источником необходимых элементов для организмов, обеспечивает и регулирует круговорот веществ и энергии в местных и планетарных масштабах (Гудериан, 1979). С недавних пор атмосферные газы усиленно применяются в практической деятельности человека. В то же время воздушный бассейн служит средой, в которую выбрасываются отходы различных производств и транспортных средств (Степановских, 2001).

Атмосфера выполняет важную защитную функцию, предохраняя организмы и земную поверхность от пагубного воздействия космических факторов, излишнего нагревания и выхолаживания. Значимую роль в поглощении и задержке коротких ультрафиолетовых лучей принадлежит озоновому слою (Одум, 1975).

В обычных условиях в атмосфере находится колоссальное количество компонентов – газообразных, равно как и аэрозолей (Гудериан, 1979). Воздушное пространство, в особенности вблизи земной поверхности, регулярно насыщается большим либо меньшим количеством неорганических и органических газов, паров и твердых частиц (Гейнрих, 2003). Они возникают при распаде органических веществ, прижизненном выделении организмами, геологических и геохимических процессах в твердой оболочке Земли. Минерализация органических веществ сопровождается попаданием в атмосферу существенного числа аммиака, метана, сероводорода и иных газов (Голицын, 2002). Время от времени огромное число разных газов и паров попадает в атмосферу из активных вулканов, гейзеров, геотермальных и иных подземных источников, при лесных степных пожарах (Одум, 1975).

Сосредоточение питающих атмосферу разных включений в следствии воздействия естественных условий в основном не слишком велика и

совершается время от времени с крупными либо маленькими промежутками (Трифенова, 2005).

Отсюда следует, что предшественники множества ключевых загрязняющих веществ уже содержатся в нормальных условиях в атмосфере. Так как растения формировались при наличии подобных сочетаний в нормальных концентрациях, в данных обстоятельствах крайне редко прослеживаются какие либо негативные влияния на них. Данные влияния выявляются лишь в том случае, если сосредоточение загрязнений оказывается больше возможного лимита (Хван, 2003).

Атмосферные загрязнители по происхождению могут являться первичными – отходы предприятий, двигателей и вторичными – образующимися в свободной атмосфере вследствие химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и элементами атмосферы (Тищенко, 1993). Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу вещества, которые отличаются сложным химическим составом и степенью подавляющего действия на организмы. В их структуру включаются остаточные продукты горения органических веществ, термического и химического состава перерабатываемых материалов, механического дробления (Трахтенберг, 1994). В составе атмосферных загрязнителей преобладают газы. Более вредоносными из их числа считаются окись углерода, окислы серы и азота, углеводороды, различные смолистые вещества (Хван, 2003).

Любой из этих элементов имеет свое особое влияние, но все они без исключения оказывают воздействие на основные процессы. Первостепенно объектом влияния становятся системы, координирующие приток загрязняющих веществ, помимо прочего химические реакции, отвечающие за процессы фотосинтеза, дыхания и производство энергии (Калверт, 1988).

1.2. Загрязнение атмосферного воздуха стационарными источниками промышленных предприятий РБ

Территория Республики Башкортостан насыщена производственными мощностями различных отраслей экономики, концентрация которых существенно превышает концентрации промышленного производства по российским показателям.

Данное определяет развитие экономики региона, но есть обратная сторона вопроса – загрязнение окружающей среды.

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха республики вносят предприятия топливно-энергетического комплекса, который включает в себя такие крупные отрасли промышленности, как нефтедобывающую, нефтеперерабатывающую, нефтехимическую, химическую и электроэнергетическую.

Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха городов Уфа, Салават, Стерлитамак вносят предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Основными предприятиями отрасли являются уфимские нефтеперерабатывающие заводы, входящие в состав ПАО АНК «Башнефть» и ОАО «Газпром нефтехим Салават». Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от этих предприятий в 2015 году составил 135,707 тыс. т.

Нефтеперерабатывающий комплекс ПАО АНК «Башнефть» переработал в 2015 году 19,134 млн тонн углеводородного сырья, что на 11,7% ниже уровня соответствующего периода 2014 года. Средние показатели глубины переработки и выхода светлых нефтепродуктов увеличились до 85,8% и 68% соответственно. В связи с плановым снижением переработки выпуск товарной продукции сократился на 11,1% к уровню 2014 года – до 17,713 млн тонн. При этом объем производства бензина снизился на 3,9 %, мазута – 17,6 %, выпуск дизельного топлива сохранился на уровне 2014 года. Добыча нефти увеличилась на 11,9% — до 19 919 тыс. т. Добыча на зрелых месторождениях в Башкирии увеличилась на 2,8%.

В целях снижения экологической нагрузки на атмосферный воздух собственная сеть автозаправочных станции ПАО АНК «Башнефть», включающая в настоящее время 576 станций, реализует моторное топливо с улучшенными экологическими характеристиками Евро-5, где предусмотрены требования для бензиновых двигателей по снижению окиси углерода, окислов азота и углеводородов на 25%; для дизельных двигателей окиси углерода, окислов азота на 20%, а выбросов сажи на 80%. При этом стандарту Евро-5 в 2015 году соответствовали 95,7% произведенных автобензинов и почти 100% дизельного топлива.

Экологический эффект от выполнения данных мероприятий – снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта.

Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть–Новыйл». На предприятии объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2015 году составил 41,341 тыс. т, что ниже уровня 2014 года на 3,937 тыс. т.

Данное положение объясняется увеличением переработки углеводородного сырья на 10,4% и вводом в эксплуатацию установки производства водорода с целью обеспечения процессов гидроочистки дизельного топлива и бензинов от сернистых соединений до соответствия требованиям стандарта Евро-5.

В стадии выполнения мероприятия по модернизации действующих линий и строительство двух секций Super Claus установки производства серы, монтаж датчиков анализаторов содержания кислорода и углекислого газа на технологических печах, оборудование товарно-сырьевых резервуаров №№ 227–230, 354 понтонами.

Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Уфанефтехим». Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за 2015 год составил 43,694 тыс.т. Увеличение выбросов загрязняющих веществ на 2,631 тыс.т. обусловлено вводом в эксплуатацию 5-й дополнительной технологической линии установки получения элементарной серы (на установке утилизируется серосодержащий газ в элементарную серу со степенью консервации сероводорода не ниже 98%).

Филиал ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-УНПЗ». Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2015 году составил 24,233 тыс. т (в 2014 г. – 26,805 тыс. т). Выбросы загрязняющих веществ к уровню прошлого года снизились на 2,572 тыс. т. В 2015 году введена в опытно-промышленную эксплуатацию установка гидроочистки бензина каталитического крекинга, обеспечивающая выпуск автомобильного бензина класса Евро-5 со сверхнизким содержанием серы – менее 0,001%.

В топливном производстве предприятия в стадии выполнения мероприятия по оснащению резервуаров понтонами и монтаж газовой обвязки резервуарного парка.

ОАО «Газпром нефтехим Салават». Объем выбросов загрязняющих веществ по данным госстатотчетности за 2015 год увеличился на 3,647 тыс. т и составил 26,439 тыс.т. Увеличение выбросов на ОАО «Газпром нефтехим Салават» произошло в результате многоэтапной модернизации установок при производстве элементарной серы; очистки и компримирования газов; гидроочистки дизельного топлива; электрообезвоживания и обессоливания нефти и атмосферно вакуумной трубчатки, на установке висбрекинга и факельных хозяйствах. На нефтехимическом заводе «Мономер» завершился плановый капитальный ремонт, в результате которого удалось увеличить выработку этилена и пропилена.

Тем не менее, на предприятии выполнен ряд природоохранных мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

- на заводе «Мономер» в 2015 году проведено техническое перевооружение узла гидрирования ацетилена в этан-этиленовой фракции: выполнена замена теплообменного оборудования, реакторов и катализатора.

- на нефтеперерабатывающем заводе: строительство установки обезвреживания сульфидно-щелочных стоков заводов НПЗ и «Мономер», автоматизированной установки тактового налива темных нефтепродуктов.

Экологический эффект от данных мероприятий снижение выбросов в атмосферу сероводорода и предельных углеводородов;

- второй этап реконструкции установки гидроочистки Л-24-6(ГО-2), что позволит вывести из эксплуатации существующую наливную эстакаду, при этом произойдет значительное сокращение выбросов в атмосферу оксида углерода, метана, сернистого ангидрида, сероводорода, изобутана;
- техническое перевооружение парка промежуточных продуктов 10/32 приведет к снижению предельных углеводородов;
- монтаж теплоуплотнителей на насосах поз. ЦН-13,14 позволил снизить выбросы моноэтаноламина.

Кроме того на ОАО «Газпром нефтехим Салават» проведена реконструкция очистных сооружений, что способствовало уменьшению поступления в воздушный бассейн паров бутана и бензола.

В стадии строительства новый комплекс каталитического крекинга, предназначенного для переработки вакуумного газойля с установок ЭЛОУ АВТ-6 и ЭЛОУ АВТ-4. В результате будет получен высокооктановый компонент товарных бензинов, отвечающий требованиям технического регламента.

Объем капитальных вложений на природоохранные мероприятия составил 2,089 млрд рублей (в 2014 году – 2,421 млрд рублей).

Химическое производство

Башкортостан – крупнейший в России производитель химической продукции, занимает первое место по выпуску кальцинированной соды и бензола, второе – по производству пластмасс, этилена, синтетических каучуков, третье – по каустической соде, сере.

Объем валовых выбросов загрязняющих веществ от основных предприятий химической промышленности, к которой относятся АО «Башкирская содовая компания», АО «Туймазытехуглерод», ПАО «Уфаоргсинтез» и ОАО «Синтез-Каучук», составил 45,266 тыс. т (в 2014 году – 46,002 тыс. т).

АО «Башкирская содовая компания». Предприятие АО «Башкирская содовая компания» образовано в 2013 году путем слияния двух ведущих предприятий – загрязнителей окружающей среды г. Стерлитамак, таких как ОАО

«Каустик» (в настоящее время – производство №1) и ОАО «Сода» (в настоящее время – производство № 2).

АО «Башкирская содовая компания», выпускающих более 20 наименований химической продукции и товаров бытовой химии, среди которых: сода кальцинированная, очищенный бикарбонат натрия (сода пищевая), сажа белая, кальций хлористый, известь.

Вклад АО «Башкирская содовая компания» в загрязнение атмосферы г. Стерлитамак составляет более 60% от выбросов всех предприятий по городу и 7% по Республике Башкортостан.

Увеличение мощности производства поливинилхлорида с 200 тыс. тонн по проектной мощности до 240 тыс. тонн в год в 2015 году позволило внедрение технических инноваций.

