Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования Станции юных натуралистов Невьянского городского округа

Свердловская область, г. Невьянск

Детское творческое объединение «Я – исследователь»

Влияние техногенного загрязнения почвы на видовой состав и урожайность луга в условиях Среднего Урала

Автор: Веретенникова Юлия Дмитриевна, ученица 11 класса МБОУ ДО СЮН НГО

Руководитель: Тумбаева Татьяна Юрьевна, педагог дополнительного образования МБОУ ДО СЮН НГО

Невьянск, 2020

|  |  |
| --- | --- |
| **Оглавление** | Стр. |
| **Введение**………………………………………………………………….. | 3 |
| **Глава 1.** Обзор литературы по проблеме исследования ……………… | 5 |
| 1.1. Почва как индикатор состояния окружающей среды.…………..… | 5 |
| 1.1.1. Физико-химический анализ почвы как метод оценки состояния среды………………………………………………………………………. | 5 |
| 1.1.2. Загрязнение почв выбросами предприятий цементной промышленности………………………………………………………...... | 6 |
| 1.2. Луга: состав, особенности, происхождение………………………… | 7 |
| 1.3. Краткая характеристика хозяйственно-ботанических групп луговых трав……………………………………………………………………….... | 8 |
| **Глава 2.** Материалы и методики исследования………………………... | 10 |
| 2.1. Почвенно-климатические условия района исследования………….. | 10 |
| 2.2. Рабочий план исследования………………………………………… | 10 |
| 2.3. Краткая характеристика объектов и сроки исследования………… | 11 |
| 2.4. Методики исследования……………………………………………... | 12 |
| **Глава 3.** Результаты и их обсуждения…**………………………………..** | 14 |
| 3.1.Результаты почвенных анализов…………………………………..... | 14 |
| 3.1.1. Механические свойства почвы…………………………………..... | 14 |
| 3.1.2. Физические свойства почвы……………………………………….. | 14 |
| 3.1.3. Химический состав почвы……………………………………….... | 15 |
| 3.2. Таксономический анализ состава луговых сообществ……………. | 16 |
| 3.3. Анализ урожайности и кормовой ценности лугов………………… | 18 |
| **Заключение**………………………………………………………………. | 21 |
| **Литература**………………………………………………………………… | 23 |
| **Приложение А.** Таксономический состав растений суходольных лугов **(**табл. 5) |  |
| **Приложение Б.** Статистическая обработка результатов (табл. 7 и 8) |  |
|  |  |

**ВВЕДЕНИЕ**

Почва – важнейшее природное образование. Это среда обитания для растений и почвенных организмов, обеспечивающая стабильное состояние наземных экосистем.

Значение почвы в жизни человеческого общества определяется тем, что она является ресурсом, благодаря которому производится 95-97% продуктов питания и кормов для животных [10].

Средний Урал – промышленно развитый регион. На его территории работают многочисленные предприятия черной и цветной металлургии, электроэнергетики и машиностроения, другие производства, технологический цикл многих из них давно устарел, что способствует увеличению газопылевых выбросов, твердых и жидких отходов, т.е. приводит к техногенному загрязнению окружающей среды.

Техногенное загрязнение – это комплексное влияние промышленности, транспорта, сельского хозяйства и коммуникаций на разнообразие биологических видов, приводящее к техногенной трансформации почвенного покрова.

В нашем поселке основным предприятием является цементный завод -ЗАО «Невьянский цементник». Построенный в 1914 году, завод пережил не одну реконструкцию производственных мощностей, тем не менее, на сегодняшний день ЗАО «НЦ» включено в перечень предприятий – основных вкладчиков в загрязнение атмосферного воздуха Свердловской области. Его показатель суммарной атмосферной нагрузки превышает допустимый уровень комплексного загрязнения атмосферы, а ежегодные выбросы в атмосферу составляют 5,3 тыс. т [15].

