Региональный этап  
Всероссийской олимпиады школьников по экологии

**Определение состояния хвои сосны обыкновенной  
 для оценки загрязнённости атмосферы**

Работу выполнила  
Сизенёва Александра,  
10 класс А,  
МБОУ гимназия им. Ф.К. Салманова

Руководитель  
Гилязетдинова Г.Х.

г. Сургут

2012 год

Оглавление

[Введение 3](#_Toc315002027)

[Литературный обзор 4](#_Toc315002028)

[Биологические особенности голосеменных растений 4](#_Toc315002029)

[Биоэкологические особенности сосны обыкновенной 5](#_Toc315002031)

[Методика и объект исследования 8](#_Toc315002032)

[Результаты исследований 11](#_Toc315002033)

[Выводы 17](#_Toc315002034)

[Заключение 18](#_Toc315002035)

[Литература 19](#_Toc315002036)

[Приложения 20](#_Toc315002037)

# Введение

Появление на земле человека дало начало антропогенному воздействию на среду. С развитием промышленности росло вредное, а местами губительное влияние человека на экологию. Сегодня для поддержания экологического баланса требуется мониторинг окружающей среды – экологический мониторинг.

Экологический мониторинг - комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

В экологическом мониторинге используют различные методы исследования. Среди них выделяют дистанционные (аэрокосмические) и наземные методы (биоиндикационные и физико-химические).

В начале ХХ века, в период, когда началось освоение окраин нашей страны, биоиндикационные исследования стали интенсивно развиваться. Биоиндикация – метод исследования, позволяющий судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов – биоиндикаторов. Биоиндикаторы - организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.

Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 2011 год Международным годом лесов. Леса покрывают 31% поверхности суши. Они — легкие нашей планеты. 13% мировых лесов относятся к охраняемым природным территориям.

Сосна обыкновенная – одна из основных лесообразующих пород Сибири. Она может служить биоиндикатором круглогодично, как на региональном, так и на локальном уровне.

**Цель:** оценка состояния лесопарков города Сургута под влиянием антропогенных воздействий.

**Задачи:**

1. Выявить влияние атмосферного загрязнения на морфологические признаки и состояние хвои сосны обыкновенной.
2. Определить продолжительность жизни хвои.
3. Провести анализ литературных источников.

**Актуальность темы:**

Тема актуальна потому, что позволяет выявить степень загрязнения атмосферы города Сургута с помощью биоиндикационного метода, так как загрязнение атмосферы оказывает отрицательное воздействие на все живые организмы.

# Литературный обзор

## Биологические особенности голосеменных растений

Голосеменные очень древние растения, останки которых находят в слоях девонского периода палеозойской эры. В настоящее время это преимущественно деревья (до 100 м высоты), кустарники, древовидные лианы и даже эпифиты. Травы представлены лишь одним видом - вильямсониеллой.

Ветвление голосеменных растений в основном моноподиальное, древесина почти целиком состоит из трахеид. Сосудов не имеется (исключение составляют гнетовые). У большинства голосеменных листья игловидные (хвоя) или чешуевидные, у немногих крупные часто рассеченные листья, похожи на вайи папоротников или листья пальм. Это преимущественно одно-, дву- или многодомные растения. Корни (главный и боковые) имеют обычное для деревьев строение с микоризой, придаточные корни встречаются очень редко (у примитивных представителей). Отличительной чертой всех голосеменных является наличие семязачатков и образование семени. Семязачатки располагаются открыто на мегаспорофиллах или на концах стеблей, поэтому они и называются голосеменными. Из семязачатка развиваются открыто лежащие семена. Семязачаток представляет собой мегаспорангий, интегументом семена содержат питательную ткань - эндосперм, при прорастании семядоли выносятся на поверхность и выполняют функции листьев.

В цикле развития последовательно происходит смена двух поколений гаметофита и преобладающего спорофита. Расцвет хвойных приходится на юрский период. Это самая многочисленная и наиболее распространенная группа голосеменных растений. Хвойные вечнозеленые растения, за исключением лиственницы и метасеквои. Они представлены в основном деревьями высотой от 10-15 до 100 м, древовидными, стланцами, кустарниками, с моноподиальным ветвлением. Игловидные или конусовидные листья располагаются на стебле по спирали (одиночные) или собраны в пучки, чешуевидные супротивно.