Так на производстве № 2 проведена реконструкция оборудования в производстве кальцинированной соды, в связи с чем в отчетном году снизилось поступление в атмосферу аммиака на 61,38 тыс. т.

Осуществлена замена фильтрующих рукавов и фильтров отработанного воздуха, при этом снижение выбросов при производстве полихлорвиниловой смолы снизилось до 3,972 тыс.т.

Сумма затрат на реализацию природоохранных мероприятий составила 10,049 млн рублей (в 2014 году – 8,267 млн рублей).

АО «Туймазыхуглерод». В 2015 году выбросы загрязняющих веществ составили 3,719 тыс. т, что на 0,444 тыс. т меньше, чем в предыдущем году.

Уменьшение количества выбросов в атмосферный воздух объясняется спадом объемов производства.

В отчетном году предприятием выполнен капитальный ремонт электрофильтров, замена пылеагрегата в системе дожигания отходящих газов, а также установка фильтра ФРИП-180 для очистки запыленных газов в системе аспирации на производстве технического углерода. При этом объем капитальных вложений на природоохранные мероприятия составил 2,505 млн рублей.

ПАО «Уфаоргсинтез». Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за 2015 год составил 4,752 тыс. т (в 2014 году – 4,244 тыс. т), произошло увеличение объемов выбросов по сравнению с прошлым периодом на 0,507 тыс. т, объясняется увеличением переработки сырья.

В 2015 году на предприятии выполнены следующие воздухоохраные мероприятия: техническое перевооружение узла скруббера С-110 и газовыбросной свечи, а также реконструкция очистных сооружений. При этом объем капитальных вложений на природоохранные мероприятия составил 1,199 млн рублей.

ОАО «Синтез-Каучук». Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в отчетном году не изменился и составил 4,085 тыс.т.

В 2015 году ОАО «Синтез-Каучук» продолжило поэтапную реконструкцию электрофильтров и герметизацию насосов. Общие финансовые затраты на выполнение мероприятий составили 10,352 млн рублей.

Предприятия электроэнергетики на территории республики представлены ООО «Башкирская генерирующая компания» (ООО «БГК») и ООО «Башкирские распределительные тепловые сети» (ООО «БашРТС»), ООО «Ново-Салаватская ТЭЦ».

В состав генерирующих активов ООО «БГК» входят: одна государственная районная электрическая станция (Кармановская ГРЭС), две гидроэлектростанции (Павловская ГЭС, Юмагузинская ГЭС), десять теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), одна газопоршневой станций Зауральская ТЭЦ, одна ветроэлектростанция, а также объекты малой энергетики.

Объем выбросов загрязняющих веществ от теплоцентралей ООО «БГК» уменьшился на 0,890 тыс. т и составил 35,427 тыс. т. Данное положение объясняется внедрением системы автоматического регулирования оптимального избытка воздуха с контролируемым химическим недожогом на базе микропроцессорного контролера TREI-5B-05 по типовому проекту.

Предприятия топливно-энергетической отрасли, осуществляющие добычу,

транспортировку, обработку первичных энергетических ресурсов (нефть) в республике представлены ПАО АНК «Башнефть».

По итогам 2015 года ПАО АНК «Башнефть» увеличила добычу нефти на территории Республики Башкортостан на 2,8% до 16,715 млн тонн.

По филиалам ООО «Башнефть-Добыча» выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух распределились следующим образом:

- НГДУ «Арланнефть» – 8120,4 т (в 2014 г. – 9507,8 т);
- НГДУ «Ишимбайнефть» – 13 988,3 т (в 2014 г. – 13 717,3 т);
- НГДУ «Туймазанефть» – 4133,4 т (в 2014 г. – 2492,5 т);
- НГДУ «Уфанефть» – 13 164,7 т (в 2014 г. – 10 285,2 т);
- НГДУ «Чекмагушнефть» – 9742,0 т (в 2014 г. – 9819,9 т).

На объектах ООО «Башнефть-Добыча» выполняются мероприятия, направленные на снижение объема сжигания попутно добываемого нефтяного газа (ПНГ) за счет увеличения целевого использования. В 2014 году показатель утилизации ПНГ был равен – 83%, в 2015 году – 88%.

Предприятиями по транспортировке газа, представленными в республике подразделениями ООО «Газпром трансгаз Уфа», в 2015 году валовые выбросы загрязняющих веществ составили 63,794 тыс. т против 73,925 тыс. т в 2014 году.

Основная доля в выбросах по филиалам ООО «Газпром трансгаз Уфа» приходится на метан (90%). Уменьшение выбросов на 10,131 тыс. т (13,7%) обусловлено снижением выбросов метана (более 7 тыс. т) при проведении работ по перекачке газа с помощью мобильных компрессорных установок, которые позволили практически полностью предотвратить выброс природного газа в атмосферу, а также применение технологии раннего лазерного обнаружения метана и своевременная локализация возможных утечек газа.

Предприятия черной металлургии в республике представлены

ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» (БМК, входит в Группу «Мечел») один из основных производителей метизов и комплектующих изделий для автосборочных предприятий в Российской Федерации.

Объем валового выброса в атмосферный воздух от стационарных источников комбината остался на уровне предыдущего года и составил 0,679 тыс.т.

Основными предприятиями-загрязнителями, относящимися к цветной металлургии, являются АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» и Сибайский филиал АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат».

Акционерное общество «Учалинский горно-обогатительный комбинат» является крупным предприятием Российской Федерации по добыче и переработке медно- колчеданных руд. Минерально-сырьевой базой комбината являются разрабатываемые открытым и подземным способами месторождения.

Основные участки Учалинского ГОКа: Учалинский рудник – рудник по добыче медно-цинковой руды подземным и открытым способом (расположен на территории Республики Башкортостан в г. Учалы); Юлдашевский карьер по добыче известняка (расположен на территории Республики Башкортостан в Учалинском районе); Узельгинский подземный рудник с участком Молодежный (расположен на территории Челябинской области); Учалинская обогатительная фабрика для переработки медно- цинковой руды; железнодорожный цех, автотранспортное предприятие и другие структурные подразделения.

Учалинский ГОК производит медный, цинковый концентрат, серный флотационный колчедан.

Объем валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу от объектов АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» составил 1,682 тыс. т (2014 г. – 1,134 тыс. т). В 2015 году произошло увеличение добычи медной и медно-цинковой руды – до 7787,1 тыс. т, а также переработки медной и медно-цинковой руды – до 7840,6 тыс. т, в том числе 1225 тыс. т давальческой.

Основным направлением деятельности Сибайского филиала АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» является развитие сырьевой базы. Основные виды продукции: концентрат медный, концентрат цинковый, щебень известняковый, известь.

В 2015 году объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух составил 0,524 тыс. т.

Промышленность строительных материалов

Крупнейшими представителями по производству строительного и технического стекла, строительных материалов в республике является АО «Салаватстекло» (г. Салават), филиал ООО «ХайдельбергЦементРус» в г. Стерлитамак (ранее ЗАО «Строительные материалы»), ООО «Ласселсбергер» (г. Уфа).

Объем валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников АО «Салаватстекло» остался на уровне прошлого года и составил 1,849 тыс. т, выбросы филиала ООО «ХайдельбергЦементРус» в г. Стерлитамак составили 6,5 тыс. т.

Авиационная промышленность в республике представлена предприятиями: ПАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение», объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2015 году составил 0,402 тыс. т, АО «Уфимское приборостроительное производственное объединение» – 0,045 тыс. т, АО «Уфимское агрегатное предприятие «Гидравлика» – 0,070 тыс. т, АО «Уфимское агрегатное производственное объединение» – 0,047 тыс. т, Кумертауское авиационное производственное предприятие холдинга «Вертолеты России» (входит в Госкорпорацию Ростех) – 0,046 тыс. т.

Предприятия машиностроения, наиболее крупные из которых: ООО НПО «Станкостроение» (г. Стерлитамак), объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2015 году составил 0,069 тыс. т, ОАО «Нефтекамский автозавод» (г. Нефтекамск) – 0,134 тыс. т, ОАО «Белебеевский завод «Автономаль» (г. Белебей) – 0,360 тыс. т, ООО «Идель

Нефтемаш» (г. Ишимбай) – 0,092 тыс. т, АО «Машиностроительная компания «Витязь» (г. Ишимбай) – 0,044 тыс. т,

ООО «Салаватнефтемаш» (г. Салават) – 0,094 тыс. т, ООО «Туймазинский завод автобетоновозов» (г. Туймазы) – 0,039 тыс. т.

Общий объем выбросов от производства транспортных средств и оборудования составил 1,011 тыс. т (в 2014 году – 0,849 тыс. т).

Выбросы от лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в 2015 году составили 2,04 тыс. т.

К наиболее крупным предприятиям данной отрасли относятся: ООО «Уфимский фанерный комбинат» (г. Уфа), объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу которого составил 1,069 тыс. т, ООО «Уфимский фанерно-плитный комбинат» (г. Уфа) – 0,390 тыс. т, ОАО «Амзинский лесокombинат» (г. Нефтекамск) – 0,155 тыс. т, ООО «Завод Николь-Пак» (г. Учалы) – 0,175 тыс. т, ООО «Завод Техноплекс» (г. Учалы) – 0,195 тыс. т, ООО «Картонно-бумажный комбинат» (г. Туймазы) – 0,056 тыс. т.

Большой износ основных производственных фондов на предприятиях ТЭК тормозит внедрение малоотходных и ресурсосберегающих технологий, позволяющих значительно снизить влияние промышленных объектов на окружающую среду, а также увеличивает вероятность возникновения аварийных ситуаций техногенного характера с негативными экологическими последствиями.

Решение проблемы экологической безопасности невозможно без развития газоочистительной техники.

В Республике Башкортостан установками очистки газа (далее – ГОУ) улавливается 67,1% загрязняющих веществ, отходящих от источников выделения.

Наиболее оснащенными газоочисткой являются источники, в выбросах которых содержатся твердые пылевидные вещества, что объясняет наибольший процент улова загрязняющих веществ на предприятиях городов Стерлитамак (91,8%), Мелеуз (87,3%), Кумертау (85,5%), Баймак (74,4%), где

имеются многотоннажные производства с пылевыведяющим технологическим оборудованием.

Результаты проведенной в 2009 году Минэкологии РБ инвентаризации ГОУ показали, что по республике сохраняется сверхнормативный моральный и физический износ основных производственных фондов, низок уровень оснащённости источников выделения вредных выбросов газопылеулавливающим оборудованием (более половины аппаратов газоочистки эксплуатируется свыше 20 лет).