Таким образом, за столетнюю историю, вредные выбросы завода не могли не изменить геохимический фон прилегающих к нему территорий, поэтому, рабочая гипотеза данного исследования следующая: пылевые выбросы цементного завода изменили механический состав и свойства почвы прилегающей территории, что привело к сокращению видового состава и урожайности луговой растительности.

Объектом данного исследования стали образцы почвы и луговые сообщества: №1 (окрестности цементного завода) и №2 (охранная зона заповедника), а предметом - состав и свойства почвы, урожайность и видовой состав лугов.

Цель исследования: изучение влияния техногенного загрязнения почвы пылевыми выбросами цементного завода на урожайность и видовой состав лугового сообщества в окрестностях поселка Цементный в сравнении с луговым сообществом заповедной территории.

Задачи:

- изучить материалы по проблеме исследования;

- определить участки для проведения исследования, отобрать пробы почвы и растений;

- провести систематический анализ видового состава растений исследуемых объектов и сравнить их;

- определить урожайность и кормовую ценность лугов;

- собрать гербарий луговых растений.

Методы: аналитический, физико-химические, пробных площадок, весовой, статистический.

**ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПРОБЛЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**1.1. Почва как индикатор состояния окружающей среды.**

Самым консервативным компонентов экосистемы является почва – индикатор многолетних природных процессов, и её состояние – это результат длительного воздействия разнообразных источников загрязнения.

Загрязнение почвы тяжелыми металлами происходит преимущественно из атмосферы с выбросами промышленных предприятий, свинец – с выхлопными газами автомобилей. Описаны случаи, когда большие количества тяжелых металлов попадали в почву с оросительными водами, если выше водозабора в реки сбрасывались сточные воды промышленных предприятий. Из атмосферы в почву тяжелые металлы попадают чаще всего в форме оксидов, где постепенно растворяются, переходя в гидроксиды, карбонаты или в форму обменных катионов.

Аккумуляция токсикантов и продуктов их превращения в почве приводит к изменению её химического, физического и биологического состояния, деградации и, в конечном итоге, разрушению. Эти негативные изменения могут сопровождаться токсичным воздействием почв на другие компоненты экосистемы – биоту (в первую очередь, видовое разнообразие, продуктивность и устойчивость фитоценозов), поверхностные и грунтовые воды, припочвенные слои атмосферы [1].

1.1.1. Физико-химический анализ почвы как метод оценки состояния среды.

Физические свойства почвы разделяются на основные и функциональные.

К основным физическим свойствам почвы относятся: объемный вес - вес единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном сложении (с порами), или вес в граммах 1 см3 сухой почвы; удельный вес - вес в граммах 1 см3 твердой массы почвы без пор; пористость – суммарный объем пор между частицами твердой фазы, выраженный отношением объема пор к объему почвы [3].

К физическим функциональным свойствам относятся:

- водные свойства почвы: влагоёмкость – способность почвы удерживать воду под действием сорбционных и капиллярных сил; водопроницаемость - способность почвы впитывать и пропускать воду; водоподъёмная способность – свойство почвы вызывать подъём влаги по капиллярам; испаряющая способность – способность почвы испарять влагу; гигроскопичность почвы – способность почвы поглощать из воздуха парообразную воду;

- воздушные свойства почвы: аэрация (газообмен) – процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным; воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух; воздухоёмкость – процентное содержание воздуха в почве;

- тепловые свойства почвы – теплопоглотительная способность – поглощение почвой лучистой энергии; теплоёмкость – свойство почвы поглощать тепло; теплопроводность – способность почвы проводить тепло.

Для оценки химических свойств почвы используется широкий набор показателей. Одним из необходимых видов исследований является химический анализ почвы на содержание в ней металлов, в том числе тяжелых (Cu, Fe, Co, Cr, Zn и др.), химических веществ (карбонатов, сульфатов, хлоридов) [2].

Другим, не менее важным показателем химического состояния почвы является количество в ней органического вещества, с содержанием которого тесно связаны такие показатели, как содержание азота, фосфора и калия. Азот является одним из наиболее значимых для роста и развития растений элемента. Он входит в состав белков, формирующих все ткани и органы растений. Особенно важен азот для формирования их надземной части - листьев и стеблей. Фосфор обеспечивает развитие подземных органов растений (корней, клубней, корнеплодов). Калий – наиболее важен на стадии цветения и плодоношения растений.