У хвойных мощно развита вторичная ксилема (древесина), состоящая на 90-95 % из трахеид. Кора и сердцевина развиты слабо. Зародышевый первичный корень превращается, как правило, в мощный стержневой и функционирует всю жизнь. Часто развивается две формы корней - обычно удлиненные и сильноветвисто укороченные. Именно последние представляют собой микоризу. Корневые волоски локализованы в узкой зоне. У многих хвойных в коре, древесине и листьях есть смоляные ходы, содержащие эфирное мало, смолы и бальзамы.

Хвойные растения - однодомные, реже двудомные. Например, сосна - растение однодомное, мужские и женские шишки образуются на одном растении. В типичном случае она достигает высоты 50 м и живет до 400 лет. Спорообразование происходит на 30-40-м году жизни, но бывает и раньше. Спорофиллы собраны в шишки двух видов, резко отличающихся между собой: мужские представлены метельчатыми «соцветиями», женские - одиночные. Мужская шишка, имеющая эллипсовидную форму длиной 4-5 см, диаметром 3-4 см, образуется в пазухе чешуйки на месте укороченного побега и представляет собой побег с хорошо развитой осью (стержнем), на которой спирально расположены микроспорофиллы, редуцированные спороносные листья. Их можно рассматривать как гомологи тычинок покрытосеменных. На микроспорофиллах с нижней стороны формируются микроспорангии (пыльники).

Женские шишки образуются на верхушках молодых побегов, они больше по размерам и сложнее устроены. На главной оси в пазухах кроющих чешуек образуются толстые чешуи с двумя семязачатками на верхней стороне. Эти чешуи называют сменными.

Хвойные формируют природные ландшафты – тайгу – на огромных пространствах континентов. Их значение в жизни природы и в хозяйственной деятельности человека велико. Являясь важнейшим компонентом биогеоценозов, они имеют огромное водоохранное и противоэрозийное значение. Хвойные растения дают основную массу строительной древесины и являются исходным материалом для многоотраслевой лесотехнической промышленности. Из хвойных получают вискозу, шелк, штапель, бальзамы и смолы, камфару, спирт и уксусную кислоту, дубильные экстракты и т. д., а также пищевые продукты и витамины. Семена некоторых араукарий, кедра, сибирской сосны содержат до 79 % масла, близкого к прованскому и миндальному. Для медицинской промышленности хвойные служат исходным сырьем для получения не только витаминов, но и препарата «пинобина» (спазмолитическое средство). Многие виды хвойных используют в народной медицине для лечения туберкулеза, нервных расстройств, болезней почек, мочевого пузыря, геморроя, глухоты, антиаллергозное средство. Хвоя и молодые побеги некоторых хвойных - незаменимый зимний корм лосей, хвоей питаются глухари, а семенами сибирского кедра питаются многие животные и птицы (как семенами и других хвойных). Шишкоягоды можжевельника - корм тетеревов. Древесина тисовых используется для изготовления дорогих поделок и в мебельной промышленности, она почти не подвержена действию насекомых.

## Биоэкологические особенности сосны обыкновенной

Сосна обыкновенная – вечнозелёное хвойное дерево, в благоприятных условиях достигающее 45 метров высоты и 80-100 см в диаметре, с продолжительностью жизни 300-400 лет.

Сосны – однодомные растения, опыляются ветром. Мужские шишечки развиваются у основания молодых удлинённых побегов в пазухах кроющих листьев. Пыльца – с воздушными мешками, облегчающими процесс опыления ветром. Женские шишки возникают на концах удлинённых побегов. Созревают шишки на второй или третий год.

Корневая система у сосен мощная, со стержневым корнем, глубоко уходящим в землю и широко раскидывающимися боковыми корнями. Семена сосен богаты протеинами, маслами и представляют собой ценный корм для птиц и млекопитающих.

Сосна – светолюбивая порода и хорошо растёт только без затенения. При естественном и искусственном возобновлении сосны на вырубках с высокопроизводительными почвами необходимо осветление, т. е. удаление лиственных пород, которые по высоте перегоняют сосну, резко ухудшают её рост и приводят к гибели.

Характерной особенностью сосны обыкновенной является очень высокая устойчивость к низкой относительной влажности воздуха, о чём свидетельствует успешное произрастание сосны в степных районах. Даже в засушливые годы сосновые леса повреждаются в значительно меньшей степени, чем леса, состоящие из других пород. У сосны, особенно в молодом возрасте, очень хорошо выражена способность восстанавливать усыхающие вершины при их отмирании.