Основными задачами по снижению уровня загрязнённости атмосферы в крупных городах являются:

- развитие автоматизированной системы экологического мониторинга атмосферного воздуха;
- внедрение современных природоохранных технологий и осуществление модернизации производства;
- герметизация резервуаров нефти и лёгких нефтепродуктов;
- герметизация системы налива лёгких углеводородов и сильно действующих ядовитых жидкостей;
- снижение выбросов от очистных сооружений сточных вод;
- увеличение количества автотранспорта, эксплуатируемого на газовом топливе, преимущественно сжиженном газе;
- использование природного газа в качестве моторного топлива на предприятиях ТЭЦ.

(«Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году»)

1.3. Действие загрязняющих веществ на растения

Поступление токсических неорганических соединений в листья условно можно разделить на три стадии:

1. Сорбция кутикулярным слоем и клетками эпидермиса;
2. Диффузия через устьичные щели внутрь листа и растворение в воде, насыщающей оболочки клеток, выстилающих дыхательные полости;
3. Передвижение от мест поглощения к соседним тканям и накопление в клетках (Илькун, 1978).

На скорость проникновения токсических ионов и молекул через покровные ткани оказывают влияние их размеры. Так, интенсивность поступления их в листья увеличивается при гидратации, что бывает в период осадков, туманов и росы. Поступление токсических веществ в листья через покровные ткани сокращается, хотя и не прекращается совсем в неблагоприятных погодных условиях (Гетко, 1989), например, при длительной летней засухе (Тарабрин, 1974).

Большинство токсикантов (соединения углерода, серы, азота) в низких концентрациях могут служить источником необходимых растению макро- и микроэлементов. И в этом случае клетка обладает механизмами активного транспорта ионов через плазмалемму. В общих чертах этот механизм действует согласно с клеточным метаболизмом до тех пор, пока ионы или другие вещества не нарушают внутриклеточных реакций (Гетко, 1989).

Поступающие в лист фитотоксиканты неравномерно распределяются в пределах листовой пластинки и всего растения. Большинство из них транспортируется по ксилеме на верхушку или края листовой пластинки. Проникшие в цитоплазму токсические соединения концентрируются в основном в вакуолях (Соловьева, 2003).

Распространение и распределение атмосферных токсикантов, в тканях листа при закрытых устьицах, может быть представлено в следующей последовательности: поглощенные кутикулой газы диффундируют в нижерасположенные оболочки эпидермальных клеток, частично проникают в

клетки, но в основном распространяются по свободному пространству к соседним клеткам и достигают проводящих сосудов (Илькун, 1982).

Если токсические газы проникают через устьица, то они насыщают оболочки клеток, выстилающих дыхательные полости и каналы, растворяются в воде, и одна их часть проникает в клетку, а другая вместе с током воды транспортируется по жилкам до мест потребления (Гетко, 1989).

Однако не все элементы распределяются в растении по указанному пути. Распространение и распределение токсических веществ разной химической природы в пределах листовой пластинки и всего растения контролируется не структурой проводящих тканей, а избирательным поглощением каждого из них в отдельности и зависит от концентрации токсического вещества, скорости его поступления в лист и передвижения по сосудам (Косулина, 1993). При медленном поступлении, но быстром оттоке по ксилемным сосудам токсические соединения сосредотачиваются на верхушке и периферии листа, в результате чего появляются глубокие и необратимые нарушения. Так, по краям листа в условиях постоянного загрязнения воздуха газообразными токсикантами содержится в 10-50 раз больше фтора, окислов серы, азота, чем в срединной его части (Илькун, 1978).

Илькун Г.М. (1978) наблюдал, что вместе с транспортными метаболитами из сформированных листьев экспортируется часть накопленных токсических веществ. Накопление в молодых листьях высоких доз токсических веществ, поступающих из средневозрастных листьев, может вызвать полную их гибель и опадение. Аккумулирующиеся в побегах путем оттока из листьев и притока из корней токсические соединения передвигаются к меристематическим тканям в период их активного состояния и отрицательно влияют на рост побегов, листьев и формирование генеративных органов (Тутаюк, 1972).

Реакция на действие атмосферных газообразных токсикантов в большинстве случаев носит двухфазный характер:

- увеличивается активность функциональных приспособлений;

- происходит угнетение метаболизма.

Соотношение этих двух фаз в значительной мере определяет степень газоустойчивости растений (Тарабрин, 1974).

На деревьях в зонах высокой загазованности много недоразвитых деформированных листьев, уже в начале лета проявляется омертвление их тканей, начинающееся с краев, а затем распространяющееся к середине. Листья темнеют, засыхают и опадают, чем сокращается продолжительность жизни растений (Битюкова, 2004).

В условиях промышленно-загрязненной среды древесные растения имеют более мелкие листья, большую толщину эпидермиса, меньшие размеры клеток ассимиляционной паренхимы и устьиц, большее количество устьиц на единицу площади листа. Усиление ксероморфности в строении листьев часто способствует повышению их газоустойчивости (Исаченко, 1938; Николаевский, 1967).

Под действием загрязняющих веществ, происходит подавление фотосинтеза, нарушение водообмена, многих биохимических процессов, снижение транспирации, общее угнетение роста и развития растений. Это приводит к изменению окраски листьев, некрозу, опадению листьев, изменению формы роста, ветвлению и т.д. (Хвастунов, 1999).

Накапливаясь в тканях листа сверх допустимого уровня, токсикант вызывает у растений различные нарушения в структурной организации и функциональной деятельности. Начальными признаками поражения являются снижение транспирации и фотосинтеза, ухудшение поглощающих функций корня. Эти сдвиги вначале обратимы, но по мере накопления отравляющего вещества происходят резкие изменения ультраструктуры клеток (разбухание оболочки, нарушение структуры митохондрий и хлоропластов), а затем и ухудшение углеводного, белкового и фосфорного обменов (Майснер, 1981).

1.4. Характеристика диоксида серы как приоритетного загрязнителя воздуха и его отрицательного воздействия на древесные растения

Среди серосодержащих техногенных эмиссий наиболее фитотоксична двуокись серы. Установлено, что SO_2 является сильнодействующим ассимиляционным ядом (Сергейчик, 1984). В тоже время SO_2 является местным ядом, убивающим только те участки мезофилла листа, в которые он проник, не затрагивая, существенно, жизнедеятельность соседних участков мезофилла. Растений, абсолютно устойчивых к сернистому газу, как и к другим вредным промышленным отходам, практически нет. Растения, у которых участки повреждений составляют до 20 % общей площади листьев, относят к слабоповреждаемым. У среднеповреждаемых видов участки повреждений составляют до 50 % и у сильноповреждаемых - свыше 50 %. Более восприимчивыми к сернистому ангидриду оказались липа сердцелистная (*Tiliacordata* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.), смородина черная (*Ribes nigrum* L.) и другие (Николаевский, 1979).

Поступление. Диоксид серы, прежде всего, воздействует на клетки, которые регулируют открывание устьиц. Степень их открывания в начальный период является основным параметром, определяющим интенсивность воздействия загрязнителя (Калверт, 1988). Даже при очень малых концентрациях диоксид серы способен оказывать стимулирующее действие, в результате которого устьица остаются постоянно открытыми. В тоже время при высоких концентрациях диоксида серы устьица закрываются. Кроме того, в случае высокой влажности устьица открываются, в случае низкой – закрываются (Илькун, 1978).

Попав в межклеточное пространство листа, загрязняющее вещество вступает в контакт с мембраной окружающей клетку. При нарушении целостности этой полупроницаемой мембраны нарушается баланс питательных веществ и процесс поступления ионов. Пройдя в клетку,

диоксид серы взаимодействует с митохондриями и хлоропластами, в том числе и с их мембранами, что может привести к весьма серьезным последствиям (Павлов, 2003).

Потребность. Сера необходима для нормального роста растений, и присутствие SO_2 может оказывать влияние и на усвояемость серы. Растения потребляют серу в восстановленном состоянии (Горышина, 1991). В присутствии SO_2 основным продуктом становится сульфат; присутствует также цистеин, глутатион и, по меньшей мере, одно не идентифицированное вещество. Основными промежуточными соединениями при восстановлении сульфатов являются сульфиты (Лесные экосистемы..., 1990).

Механизм токсического действия SO_2 детально обсуждается в ряде монографий (Илькун, 1979; Николаевский, 1979; Гудериан, 1979) и научных статей отечественных и зарубежных авторов. Сернистый ангидрид в воздухе постепенно окисляется до серного и растворяется в воде, образуя мельчайшие капельки серной кислоты, повреждающей листья (Романова, 2005).

Механизм фототоксического действия заключается в неспецифическом нарушении деятельности многих ферментов вследствие подкисления цитоплазмы и нарушения ионного режима. Наблюдаются нарушения метаболизма органических соединений, фотосинтетических структур, происходит накопление балластных токсических продуктов, транспортных путей миграции энергии от хлоропластов к центрам их использования, появляются автокаталитические цепные реакции свободнорадикального и фотодинамического окисления (Николаевский, 1978, 1979). Токсичность сернистого газа значительно увеличивается в присутствии других загрязнителей - окислов азота и озона.

Различают 2 группы повреждений, связанных с действием SO_2 :

1. видимые, выражающиеся в деформации, пятнистости и некрозах ассимиляционных органов;

2. скрытые, проявляющиеся в снижении продуктивности за счет ингибирования фотосинтеза, изменении метаболизма, увеличении восприимчивости к болезням и вредителям, ускорении старения растений (Лесные экосистемы..., 1990).

Морфологические повреждения. Это соединение адсорбируется на поверхности растения, в основном на его листьях, и оказывает на него вредное влияние. Обычно поражаются края листовой поверхности, а центральные зоны листа, примыкающие к осевой и главным боковым жилкам, остаются здоровыми (Кулагин, 1974). Появляются пятна на участках между жилками и краях листа. Потом эти участки приобретают желтый и красно-оранжевый цвет и отмирают. При длительном воздействии сернистого газа подавляется рост растений, в некоторых случаях отмирают верхушки побегов.

Физиологические повреждения. Сернистый ангидрид и другие кислые газы, проникая внутрь листа, нарушают процесс фотосинтеза, связывая, в частности, каталитически активное железо. Процессы окисления протекают с участием свободных радикалов, образованных из двуокиси серы в результате химических реакций (Лесные экосистемы..., 1990). Они окисляют ненасыщенные жирные кислоты мембран, тем самым, изменяя их проницаемость, что в дальнейшем отрицательно влияет на процессы дыхания, фотосинтеза.