Среди выше названных показателей качества почвы нужно выделить кислотность почвы – одна из основных характеристик, определяющих протекание всех процессов в почве. Помимо мобилизации ионов тяжелых металлов и других загрязнителей, рН почвы определяет возможность произрастания разных видов растений. Известно, что на кислых почвах растения плохо усваивают элементы минерального питания.

После проведения почвенного анализа и сопоставления всех полученных результатов с предельно допустимыми концентрациями делается вывод об уровне загрязнения грунта.

1.1.2. Загрязнение почв выбросами предприятий цементной промышленности.

Предприятия по производству цемента отличаются выбросами как твердых, так и газообразных загрязняющих веществ в атмосферу. Ежегодно ими в окружающую среду выделяется более 27 млн. т пыли [9]. На их долю приходится 2/3 промышленных выбросов твердых веществ и 44% газообразных [8]. Цементная пыль воздействует на все компоненты природной среды. При этом наблюдается комбинированное загрязнение растений, слагающееся из непосредственного оседания аэрозолей и пыли на поверхность листьев и корневого усвоения твердых металлов, накопившихся в почве в течение продолжительного времени поступления загрязнений из атмосферы.

Исследования пыли цементных заводов показали высокое содержание в них свинца – 1800 мг/кг, цинка – 410 мг/кг, кадмия – 93 мг/кг и меди – 62 мг/кг [9]. Они сохраняются долгое время даже после завершения работы предприятий, являющихся источником загрязнения.

Серьезную опасность для состояния почвенно-растительного покрова, представляют физико-химические нарушения, связанные с загрязнением почв соединениями тяжелых металлов, входящими в состав цементной пыли Эти вещества, накапливаясь, способны существенно изменять свойства почв: снижать численность микроорганизмов, интенсивность микробиологических процессов, активность почвенных ферментов, кислотность среды, что приводит к снижению биохимической активности почвенных ферментов, замедляет процессы их самоочищения, и заканчивается частичной или полной утратой биопродуктивности [6].

В настоящее время контроль за состоянием земель в зонах техногенного воздействия цементных предприятий практически не ведется, ПДК для многих поллютантов в почвах не определены. Все это затрудняет определение уровня загрязнения почв, а также нормирование выбросов, приводящих к их загрязнению.

**1.2. Луга: состав, особенности, происхождение.**

Луг – это тип зональной и интразональной растительности, то есть характеризующийся преобладанием многолетних травянистых растений в условиях достаточного или избыточного увлажнения.

Состав лугов формируется из многолетних светолюбивых мезофитов.

Луга отличаются от других наземных фитоценозов: маломощностью растительного слоя; ежегодным разрушением надземной части травостоя при окончании вегетации; резко выраженной изменчивостью (сезонной и по годам) и быстрыми изменениями под воздействием выпаса, сенокошения и агротехнических мероприятий и др. особенностями [14].

Организация луговых фитоценозов – результат длительного процесса подбора видов растений, способных произрастать совместно в определенных условиях среды, включая воздействие человека. К основным признакам организации сообществ относятся состав и структура.

Анализ состава лугового ценоза предполагает рассмотрение флористического и экобиоморфного состав, численности и состава ценотических популяций. Поскольку луга распространены в разных природных зонах и в пределах различных флористических областей, наблюдается весьма большое видовое разнообразие травянистых растений, входящих в их состав. Флористический состав лугов зависит от следующих факторов: состава местной флоры и возможности поступления в фитоценоз зачатков видов этой флоры и, в меньшей степени, зачатков растений более отдаленных районов; условий произрастания; формы, длительности и интенсивности использования человеком; истории фитоценоза и его возраста.