Сосна обыкновенная не отличается высокими требованиями к почвенно-грунтовым условиям. В отличие от других хвойных и лиственных пород она обладает исключительной способностью формировать леса на бедных, а также сильно заболоченных почвах.

Сосна обыкновенная характеризуется мутовчатым расположением ветвей и побегами двух видов: удлинёнными, с бурыми чешуевидными листьями, появляющимися весной и потом деревенеющими, и укороченными, развивающимися в пазухах чешуевидных листочков и несущими чешуевидные и нормально развитые игловидные листья – хвоинки. Листья чешуйчатые и игольчатые. Хвоя сизо-зеленоватого цвета. Длина хвои сосны обыкновенной колеблется от 2 до 8 см. На северной части кроны длина хвои меньше, чем на южной.

По мере продвижения породы с севера на юг длина хвои возрастает. В ленточных борах Сибири и Казахстана преобладают сосны с длиной хвои более 6 см. В средней полосе Сибири встречаются сосны с длиной и средней хвоей (45-60 мм). Популяции сосны с короткой и длинной хвоей произрастают севернее 62° с.ш. В пределах одной природной зоны длина хвои зависит от типа леса. В центральных областях европейской части Российской Федерации в более производительных типах леса (сосняки-кисличники) длина хвои составляет 6-8 см в менее производительных (сосняки сфарговые) всего 2-3 см.

Хвоинки растут вместе со стеблем, постепенно отходя от него, в июле в молодых листьях идёт одревеснение тканей. В молодой хвое по сравнению со старой значительно меньше хлорофилла и больше воды. Средняя продолжительность жизни хвои 3-4 года. В крайне неблагоприятных условиях, особенно при сильной загрязнённости атмосферы в больших промышленных городах, она сокращается до 2 лет и даже до 1 года. И, наоборот, в некоторых случаях хвоя может держаться 6-7 и даже 8-9 лет.

Органы и ткани организма животных и растений проявляют дифференциальную чувствительность к различного вида антропогенным воздействиям.

В незагрязненных лесных экосистемах основная масса хвои здорова, не имеет повреждений, и лишь малая часть хвоинок имеет светло-зеленые пятна и некротические точки микроскопических размеров, равномерно рассеянные по всей поверхности. В загрязненной атмосфере появляются повреждения, и снижается продолжительность жизни хвои сосны.

Под действием загрязнителей происходит подавление репродуктивности сосны. Число шишек на дереве снижается, уменьшается число нормально развитых семян в шишках, заметно изменяются размеры женских шишек (до 15-20 %). Биоиндикатором загрязненности атмосферы может служить ежегодный прирост деревьев по высоте, который на загрязненных участках может быть на 20-60 % ниже, чем на контрольных. Информативной по техногенному загрязнению является продолжительность жизни хвои (от 1 до 5 и более лет).

Дефолиация (обезлиствление), появление некрозов (омертвление в живом организме какого-либо органа, его ткани или клеток) и хлорозов (заболевание растений, вызванное избытком в почве железа, марганца, меди, калия, которое выражается в пожелтении листьев). Под воздействием соли, используемой для таяния снега, происходит осыпание хвои у сосны. При увеличении концентрации SO2 наблюдаются аномальные изменения формы, количества и положения органов у хвойных растений, а также после радиоактивного облучения.

Ткани листьев древесных растений, повреждённые в результате антропогенного загрязнения воздуха, перестают выполнять свои функции (фотосинтез, газообмен, транспирация). Значительно уменьшается их пылезадерживающая роль. Проявление основных функций листа зависит от площади здоровой поверхности листа.

Все, что окружает растение и оказывает на него прямое или косвенное воздействие, составляет в широком смысле среду его обитания. Роль отдельных элементов среды обитания в жизни растений неодинакова. Одни из этих элементов жизненно необходимы, другие влияют на растение, но не обязательны, третьи безразличны.

# Методика и объект исследования

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое состоит в следующем:

1. Определить участки проведения работы. Они должны находиться в зонах, контрастных по уровню атмосферного загрязнения:
   1. вблизи автодорог, промышленных предприятий и т.п.;
   2. в зелёной зоне города.
2. Определить состояние хвои сосны:
   * + 1. выявить степень повреждения хвои.