Фотосинтетический аппарат клетки проявляет высокую чувствительность к SO_2 , которая может нарушать световую и темновую стадии фотосинтеза, воздействуя на состояние хлорофилла, активность ферментов, электронтранспортную цепь или ламеллярную структуру гран. SO_2 уменьшает скорость выделения кислорода, но не влияет на скорость поглощения кислорода в процессе дыхания. По мнению японских исследователей, SO_2 инактивирует первичный донор электронов или сам реакционный центр цепи переноса электронов. $1 \cdot 10^{-6}$ SO_2 в течение 6 часов обработки листьев существенно снижает ациклическое фосфорилирование (Сергейчик, 1984). Аккумуляция в тканях избыточного количества серы

приводит к нарушению работы регуляторных механизмов и патологическим явлениям, вследствие чего наблюдается депрессия роста клеток, тканей и органов, нарушаются синтетические и обменные процессы. Причиной этому является подавление синтеза АТФ и изменение активности ферментных систем (Илькун, 1978).

В условиях выключенного фотосинтеза, но продолжающегося поступления солнечной энергии хлорофилл начинает, как флуоресцирующее вещество проявлять фототодинамическое действие, которое сводится к фотоокислениям. Фотоокислению подвергаются разнообразные вещества – белки, фосфатиды, аминокислоты и др. Поэтому под влиянием сернистого ангидрида происходит их разрушение, ведущее к отмиранию клеток и сопровождаемое снижением окисляемости клеточного содержимого. С повышением интенсивности освещения токсичность сернистого ангидрида возрастает, и наоборот (Кулагин, 1974).

Анатомические повреждения. При частых или постоянных воздействиях низких концентраций газов в тканях растений постепенно накапливаются токсичные соединения серы (Кулагин, 1974). Нинова Д. (1970) под влиянием **SO₂** обнаружила уменьшение объема межклетников в губчатой ткани, усиленное развитие кутикулы, удлинение клеток палисадной ткани. Уменьшается объем клеток ассимиляционной паренхимы наряду с уменьшением толщины столбчатой, губчатой ткани и всего листа (Сергейчик, 1984).

Биохимия. Сернистый газ снижает содержание в растениях дисахаров и способствует увеличению количества крахмала. Причиной этого является активизация и дезактивация различных ферментов, стимуляция и подавление синтеза специфических ДНК и РНК (Майснер, 1981). Согласно Мальхотра (1977), биохимическим порогом фитотоксического действия **SO₂** является концентрация $0,05 \cdot 10^{-6}$. Однако существует мнение, что пороговой является величина, в 5 раз меньшая ($0,01 \cdot 10^{-6}$), при которой обнаруживаются изменения содержания галактолипидов мембран тилакоидов (Сергейчик,

1984). Диоксид серы ингибирует различные биохимические реакции. Сульфиты, обладающие слабокислотными свойствами, дезактивируют некоторые ферменты, блокируя активные центры, препятствуя протеканию основной химической реакции; это явление известно как конкурентное ингибирование (Илькун, 1978). Диоксид серы является конкурентным ингибитором дифосфаткарбоксилазы, препятствующим фиксации SO_2 в процессе фотосинтеза. Обладая свойствами свободных радикалов, SO_2 нарушает протонный градиент, с которым связано образование АТФ (Лесные экосистемы., 1990).

Загрязнение воздуха SO_2 вызывает нарушение азотного обмена древесных растений, глубина и направленность которого зависят от возраста и биологических особенностей вида. Появление видимых симптомов повреждения коррелирует с накоплением в листьях значительного количества путресцина, глутамина, аммиака. Малые дозы SO_2 увеличивают, а высокие уменьшают содержание общего и белкового азота. Для устойчивых видов отмечается рост содержания водорастворимых белков альбуминов – белков нерастворимого остатка. У неустойчивых (относится рябина) – превращения белков направлены в сторону уменьшения содержания альбуминов, глобулинов и увеличения высокомолекулярных белков (Шацкая, 1983). Повышение концентрации SO_2 сопровождается снижением общего количества фосфатов, которые необходимы для роста и развития растений. Одновременно с увеличением или уменьшением общего фосфора синхронно и в том же направлении изменяется содержание неорганического фосфора. При скрытых поражениях листьев количество кислотонерастворимых фосфорных соединений уменьшается (Сергейчик, 1984). При наличии видимых повреждений их количество вначале быстро возрастает, а с повышением степени повреждения листьев – превышает контрольные величины незначительно (Илькун, 1979). Загрязнение воздуха SO_2 также нарушает углеводный обмен. При скрытых и начальных повреждениях листьев уменьшается содержание дисахаров, но значительно

увеличивается содержание крахмала. Более сильные повреждения – ослабляют гидролиз и синтез крахмала с одновременным уменьшением содержания моно- и дисахаров (Лесные экосистемы..., 1990). В этом случае не только изменяется скорость взаимопревращения углеводов, но и происходит подавление фотосинтетической деятельности листьев (Илькун, 1982).

Хотя точный механизм действия **SO₂** на молекулярном уровне неизвестен, можно предположить, что основную роль играют присутствие избыточного количества окисленных форм серы, нарушение баланса с восстановленными формами и воздействие на жизненно важные ферменты.

Адаптации. Под влиянием **SO₂** у растений усиливаются признаки ксероморфности: уменьшается площадь листовых пластинок, увеличивается степень жилкования и количество устьиц, размеры клеток устьичного аппарата уменьшаются (Сергейчик, 1984). Добровольский И.А., Щербак Н.О. (1976) установили, что в процессе приспособления к условиям загрязнения у растений наблюдается мелкоклетчатость, утолщение клеточных оболочек.

Последствия от диоксида серы: обожженные листья после газовой атаки не опадают сразу же, а продолжают оставаться в кроне. Однако продолжительность их жизни заметно сокращается, и они опадают на 4-6 недель раньше по сравнению со здоровыми листьями (Николаевский, 1969). При остром поражении (более 2 мг/м³) уже через 1-2 часа происходит побурение и гибель листьев, чаще отдельных их участков в виде пятнышек с четко очерченной границей между живыми и отмершими клетками и тканями. При слабом поражении (менее 0,5 мг/м³) и длительном действии диоксида серы листья обесцвечиваются (Хвастунов, 1999).

Влияние погодных условий. Установлено, что эффект влияния **SO₂** на растения зависит от особенностей сопутствующих метеорологических факторов: повторяемости, продолжительности и мощности температурных инверсий, скорости ветра, наличия туманов. С повышением температуры и относительной влажности воздуха увеличивается опасность повреждения растений. Наибольшую чувствительность к **SO₂** листья обнаруживают в

диапазоне 18-400С, а наименьшую – при температуре, близкой к 40С. В пределах 4 – 180С изменения в газочувствительности незначительны (Крокер, 1950). Цан (1963) установил, что устойчивость кустов смородины к **SO₂** значительно возрастает по мере снижения влажности воздуха. Так, 8-часовое воздействие **SO₂** в концентрации $0,8 \cdot 10^{-6}$ при относительной влажности 87% сопровождалось появлением сильных некрозов ассимиляционных органов. Степень повреждающего действия **SO₂** в концентрации $4 \cdot 10^{-6}$ при 42% относительной влажности воздуха уменьшалась вдвое. При понижении влажности воздуха до 29% повреждающий эффект токсиканта отсутствовал. Эти данные хорошо согласуются с выводами Томаса и Хендрикса о снижении газочувствительности растений в 10 раз в случае падения влажности воздуха от 100 до 0%. Различия в газочувствительности растений в зависимости от условий влажности отражают неодинаковое накопление загрязнителя в органах ассимиляции. Оно увеличивается по мере повышения тургорного давления и более полного открывания устьиц (Сергейчик, 1984). Инверсии и слабые ветры способствуют сильному возрастанию фитотоксичности **SO₂** при скоплении в районах с пониженным рельефом местности. Фитотоксичность **SO₂** увеличивается в условиях засухи (Николаевский, 1969) и крайне холодной зимы.

Влияние времени суток. Газочувствительность растений изменяется в течение суток. Она наиболее высока в предполуденное время, спустя 4-5 часа, после рассвета. Ранним утром, вечером и ночью газочувствительность падает (Лесные экосистемы..., 1990). В экспериментах по определению количества поглощаемой **SO₂** в темновой и световой периоды было показано, что ночью в листьях накапливается в 3 раза меньше серы, чем днем (Майснер, 1981). Имеются данные о резком ослаблении фитотоксичности **SO₂** в затенении. Под пологом дубово-липового леса по сравнению с его опушкой газовые ожоги исчезают не только у световых, более ксероморфных, но и у теневых листьев (Кулагин, 1974)

1.5. Устойчивость рябины обыкновенной

В начале было распространено мнение о возможности быстро и легко выявить высокодымоустойчивые виды путем осмотра зеленых насаждений на задымляемых территориях, а затем рекомендовать их для других задымляемых территорий. Таким путем поступали в Германии и Бельгии в конце XIX – начале XX в. Так, например, Шредер и Реусс (1883) по степени устойчивости к сернистому газу, для условий Западной Европы, располагали рябину обыкновенную на 5 месте, начиная с наименее устойчивых, после ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.), сосны **обыкновенной** (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Имеются указания, что рябину обыкновенную можно разводить в промышленных городах с пропитанной дымом атмосферой (Henry, 1920) и рекомендовать для озеленения промышленных предприятий (Гетта, 1957). По мнению других авторов, рябина страдает от загрязнения воздуха дымом и газами (Вехов, 1954; Галактионов, 1967).

Результаты исследований, выполненные Н.П. Красинским (1940) и рядом его сотрудников и последователей, показали, что рябина обыкновенная относится к ряду видов с крайне низкой газоустойчивостью. Также Красинский придавал большое значение фактору освещения.

Результаты И.Р. Илюшина (1953), основанные на теории Красинского показали, что рябина обыкновенная относится к среднеповреждаемым видам, наряду с тополем бальзамическим (*Populus balsamifera* L.), вязом гладким (*Ulmus laevis* PaII.), смородиной черной (*Ribes nigrum* L.) и другими. Он проводил исследования в окрестности завода, загрязняющего воздух кислыми газами (сернистый ангидрид, окислы азота и углерода).

На весьма широкой географической основе проведены рекогносцировочные обследования И.П. Кунцевич. и Т.Н. Турчинской (1957). Ими были обследованы различные промышленные предприятия в различных областях России и на основе полученных данных составлена единая шкала сравнительной оценки дымоустойчивости многих деревьев и кустарников.

Рябина обыкновенная, согласно этой шкале, относится к среднеповреждаемым видам (степень повреждения до 40%).

Аналогичное наблюдение провели В.М. Ионин и В.Ф. Колташева (1961). Авторы не рекомендуют использовать рябину обыкновенную как устойчивый вид при загрязнении атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий. (Кулагин, 1974). Тома считает, что рябина обыкновенная способна к длительному сопротивлению в условиях задымления (Thomae, 1959).