Число видов трав, входящих в состав конкретных луговых фитоценозов, варьирует от 2-3 до нескольких десятков видов. Чаще на пробной площади в 100 м2 выявляется 25-40 видов травянистых растений [14]. Как правило, основными образователями травостоя являются злаковые и осоковые, луга с преобладанием разнотравья занимают сравнительно небольшие площади, обычно они представляют собой либо ранние стадии формирования луга, либо стадии деградации в результате выпаса, внесения повышенных доз органических удобрений, и т. д.

В зависимости от происхождения можно выделить три категории лугов: первичные, вторичные и сеяные.

Естественные или первичные луга, образовавшиеся без воздействия человека, могут формироваться во всех природных зонах там, где условия благоприятны для многолетних мезофильных травянистых растений и, где они успешно конкурируют с доминантами зональных типов растительности: мхами, лишайниками, кустарничками, кустарниками, деревьями, травянистыми ксерофитами, полукустарничками и пр., или там, где растения, свойственные зональной растительности, не могут произрастать.

В умеренной зоне наиболее широко распространены вторичные (производные) луга. В нашей стране вторичные луга распространены от тундровой до пустынной зон и наиболее широко представлены в лесной зоне.

Причинами происхождения луговых сообществ по данным профессора П.Л. Горчаковского являются: деятельность человека, связанная с истребление лесов в процессе лесозаготовок, расчистки лесосек и превращения их в сенокосы или пастбища; природный фактор, связанный с формированием растительности на открытых субстратах, при зарастании аллювиев под влиянием цикличных затоплений. Например, наиболее старые послелесные луга Среднего Урала имеют возраст более 400 лет. На вторичных лугах, где воздействие человека прекращается, происходит возврат к типу биогеоценоза, на месте которого был создан луг, т.е, если хозяйственное использование прекращается, то луга могут снова зарасти древесными растениями [3].

**1.3. Краткая характеристика хозяйственно-ботанических групп луговых трав.**

При определении урожайности луга (количество зеленой массы или сена, полученное с определенной площади и выраженное в центнерах свежей и сухой травы). Самый распространенный метод определения урожайности – это укосный метод. При изучении продуктивности и кормовых качеств травостоя луга все растения делят на 4 хозяйственно-ботанические группы, принятые в кормопроизводстве: 1) злаки; 2) бобовые; 3) осоки; 4) разнотравье, куда относятся все прочие двудольные растения. При этом отдельно учитывают ядовитые и вредные растения [12].

Наибольшую ценность имеют растения семейства бобовых. Их масса обладает большим содержанием белка и витаминов, охотно поедается скотом и хорошо усваивается. Второе место по питательности занимают злаки. Листья у злаков не крошатся, поэтому злаковое сено бывает ценнее разнотравного. Самым низким кормовым достоинством отличается большинство осок.

Злаки являются основой травостоя большинства лугов. Их преобладание в травостое лугов связаны с их уникальной способностью к активному побегообразованию, формированию большой листовой поверхности и вследствие этого активному использованию световой энергии;экономному использованию питательных веществ и к быстрому отрастанию после скашивания.

Бобовые в меньшей степени, чем злаки, характерны для луговых сообществ, так как эта группа более требовательна к условиям произрастания (не выносят переувлажнения, плохо растут на почвах бедных калием, фосфором, кальцием). Роль бобовых в луговых сообществах важна – они обогащают почву азотом. Клубеньковые бактерии, поселяющиеся на их корнях бобовых, могут фиксировать 200-300 кг/га азота в год [12]. Среди бобовых наиболее широко представлены клевер луговой, клевер средний, клевер ползучий, горошек мышиный и горошек заборный, чина луговая.

Осоковые менее требовательны к богатству почвы и могут расти на бедных и кислых почвах. Наибольшее распространение осоки имеют на влажных лугах (осока черная, осока лисья, осока мохнатая), но некоторые из них встречаются на суходольных лугах (осока ранняя, осока бледноватая, осока волосовидная).