С ветвей 5-10 деревьев отбирают побеги одинаковой длины. С них собирают всю хвою и визуально анализируют её состояние. Степень повреждения хвои определяют по наличию хлоротичных пятен, некротических точек, некрозов (повреждение 1-го класса – хвоинки без пятен, 2-го класса – с небольшим числом мелких пятен, 3-го класса – с большим числом пятен), усыханием (усыхание 1-го класса – кончик на 2-5 мм усох, 2-го класса – усохла треть хвоинки, 3-го класса – вся хвоинка жёлтая или более половины её длины сухая);

* + - 1. результаты учётов занести в таблицу (табл. 1, табл. 2);
      2. сделать вывод о состоянии хвои в разных районах города.

1. Определить продолжительность жизни хвои:
   * + 1. отбирается хвоя первого, второго и третьего года жизни с собранных побегов;
       2. результаты заносятся в таблицу (табл. 3);
       3. рассчитать индекс продолжительности жизни хвои (Q) по формуле Q=где В1, В2, В3 – количество хвоинок с продолжительностью жизни соответственно 1, 2 и 3 года жизни;
       4. результаты занести в таблицу (табл. 4).

Автором методики является Т.Я. Ашихмина, доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 1 | |
| **Повреждение и усыхание хвои обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | | | | | |
|  | Парк "За Саймой" | | Парк "Нефтяник" | | Сквер "Энергетиков" | | Сквер "Старожилов Сургута" | | Парк "Геологов" | |
|  | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % |
| Обследовано хвоинок |  | 100 |  | 100 |  | 100 |  | 100 |  | 100 |
| Повреждение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Усыхание |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-го класса |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 2 | |
| **Общий процент повреждения и усыхания хвои** | | | | | | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | | | | | |
|  | Парк "За Саймой" | | Парк "Нефтяник" | | Сквер "Энергетиков" | | Сквер "Старожилов Сургута" | | Парк "Геологов" | |
|  | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % |
| Обследовано хвоинок |  | 100 |  | 100 |  | 100 |  | 100 |  | 100 |
| Повреждение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Усыхание |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Таблица 3 |
| **Продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | |
|  | Парк "За Саймой" | Парк "Нефтяник" | Сквер "Энергетиков" | Сквер "Старожилов Сургута" | Парк "Геологов" |
| Хвоя первого года жизни |  |  |  |  |  |
| Хвоя второго года жизни |  |  |  |  |  |
| Хвоя третьего года жизни |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Таблица 4 |
| **Индекс продолжительности жизни хвои сосны обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | |
|  | Парк "За Саймой" | Парк "Нефтяник" | Сквер "Энергетиков" | Сквер "Старожилов Сургута" | Парк "Геологов" |
| Индекс продолжитель-ности жизни хвои (Q) |  |  |  |  |  |

# Результаты исследований

Исследования были проведены на опытных участках:

* парк «Нефтяник»;
* сквер «Энергетиков»;
* сквер «Старожилов Сургута»;
* парк «Геологов».

В качестве участка контроля был выбран парк «За Саймой».

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 5 | |
| **Повреждение и усыхание хвои обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | | | | | |
|  | Парк "За Саймой" | | Парк "Нефтяник" | | Сквер "Энергетиков" | | Сквер "Старожилов Сургута" | | Парк "Геологов" | |
|  | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % |
| Обследовано хвоинок | 306 | 100 | 911 | 100 | 374 | 100 | 712 | 100 | 383 | 100 |
| Повреждение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-го класса | 289 | 94 | 886 | 97 | 331 | 89 | 673 | 95 | 357 | 93 |
| 2-го класса | 16 | 5 | 20 | 2 | 31 | 8 | 26 | 4 | 17 | 5 |
| 3-го класса | 1 | 1 | 5 | 1 | 12 | 3 | 13 | 1 | 9 | 2 |
| Усыхание |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-го класса | 0 | 0 | 4 | 0,4 | 10 | 3 | 4 | 0,6 | 22 | 6 |
| 2-го класса | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0,1 | 0 | 0 |
| 3-го класса | 0 | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 2 | 0,6 | 0 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Диаграмма 1