Рябина обыкновенная, по одним наблюдениям, хорошо растет и развивается в условиях довольно высокой загазованности воздуха (Булгаков, 1964; Глумов, 1964), пригодна для зон умеренного поражения (Рябинин, 1965), по другим – является среднеповреждаемой (Кунцевич, Турчинская, 1957; Кулагин, 1966). Рябину обыкновенную относят также к малоустойчивым (Герасимов и др., 1950), сильноповреждаемым и чувствительным видам (Шаблиовский, Красинский, 1950). Отмечается очень медленное восстановление декоративности.

Таким образом, сведения о газоустойчивости рябины **обыкновенной** противоречивы, но указания на высокую газоустойчивость встречаются реже, чем на низкую (Антипов, 1979).

2. Объект и методы исследования

2.1. Объект исследования

Систематика: CORMOPHYTA - Высшие растения

Отдел: Magnoliophyta (Anthophyta) – Цветковые или покрытосеменные

Класс: Magnoliopsida (Dicotyledones) – Магнолиописиды или двудомные

Подкласс: Rosidae - Розиды

Порядок: Rosales - Розоцветные

Семейство: Rosaceae – Розовые (розоцветные)

Подсемейство: Maloideae – Яблоневые

Род: Sorbus - Рябина

Вид: *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная (Сергиевская, 2002).

Ареал. Область распространения рябины **обыкновенной** охватывает почти всю Европу. Она занимает большую часть лесной и лесостепной зон европейской части СНГ. Растет в лесах Сибири, Дальнего Востока, в горных лесах Карпат, Крыма и Кавказа (Бродович, 1979). Также отличается очень широкой экологической амплитудой (Онтогенетический..., 2000). В подлеске хвойных и смешанных лесов отдельными деревьями или группами, по лесным опушкам, вырубкам и гарям, оврагам, по берегам рек и ручьев, (Восточно-европейские..., 1994). В РМЭ рябина обыкновенная встречается по всей территории очень часто, в лиственных, смешанных и хвойных лесах (Абрамов, 2000). Существует 84 вида рябины, в нашей стране растет 43 вида.

Морфологическое описание.

Жизненная форма. Одноствольное или многоствольное дерево или крупный кустарник до 15-20 м высотой, 30-40 см в диаметре. Ствол прямой. Кора гладкая, серая. Крона ажурная, шарообразная или яйцевидная (Онтогенетический..., 2000).

Корневая система у рябины имеет неглубокий стержневой корень и хорошо развитые в радиальном направлении ветвящиеся корни (Харитонович, 1968).

Побеги двух типов: удлинённые вегетативные и укороченные генеративные голые и покрыты сверху блестящей сероватой пленкой (Атрохин и др., 1982). Часто встречаются укороченные побеги (Валягина-Малютина, 2001).

Почки войлочно-пушистые, заостренные, 0,8-2 см длиной, с 4-6 кроющими чешуями. Расположение почек спиральное. Листовой рубец узкий, с 5 следами, но снаружи, чаще видны 3-4 следа (Валягина-Малютина, 2001).

Листья сложные, непарноперистые (Сергиевская, 2002), очередные, продолговато-эллиптические с 9-15 (реже 17) листочками (Бродович, 1979), покрытые у основания железками. Общий черешок длиной 8-17 см (Онтогенетический..., 2000). Листочки продолговатые, острые, длиной 2-7 см и шириной около 2 см, по краям просто- и двоякопильчатые, у основания цельнокрайние, с верхней стороны темно-зеленые, с нижней - серо-зеленые, жилкование несовершенноперистое (Атрохин и др., 1982). Конечный листочек часто к основанию более суженный, иногда сросшийся с 1-2 верхними боковыми листочками (Онтогенетический..., 2000).

Цветки с пятичленным околоцветником обоеполые, мелкие, диаметром до 1 см., собраны в крупные щитковидные соцветия 10-15 см в диаметре (Кречетова, 1997) на концах укороченных побегов желтовато-белые или зеленоватые, длиной 5-10 см, ароматные, горько-миндального запаха. Цветки появляются после распускания листьев, в мае-июне. Опыляется жуками, мухами (Сергиевская, 2002).

Плоды округлые яблочки, мелкие, диаметром 6-10 мм., 2-5-гнездные, оранжево-красные, блестящие (Бродович, 1979). На вкус горько-кислые, с 2-6 семенами терпкие, со своеобразным запахом, созревают в сентябре-октябре.

Семена с эндоспермом, обычно в количестве 3 штук, мелкие, сплюснутой формы, на концах острые или с загнутыми концами, трехгранные, коричневые, длиной около 4 мм, шириной 2 мм, толщиной 1 мм

(Онтогенетический..., 2000). Семенная кожура светло- или темно-коричневая, блестящая. Всхожесть высокая.

Проростки однобеговые с двумя овальными семядольными и двумя ассимилирующими листьями. Семядольные листья эллиптической или слегка яйцевидной формы, с коротким черешком, суженным основанием, 6-7 мм длиной и 3-4 мм шириной (Онтогенетический..., 2000).

Ритм сезонного развития. Живет рябина до 150 и более лет. Растет быстро, за 1 год вырастает на 0,5м. В первом десятилетии в благоприятных экологических условиях рябина обыкновенная является быстрорастущей древесной породой. Во втором – энергия ее роста в высоту снижается. Под пологом леса, особенно на бедных почвах, она растет небольшим деревцем или кустарником (Харитонович, 1968).

Возобновление. После рубки рябина успешно возобновляется пневой порослью, отличающейся в первые годы быстрым ростом.

Размножение отводками. В лесные культуры рябину высаживают 2-летними сеянцами. В пределах своего обширного естественного ареала успешно размножается семенным путем (Харитонович, 1968). Образует пневую поросль и корневые отпрыски (Атрохин и др., 1982).

Расселение. По лесам, опушкам и открытым местам способствуют птицы. Самосев рябины **обыкновенной** появляется не только в лиственных и хвойно-лиственных лесах, но и в чисто хвойных. Однако лучше всего она разрастается на вырубках и других более освещенных местах. Под пологом ее кустов и зарослей часто поселяется ель и пихта, которые затем ее перерастают. В искусственных степных лесопосадках рябина расселяется с помощью птиц.

Экология вида. Одни авторы относят рябину обыкновенную к теневыносливым видам (Харитонович, 1968; Атрохин и др., 1982), другие напротив к достаточно светолюбивым (Бродович, 1979), однако и те и другие считают, что она может мириться с большим затенением, но не цветет в таких местах и выглядит угнетенной. Морозоустойчива и заморозками не

повреждается, засухо- и жароустойчива (Харитонович, 1968) К почве рябина нетребовательна. (Атрохин и др., 1982).

Эдафический фактор: к почве рябина нетребовательна. (Атрохин и др., 1982). Удовлетворительно растет на подзолистых и дерново-подзолистых, суглинистых и супесчаных почвах лесной зоны, на серых и темно-серых суглинках и деградированных черноземах лесостепи, на черноземных почвах степной зоны и в горах на горно-лесных бурых почвах (Харитонович, 1968). Однако интенсивнее она растет на свежих глубоких плодородных супесчаных и суглинистых почвах (Бродович, 1979). Для произрастания этой породы непригодны засоленные, торфяно-болотные почвы и глубокие выщелоченные пески (Харитонович, 1968).

Применение. Рябина – ценная древесная порода, дает качественную красноватую древесину (Бродович, 1979), которая идет на изготовление различных столярных изделий, мебели, музыкальных инструментов; она огнестойка и с трудом загорается. Кора применяется для выделки самых дорогих и тонких кож. Листья рябины выделяют летучие вещества, убивающие бактерии (Онтогенетический..., 2000).

В медицине. Содержащиеся в ягодах рябины **обыкновенной** вещества повышают устойчивость организма к кислородному голоданию. Рябина укрепляет организм, способствует налаживанию обмена веществ, при помощи препаратов рябины лечат головные боли. Благодаря содержанию в рябине биологически активных веществ ее используют в борьбе с раком. С помощью отвара цветков рябины **обыкновенной** лечат зоб. Сорбит понижает содержание жира в печени, холестерина в крови и используется как заменитель сахара.

В народной медицине используют плоды, цветки, листья рябины **обыкновенной**. Они обладают желчегонным и мочегонным свойствами, а также противовоспалительным, витаминным, потогонным действием, понижают кровяное давление, повышают свертываемость крови.

В озеленении. Рябина и ее формы – красивые декоративные растения, широко используемые в зеленом строительстве (Бродович, 1979). Часто разводится в садах и парках. Выращивается в виде промышленной культуры повсеместно (Валягина-Малютина, 2001).

2.2. Методы исследования

Основной задачей работы было выявить параметры роста и развития рябины обыкновенной, подверженной влиянию воздушного загрязнения вследствие деятельности ПАО «НефАЗ».

Исследования проводились в санитарно-защитной зоне ПАО «НефАЗ» города Нефтекамск .

Для исследования было выбрано два участка , опираясь на показания розы ветров (указанная ниже) в данном районе. Условное название которых ПП-1 - территория , находящаяся в Северо-Восточной части санитарно защитной зоны завода и ПП-2 - территория, в Южной части санитарно защитной зоны , в сторону которой движутся воздушные массы, перенося загрязняющие вещества производимые ПАО «НефАЗ».

Контрольным чистым участком был выбран городской парк культуры и отдыха «Гулливер».

2.2.1. Общая характеристика города Нефтекамск

Нефтека́мск — город в Республике Башкортостан Российской Федерации. Образует городской округ город Нефтекамск.

По численности населения и объёмам производства четвёртый город в республике после Уфы, Стерлитамака и Салавата

Географическое расположение

Нефтекамск расположен на северо-западе республики, в 200 км от города Уфы, вблизи реки Камы. Город занимает территорию 147,25 кв.км, граничит с Краснокамским и Янаульским районами Башкортостана.

По Нефтекамску протекает река Марьинка

Климат

Нефтекамск находится в северо-лесостепной подзоне умеренного пояса. Климат континентальный, достаточно влажный, лето тёплое, зима умеренно холодная и продолжительная. Средняя температура января $-13,7^{\circ}\text{C}$, минимальная $-48,5^{\circ}\text{C}$; июля $+19,3^{\circ}\text{C}$, максимальная $+42,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха $+3,4^{\circ}\text{C}$. Среднее количество осадков — 577 мм.