Разнотравье – очень обширная и разнообразная по кормовым достоинствам группа. Она обеспечивает основной вклад в создание биоразнообразия луговых сообществ. Массовое развитие разнотравье получает на пастбищах, где преобладают виды, устойчивые к вытаптыванию и стравливанию. В местообитаниях, благоприятных для развития злаков, разнотравье является слабым конкурентом и встречается в виде примеси, куда входят растения разных систематических групп и жизненных форм.

**ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**2.1. Почвенно-климатические условия района исследования.**

В работе рассматриваются две территории, на которых разбиты ключевые площадки: участок №1 - суходольный луг в окрестностях п. Цементный Невьянского городского округа и участок №2 - луг в охранной зоне Висимского заповедника в окрестностях д. Большие Галашки Горноуральского городского округа – является контрольной территорией.

В Невьянске преобладает континентальный климат. Среднегодовая температура в городе Невьянск - +2.0 °C. Зимы холодные и продолжительные. Лето прохладное и короткое. Самый теплый месяц июль - средняя температура +18,30С градусов. Самый холодный месяц - январь - средняя температура -170С градусов. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 100С - 17440С. Средняя продолжительность безморозного периода – 115 дней.

В среднем в год выпадает около 556 мм осадков. Минимальное количество осадков выпадает в марте, в среднем 19 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в июль, в среднем 93 мм. Высота снежного покров 57 см, число дней с постоянным снежным покровом 166,7 дней.

Высота над уровнем моря 200-250 м Почвы на территории округа дерново-подзолистые [16].

Висимский заповедник расположен в низкогорной части Среднего Урала в умеренно-континентальной бореальной климатической зоне. Среднегодовая температура воздуха – +1°С, среднегодовое количество осадков – 603,2 мм (по данным МС Висим за 1976-2015 гг.). В восточной горной части заповедника климат более мягкий: возрастают влажность и мощность снегового покрова, ход суточных температур более плавный, безморозный период более продолжительный. Здесь выражены температурные инверсии, особенно значительные в зимний период при антициклональной погоде. В такие дни температура воздуха при подъёме на 100 м увеличивается на 2-4°С. В итоге наиболее теплообеспеченным оказывается пояс на высоте 450-550 м над уровнем моря.

Основным типом почв в горной части заповедника являются горные лесные кислые неоподзоленные каменистые, в равнинной части – дерново-подзолистые, Почвы лугов относятся к вторично одернованным бурым лесным [13].

**2.2. Рабочий план исследования.**

1) Подобрать ключевые участки с характерным типом лугов для исследования на территории охранной зоны Висимского заповедника (окрестности д. Большие Галашки) и в пригороде Невьянска и заложить пробные площадки.

2) Отобрать и проанализировать почвенные образцы с пробных площадок.

2) Составить флористические списки двух лугов и сравнить их по индексу Жаккара.

3) Определить урожайность и кормовую ценность лугов и сравнить их.

4) Провести таксономический и эколого-ценотический анализы видового состава растений исследуемых объектов.

5) Собрать и оформить гербарий луговых растений исследуемых территорий.

**2.3. Краткая характеристика объектов и сроки исследования.**

Пробная площадка № 1 (ПП1) площадью 100 м2, находится в 500 метрах на восток от ограждения цементного завода и в 300 м на запад от ограждения завода ЖБИ «Нейва» п. Вересковый. ПП1 принадлежит лугу, площадь которого около 12,5 га. Он находится в окрестностях п. Цементный, где основным предприятием является ЗАО «Невьянский цементник». Ежегодные вредные выбросы цементного завода в атмосферу составляют 5,3 тыс. т. что, в конечном счете, не может не влиять на видовой состав окружающих территорий, в том числе и луга №1, а также его продуктивность [15]. С севера и юга луг ограничен грунтовыми дорогами (рис. 1).