Диаграмма 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица 6 | |
| **Общий процент повреждения и усыхания хвои** | | | | | | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | | | | | |
|  | Парк "За Саймой" | | Парк "Нефтяник" | | Сквер "Энергетиков" | | Сквер "Старожилов Сургута" | | Парк "Геологов" | |
|  | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % |
| Обследовано хвоинок | 306 | 100 | 911 | 100 | 374 | 100 | 712 | 100 | 383 | 100 |
| Повреждение | 17 | 6 | 25 | 3 | 43 | 11 | 39 | 5 | 26 | 7 |
| Усыхание | 0 | 0 | 5 | 0,5 | 15 | 4 | 7 | 1 | 22 | 6 |

Диаграмма 3

Диаграмма 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Таблица 7 |
| **Продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | |
|  | Парк "За Саймой" | Парк "Нефтяник" | Сквер "Энергетиков" | Сквер "Старожилов Сургута" | Парк "Геологов" |
| Хвоя первого года жизни | 66 | 202 | 99 | 330 | 187 |
| Хвоя второго года жизни | 126 | 309 | 150 | 222 | 108 |
| Хвоя третьего года жизни | 114 | 400 | 125 | 160 | 88 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Таблица 8 |
| **Индекс продолжительности жизни хвои сосны обыкновенной  на разных опытных участках** | | | | | |
| Состояние хвои | Участок контроля | Опытные участки (с антропогенной нагрузкой) | | | |
|  | Парк "За Саймой" | Парк "Нефтяник" | Сквер "Энергетиков" | Сквер "Старожилов Сургута" | Парк "Геологов" |
| Индекс продолжитель-ности жизни хвои (Q) | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 2,3 |

Диаграмма 5

# Выводы

Сравнительный анализ таблицы 5 показывает, что на территории парка «Нефтяник» наблюдается большее количество хвоинок, не подверженных отрицательному воздействию, по сравнению с территориями парков «За Саймой» и «Геологов» и скверов «Энергетиков» и «Старожилов Сургута». Учитывая общее повреждение, самый повреждённый участок - сквер «Энергетиков».

По степени усыхания на первом месте стоит парк «Геологов», наименьшая степень усыхания отмечена на контрольном участке.

Наибольшая продолжительность жизни хвои была отмечена на территории парка «Геологов», а наименьшая – на территории парков «За Саймой» и «Нефтяник».

Можно сделать следующий вывод: исследованные лесопарковые и парковые зоны города Сургута испытывают воздействие загрязнения атмосферного воздуха, это проявляется в повреждении и усыхании хвои, так как хвоя является органом дыхания сосны.

Причинами, объясняющими такое состояние хвои, могут служить антропогенные воздействия, такие как большая концентрация SO, HCl, HF, наличие автомобильных дорог, а также абиотическое воздействие.

Результаты моего исследования наглядно показывают отрицательные последствия перегруженности автодорог города, чрезмерного выброса в атмосферу вредных веществ, их влияние на живые организмы.

# Заключение

Все, что окружает растение и оказывает на него прямое или косвенное воздействие, составляет среду его обитания. В условиях города эту среду можно назвать экстремальной с точки зрения пригодности её для нормального роста и жизнедеятельности растений. Хвойные, а именно сосна обыкновенная, наиболее чувствительны к загрязнению воздуха.

В результате анализа литературных источников и проделанной работы я изучила биологические и экологические особенности хвойных растений на примере сосны обыкновенной и убедилась, что она может быть объектом индикации состояния атмосферного воздуха в условиях города.

# Литература

* + 1. http://ru.wikipedia.org/wiki
    2. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. – Москва, 2000.
    3. Карташев А.Г. Биоиндикация. – Томск, 1999.
    4. Куприянова М.И. Зелёный шум. – Свердловск, 1983.
    5. Литвинова Л.С., Жиренко О.Е. Нравственно-экологическое воспитание школьников. – Москва, 2005.
    6. Тарасов А.И. Экскурсия в лес по экологической тропе. – Тюмень, 1997.
    7. Тяглова Е.В. Исследовательская и проектная деятельность учащихся по биологии. – Москва: Планета, 2010.

# Приложения

Приложение №1

Диаграмма 1

Приложение №2

Диаграмма 2

Приложение №3

Диаграмма 3

Приложение №4

Диаграмма 4

Приложение №5

Диаграмма 5

Приложение №6



Рис.2 Сквер Энергетиков

Рис.1 Парк Нефтяник



Рис.4 Парк За Саймой

Рис.3 Сквер Старожилов Сургута



Рис.6 Я работаю над проектом

Рис.5 Парк Геологов