Климат Нефтекамска													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, $^{\circ}\text{C}$	5,8	9,2	14,3	30,9	36,2	38,3	38,6	38,5	33,4	26,8	14,7	5,0	38,6
Средний максимум, $^{\circ}\text{C}$	-9,5	-7,7	-0,4	11,0	20,1	24,6	25,5	22,8	16,8	7,7	-1,7	-6,7	8,6
Средняя температура, $^{\circ}\text{C}$	-13,7	-12,6	-5,8	5,2	13,1	18,0	19,3	16,5	10,9	3,6	-4,8	-10,4	3,4
Средний минимум, $^{\circ}\text{C}$	-18,5	-17,8	-11,2	0,2	6,6	11,8	13,5	11,0	6,2	0,3	-8,1	-14,6	-1,6
Абсолютный минимум, $^{\circ}\text{C}$	-48,5	-43,5	-34,4	-29,7	-9,7	-1,2	1,4	-0,6	-6,8	-25,6	-35,1	-45	-48,5
Норма осадков, мм	45	37	26	34	37	58	61	60	53	62	53	51	577

Рис. Климат города Нефтекамск

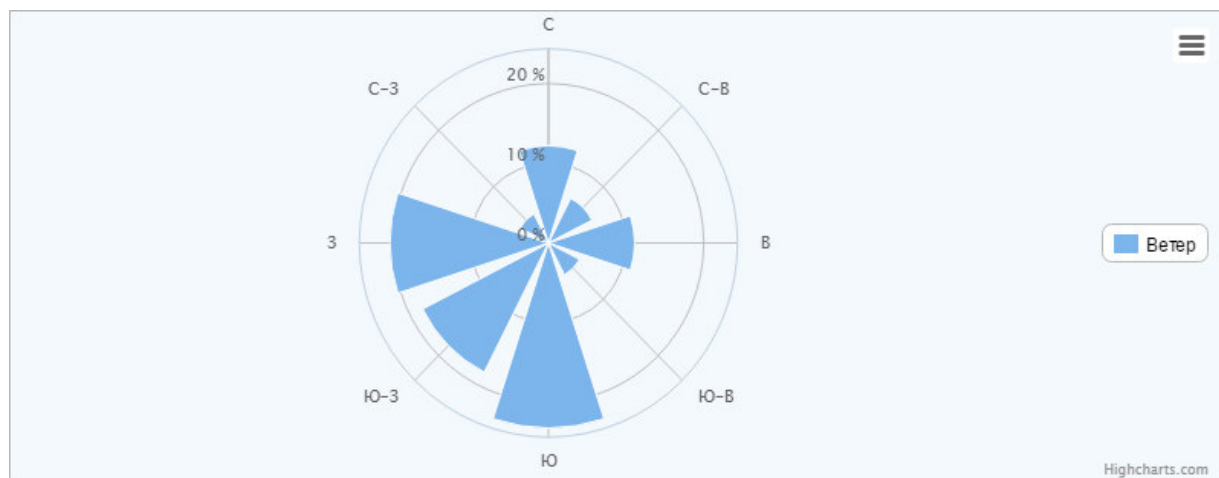


Рис. Роза ветров города Нефтекамск

(<https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефтекамск>)

2.2.2. Общая характеристика ПАО «НефАЗ» и городского парка культуры и отдыха «Гулливер»

Открытое акционерное общество «Нефтекамский автозавод» является преемником Нефтекамского завода автосамосвалов, спутника крупнейшего в мире автогиганта Камского автозавода. День ввода Нефтекамского завода в эксплуатацию – 11 октября 1977 года – вошел в историю Республики Башкортостан как день рождения одной из отраслей промышленности – автомобильного машиностроения.

В 1978 году на заводе начался, плановый выпуск автосамосвалов сельскохозяйственного назначения КамАЗ-55102 с конвейера сходило около 40 тысяч машин в год. Позднее было налажено производство вахтовых автобусов высокой проходимости и цистерн для перевозки светлых нефтепродуктов.

Переход страны к рыночной экономике повлек за собой новые подходы и решения. Статус открытого акционерного общества (1993 г.) более всего соответствовал многоплановой деятельности предприятия и давал ему большую экономическую самостоятельность, а выбор оптимальных путей хозяйствования позволял функционировать стабильно.

Оснащенность технологических цехов современным оборудованием, внедрение прогрессивных технологий позволяет коллективу достичь стабильности и высокого качества производимой продукции.

Наряду с традиционными автосамосвалами и вахтовыми автобусами на всех видах грузовых шасси предприятие выпускает большегрузные самосвальные полуприцепы грузоподъемностью 16 и 30 тонн; полуприцепы для перевозки нефтепродуктов вместимостью 16, 20, 23, и 30 м³; уникальную по производительности и технологии обработки сельскохозяйственную технику – косилки ротационные, грабли - ворошилки и рулонные пресс-подборщики.

Одно из перспективных направлений производства – выпуск полуприцепов для перевозки различных народнохозяйственных грузов. Это бортовые тентованные полуприцепы длиной 10-14 метров грузоподъемностью 18-20

тонн, изотермические контейнеры с холодильно - обогревающей установкой; идет активное освоение полуприцепа длиной более 13 метров, соответствующего стандарту «ЕВРО».

2001 году на предприятии начал функционировать производство по выпуску автобусов на шасси ОАО «КамаЗ», различной модификаций. Директором которого является Гарипов З.А.

В настоящее время продукция предприятия поставляется в промышленные центры и регионы Российской Федерации, в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Задачи, которые сегодня ставит перед собой руководство предприятия – это удовлетворение самых высоких требований потребителей, сохранение рабочих мест и обеспечение социальной защиты коллектива в период экономических преобразований.

Открытое акционерное общество «Нефтекамский Автозавод», сокращенно ОАО «НефАЗ». Расположен в Республика Башкортостан, г. Нефтекамск, Янаульское шоссе, 3.



Валовое содержание загрязняющих веществ в атмосфере составляет 0,134 тыс.т/г, в том числе:

- оксид углерода – 0,049446 тыс.т/г (36,9%)
- диоксид серы – 0,029614 тыс.т/г (22,1%)
- взвешенные вещества – 0,02881 тыс.т/г (21,5%)
- оксид азота – 0,011323 тыс.т/г (8,45%)
- ксилол – 0,002412 тыс.т/г (1,8%)
- толуол – 0,001742 тыс.т/г (1,3%)
- ацетон – 0,000938 тыс.т/г (0,7%)
- бензин – 0,00067 тыс.т/г (0,5%)
- бутил ацетат – 0,000469 тыс.т/г (0,35%)
- аммиак – 0,000268 тыс.т/г (0,2%)
- этил ацетат – 0,0000938 тыс.т/г (0,07%)
- серная кислота – 0,0000938 тыс.т/г (0,07%)
- марганец – 0,0000268 тыс.т/г (0,02%)
- хром – 0,0000134 тыс.т/г (0,01%)
- свинец - 0,0000134 тыс.т/г (0,01%)
- другие – 0,0080668 тыс.т/г (6,02%)

Городской парк культуры и отдыха «Гулливер» начал функционировать с 1 августа 1973. Расположен по адресу РБ, город Нефтекамск , улица Ленина ,19.



Рис. Городской парк культуры и отдыха «Гулливер»

Основным сравниваемым элементом мы взяли годичный побег. Под годичным побегом мы понимаем побег, развивающийся из почки возобновления в течение одного вегетационного периода (Серебряков, 1952). В качестве изучаемых морфометрических признаков были выбраны длина и ширина листовой пластинки, длина черешка, число листочков на сложном листе, площадь листовой пластинки и удельная поверхностная плотность листа (УППЛ).

В основу работы положена концепция дискретного описания онтогенеза (Работнов, 1950,б; Уранов, 1975; Ценопопуляции..., 1976, 1988; Жукова, 1995). Исследование морфологической изменчивости осуществлялось на десяти деревьях средневозрастного онтогенетического состояния в каждой точке исследования. Выделение возрастных состояний проводилось на основании онтогенеза рябины **обыкновенной**, описанного Ю.А. Дороговой и Л.В. Прокопьевой (Онтогенетический..., 2000).

3. Результаты исследования и обсуждение результатов

3.1. Характеристика атмосферного воздуха в городе Нефтекамск

На территории города Нефтекамск имеется развитая многоотраслевая промышленность.

На качество атмосферного воздуха в городе влияют предприятия машиностроительной отрасли и металлообработки: ОАО «Нефтекамский автомобильный завод» (0,134 тыс. т), ООО «Нефтекамский машиностроительный завод» (0,050 тыс. т), ООО «Таргин Механосервис» (0,059 тыс. т), ООО «Железобетонный завод» (0,062 тыс. т), лесопереработка ОАО «Амзинский лесокомбинат» (0,155 тыс. т), развиты текстильное производство, производство изделий из кожи: АО «Искож» (0,0191 тыс. т), ОАО «Кожгалантерейная фабрика» (0,007 тыс. т), предприятия по производству пищевых продуктов: АО «Нефтекамский хлебокомбинат» (0,029 тыс. т), ОП АО «Аллат» в г. Нефтекамск (0,067 тыс. т), Мясокомбинат «Камский бекон» (ИП Яляев Р.Ф.) (0,002 тыс. т).

Больше всего атмосферу загрязняют такие предприятия как ООО «Газпром газораспределение Уфа» в г. Нефтекамске (2,205 тыс. т) и Кармановская ГРЭС ООО «Башкирская генерирующая компания» (7,501 тыс. т). На Кармановской ГРЭС начали использовать попутный нефтяной газ (далее – ПНГ) с Арланского месторождения ПАО АНК «Башнефть». Газ на электростанцию поступает по построенному ПАО АНК «Башнефть» газопроводу. Для подготовки ПНГ к сжиганию нефтяники построили рядом с ГРЭС новый газораспределительный пункт с контролем наличия конденсата и возможностью его слива. ПНГ и природный газ смешиваются в узле врезки трубопровода ПНГ в основной газопровод электростанции.

В 2015 году общий объем выбросов загрязняющих веществ в воздушные слои составлял 19,1 тыс. т, так же от стационарных источников – 10,2 тыс. т, от передвижных – 8,9 тыс. т. Автотранспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды, который составляет 46,6 %.

В расчете на одного жителя города в атмосферу выбрасывается 0,139 тонны вредных примесей. («Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году»)

3.2. Изменение длины годичного побега рябины обыкновенной

Одним из многообещающих подходов в исследовании компонентов экосистем считается анализ состояния их популяций и устойчивости развития, обеспечиваемая сложным регуляторным аппаратом, защищающим обычное формообразование от вероятных патологий со стороны отклонений во внутренних факторах, так и со стороны изменений в факторах внешней среды (Влияние загрязнения..., 1989). Разнообразные характеристики имеют возможность быть использованы с целью оценки состояния организма и обнаружения его вероятных изменений (Илькун, 1978, Косулина, 1993).

Мы наблюдали за изменением длины годичного побега рябины **обыкновенной** и пришли к следующим выводам. Наиболее ярко выражен прирост годичного побега у растений, произрастающих в городском парке культуры и отдыха «Гулливер», и составил 81,1 мм. Немного ниже прирост длины годичного побега прослеживался на ПП-1 и равнялся 71 мм. Наименьший прирост отмечался на ПП-2 и составил 48 мм соответственно.

Таблица 1

Результаты множественных сравнений длины годичного прироста.

наименование участка	годовой прирост, мм	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	81,1	-
ПП-1	71	10,1
ПП-2	48	33



Рис.1 Изменение годичного прироста рябины обыкновенной

3.3 Изменение морфометрических показателей листовой пластинки рябины обыкновенной

Растения как продуценты экосистем на протяжении всего своего существования, привязанные к одной местности и зависимые от воздействия двух сред – почвенной и воздушной, более подробно отражают всю совокупность воздействий на систему (Рунова, 2001). Наглядными морфометрическими показателями состояния древесных популяций считаются: длина и ширина листовой пластинки, длина черешка, площадь листовой поверхности и удельная плотность листа, отражающие все разнообразие действующих факторов. Мы провели оценку изменений данных характеристик на примере рябины **обыкновенной**.

3.3.1 Изменение длины и ширины листовой пластинки

Ранее было отмечено, что вблизи предприятий, выбрасывающих в атмосферу огромное количество пылевидных частиц, линейные размеры ассимиляционных органов и прирост побегов растений меньше в 2 – 5 раз сравнительно с растениями за пределами области запыления (Илькун, 1978).

Выполненные нами измерения длины сложного листа рябины **обыкновенной** демонстрируют, что наибольшая длина листовой пластинки выявлена у деревьев, произрастающих в городском парке культуры и отдыха «Гулливер» 190,5 мм. Схожие значения имеют показатели, полученные нами на ПП-1 - 183 мм. Следовательно, наименьшая длина листовой пластинки была отмечена в самом загрязненном районе исследования, на ПП-2 - 170 мм, куда и двигаются загрязненные воздушные массы.

Таблица 2

Результаты множественных сравнений значения длины листовой пластинки

наименование участка	длина листовой пластинки, мм	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	190,5	-
ПП-1	183	7,5
ПП-2	170	20,5

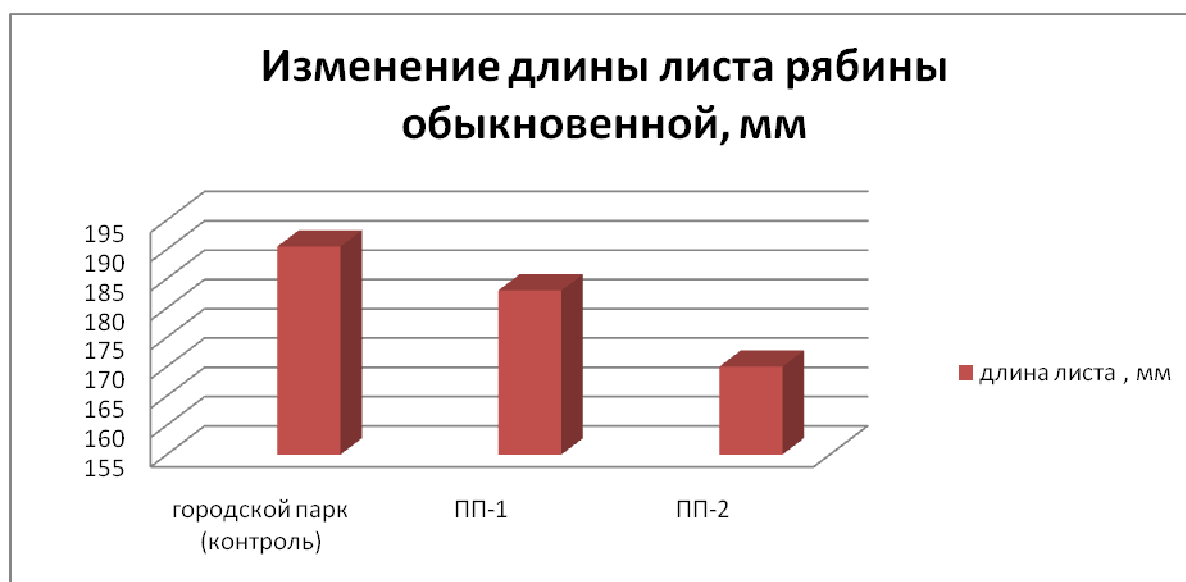


Рис.2 Изменение длины листовой пластинки рябины **обыкновенной**.

Подобная ситуация свойственна и для признака – «ширина листовой пластинки». Кроме того нами отмечено, что самые широкие листья на

деревьях в городском парке культуры и отдыха «Гулливер» 185 мм . Чуть меньше данный показатель на ПП-1 – 163 мм. А самый маленький размер ширины листовой пластинки рябины обыкновенной снова отмечен на ПП-2 - 158,6мм.

Таблица 3

Результаты множественных сравнений значения ширины листовой пластинки

наименование участка	ширина листовой пластинки, мм	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	185	-
ПП-1	163	22
ПП-2	158,6	26,4

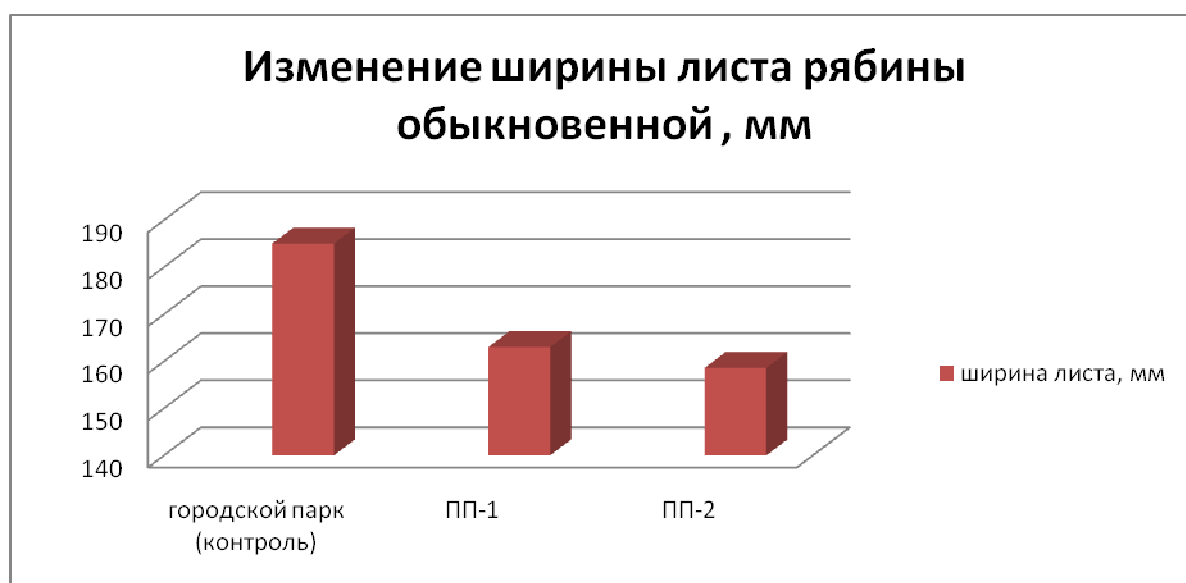


Рис.3 Изменение ширины листовой пластинки рябины обыкновенной.

3.3.2 Изменение площади листовой пластинки и удельной поверхностной плотности листа рябины обыкновенной.

Согласно литературным сведениям установлено, что площадь листовой поверхности и удельная поверхностная плотность листа (УППЛ) являются диагностическими признаками устойчивости древесных растений в условиях урбанизированной среды (Андреева, 2005). Интенсивность фотосинтеза

обуславливается площадью листовой пластинки, которая оказывает большое влияние и на продуктивность (Briggs, 1999; Ahmad, 1999; Lin, 2000). Побочным показателем продуктивности считается УППЛ.

При исследовании такого морфометрического показателя, как площадь листовой пластинки мы пришли к следующему: самое маленькое значение площади листа свойственно для ПП-2 - 727,7 мм², далее по возрастанию площади и по всей видимости уменьшению содержания SO₂ в воздухе идет ПП-1 - 932,4 мм². Городской парк культуры и отдыха «Гулливер» – является районом с наибольшей площадью листовой пластинки (1013,9 мм²) и соответственно наименьшим количеством сернистого ангидрида в воздухе.

Таблица 4

Результаты множественных сравнений значения площади листовой пластинки

наименование участка	площадь листовой пластинки, мм ²	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	1013,9	-
ПП-1	932,4	81,5
ПП-2	727,7	286,2

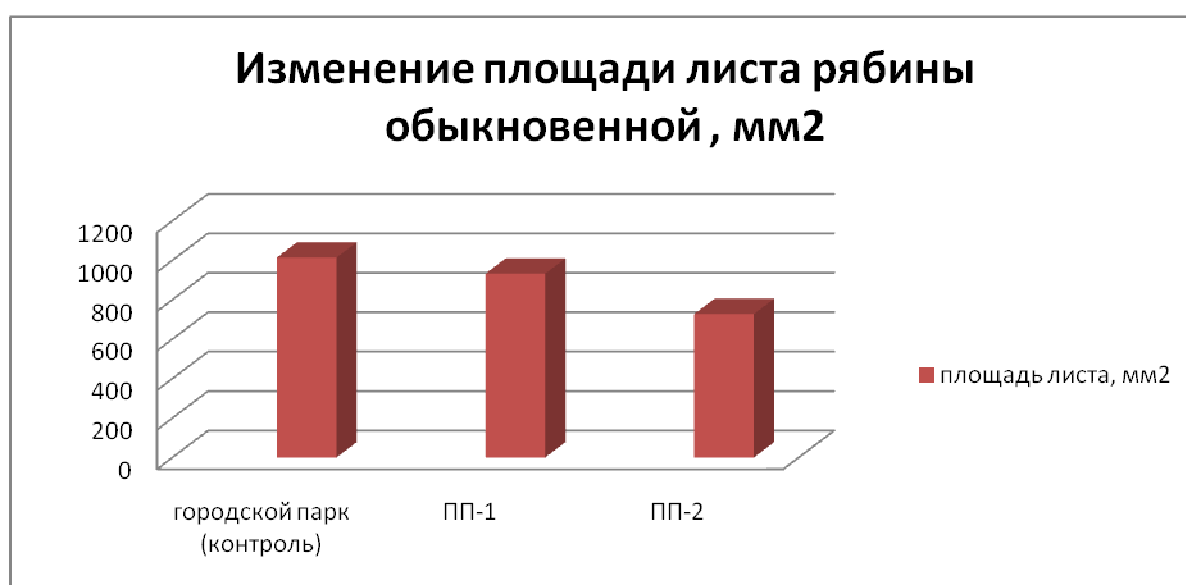


Рис.4 Изменение площади листовой пластинки рябины обыкновенной

Имеются данные о том , что удельная поверхностная плотность листа объединяет процессы роста и фотосинтеза, поскольку отражает накопление сухого вещества единицей поверхности. Чем выше УППЛ, тем эффективнее протекают процессы фотосинтеза, потому как в расчете на единицу поверхности листа синтезируется большая биомасса. (Кузьмина, Кузьмина, 2001). Прирост сухой массы листьев можно объяснить изменением основных процессов фотосинтеза, сопряженных со скоростью электронного транспорта в хлоропластах (Черыгин, 2005).

Согласно нашим измерениям УППЛ было выявлено , что с увеличением содержания сернистого ангидрида и пыли в воздухе увеличивается плотность листа. Таким образом , на ПП-2 отмечено максимальное значение УППЛ, составившее 78,8 мг , тогда как в городском парке культуры и отдыха «Гулливер» всего 42,7 мг . Среднее значение плотности листа было выявлено на ПП-1 и составило 60 мг .

Таблица 5

Результаты множественных сравнений значения УППЛ рябины обыкновенной

наименование участка	УППЛ, мг	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	42,7	-
ПП-1	60	-17,3
ПП-2	78,8	-36,1

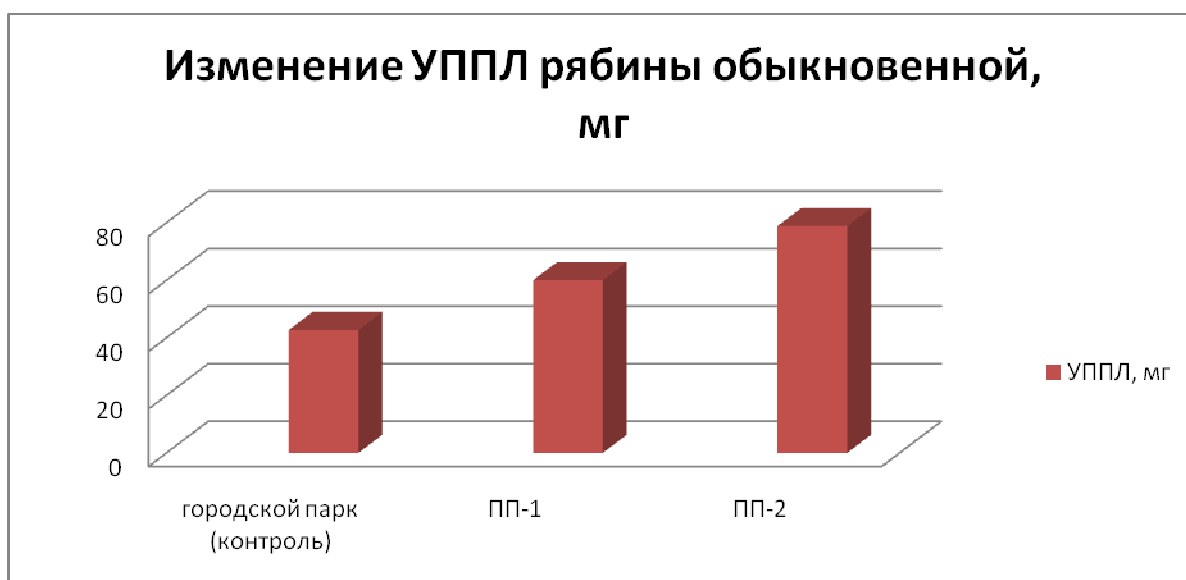


Рис.5 Удельная поверхностная плотность листа рябины обыкновенной.

3.3.3 Изменение длины черешка

Последним исследуемым нами параметром стала длина черешка рябины обыкновенной. Немалое количество исследований по газоустойчивости растений (Кулагин, 1974; Илькун, 1978; Николаевский, 1978) демонстрируют, что черешки, жилки листьев, распустившиеся цветы, почки не сильно повреждаются кислыми газами, поскольку данные органы не играют значительной роли в фотосинтезе. Мы решили выяснить, имеется ли связь между изменением длины черешка и концентрацией сернистого ангидрида в воздухе. Таким образом, проведя исследование, мы выяснили, что в городском парке культуры и отдыха «Гулливер» длина черешка рябины обыкновенной составила 40,8 мм, на ПП-1 - 55,9 мм. Наиболее высокая длина черешка отмечена на ПП-2 - 76,13 мм. Из этого следует, что концентрация сернистого ангидрида оказывает обратное воздействие на такой показатель как длина черешка.

Таблица 6

Результаты множественных сравнений значения длины черешка

наименование участка	длина черешка, мм	отклонение от контроля
городской парк (контроль)	40,8	-
ПП-1	55,9	-15,1
ПП-2	76,1	-35,3

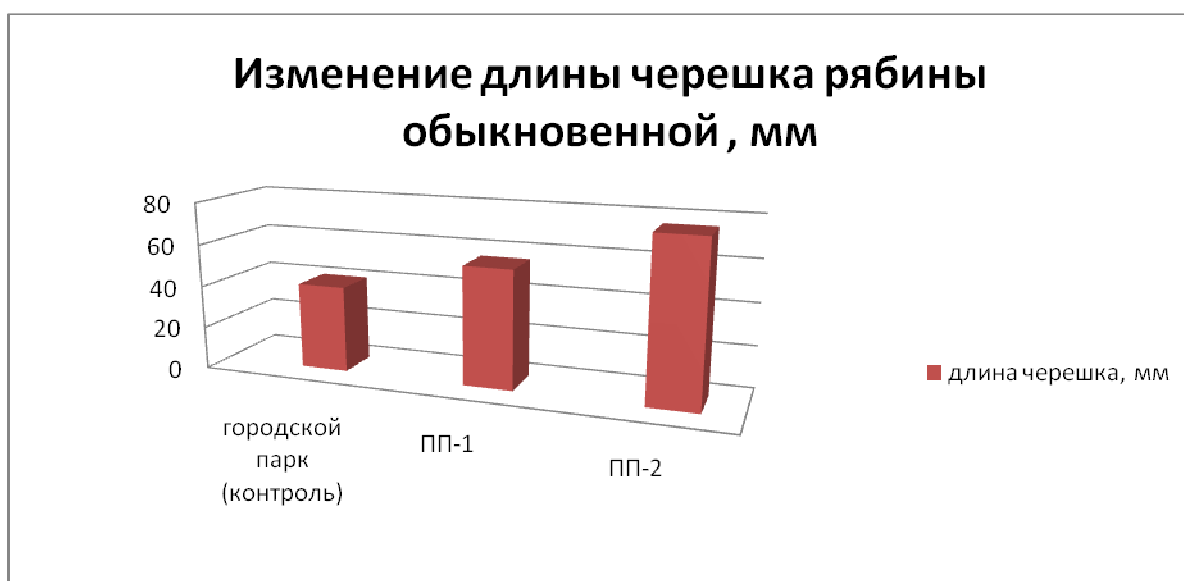


Рис.6 Изменение длины черешка рябины обыкновенной.

Исходя из вышесказанного, на примере рябины обыкновенной мы продемонстрировали, что дать оценку экологическому состоянию урбанизированной среды можно не только с помощью физиологических и биофизических параметров. После проведенных нами испытаний мы рекомендуем применять критерии годичный прирост, длина, ширина, площадь листовой пластинки и удельная поверхностная плотность листа для распознавания нарушений жизнедеятельности древесных растений, подвергнувшихся влиянию загрязнения сернистым ангидридом.

Выводы

Проведенные нами исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Основным загрязняющим веществом ПАО «НефАЗ» является сернистый ангидрид (SO_2), который оказывает негативное влияние на рост и развитие древесной и кустарниковой растительности.
2. Рябина обыкновенная относится к среднеповреждаемым видам, ее можно разводить в промышленных городах с загрязненной атмосферой и рекомендовать для озеленения промышленных предприятий. Она преобладает в зеленых насаждениях города Нефтекамск.
3. Так прирост годичного побега один из важнейших показателей в зоне усиленного влияния сернистого ангидрида на 33 мм меньше, чем в парке отдыха.
4. Основные морфометрические параметры листа рябины обыкновенной напрямую связаны с содержанием сернистого ангидрида в воздухе. Такие параметры как длина, ширина листа подвержены угнетающему влиянию SO_2 . Их показатели меньше контрольных на 20,5 мм и 26,4 мм соответственно.
5. Площадь листа в зоне влияния сернистого ангидрида на 286,2 мм² меньше, чем на контрольном участке.
6. На УППЛ и длину черешка рябины обыкновенной сернистый ангидрид оказывает обратное воздействие. Их показатели увеличились на 36,1 мг и 35,3 мм соответственно по сравнению с контрольным участком.

Список литературы

1. Андреева, М.В. Изменение морфологии листа *Populustremula*L. в загрязнённом воздухе / М.В. Андреева, Н. Н. Семчук // Учён. зап. ИСХиПР НовГУ. Великий Новгород, 2005. Т. 13, вып. 2. С. 107–110.
2. Битюкова, В.Р. Тенденции атмосферного загрязнения в городах России / В.Р. Битюкова, А.А. Попов // Экол. пром-ть России. – 2004. С.4 – 7.
3. Воскресенская, О.Л. Организм и среда: факториальная экология / О.Л. Воскресенская, Е.А. Скочилова и др. – Йошкар-Ола, 2005. – 175 с.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2015 году – Уфа, 2016. – 179 с.
5. Николайкин, Н.И. Экология / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова.– М.: Дрофа, 2003. – 624 с.
6. Павлов, И.Н. Глобальные изменения среды обитания древесных растений. Монография / И.Н. Павлов. - Красноярск: СибГТУ, 2003. – 156 с.
7. Романова, А.К. Физиолого-биохимические признаки и молекулярные механизмы адаптации растений к повышенной концентрации CO₂ в атмосфере / А.К. Романова // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, №1. - С. 123-132.
8. Рунова, Е.М. Экологический мониторинг лесных биоценозов в зонах промышленных выбросов / Е.М. Рунова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. – Томск: ТГУ, 2004. – С. 132 – 135.
9. Трифонова, Т.А. Прикладная экология / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М.: Академический Проект: Традиция, 2005. – 384 с.
10. Хван, Т.А. Промышленная экология / Т.А. Хван. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 315 с.
11. Ahmad M. // Current Opinion in Plant Biology. 1999. V. 2. P. 230-235
12. Lin C. // Trends in plant science. 2000. V. 5. № 8. P. 337-342
13. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нефтекамск>