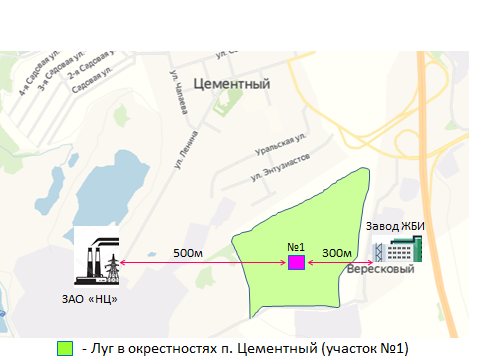
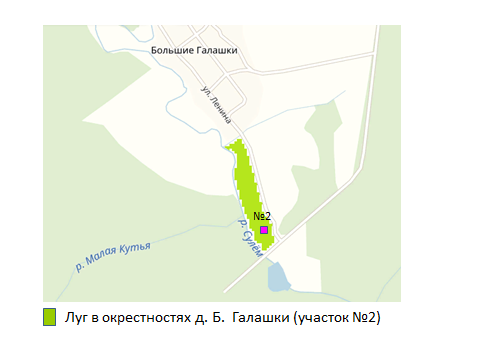


Рисунок 1. Расположение луга в окрестностях п. Цементный: пробная площадка №1

30 лет назад площадь занятая лугом использовалась для выращивания картофеля жителями близлежащих поселков. Затем поле было заброшено.

Для сравнения была выбрана территория в экологически чистом районе, в охранной зоне Висимского заповедника в окрестностях деревни Большие Галашки. Площадь луга №2 - 7,5 га. Он расположен на правом берегу реки Сулем (рис.2). С севера луг ограничен ручьем (правый приток Сулема), с востока – грунтовой дорогой, с юга – хвойным лесом, с запада – рекой Сулем. На лугу заложено пробная площадка 100 м2 (ПП2).

 Рисунок 2. Расположение луга в охранной зоне Висимского заповедника: пробная площадка №2

**а)**

Луг вторичного происхождения. Его появление связано с вырубкой лесов во время освоения территории. В дальнейшем, луг использовался под сенокос. В настоящее время никакой хозяйственной деятельности на территории луга не проводится.

Отбор почвенных образцов и изучение видового состава на ПП1 проводился с 10 по 15 июля; на ПП2 с 5 по 9 июля во время учебно-полевой экспедиции.

**2.4. Методики исследования.**

В данной работе использовались методы химического анализа почвы, взятой на исследуемых пробных площадках, а также методики определения урожайности и кормовой ценности, флористического состава биоценозов и видового сходства двух луговых сообществ.

Для проведения почвенных исследований использовались:

1) Метод «конверта» для отбора почвенных проб по Карпову Ю.А [5].

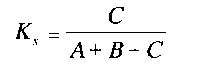
2) Методика для определения механического состава почвы «мокрым способом» по Качинскому Н.А. [2].

3) методики по определению физических свойств почвы: объемного веса и скважности почвы взяты в лабораторном практикуме Боме Н.А. [1]

4) Калориметрический и титриметрический методы для определения водородного показателя (рН) почвенной вытяжки, нитратов, сульфатов, фосфатов, карбонатов, хлоридов, меди, никеля, хрома взяты в руководстве по оценке экологического состояния почвы Муравьева А.Г. [7]

5) Флористический состав луга определяется с помощью атласа-определителя [4].

6) Определение флористического сходства проведено по индексу Жаккара, по формуле

, где

С - число видов, общих для двух сравниваемых группировок;

А - число видов в первой группировке;

В – число видов во второй группировке [11].

Индекс имеет значения от 0 до 100%. Нулевое значение показывает полное несовпадение списков в сравниваемых группировках; 100% означает их полное совпадение, чего практически не бывает. 65 - 80% - высокое сходство - может быть между участками, близкими по условиям; 50 - 64% - среднее сходство; 30 - 49% - умеренное сходство, 15 - 29% - низкое сходство, например между участками с разными условиями [11].

7) Методика определения урожайности и кормовой ценности луга.

Урожайность – это количество зеленой массы или сена, которое можно получить с определенной площади. Она выражается в центнерах свежей и сухой травы или же в кормовых единицах. Самый распространенный метод определения урожайности – это укосный весовой метод, суть которого заключается в следующем: На исследуемом лугу выбирается типичный участок размером 10х10 м, в котором по методу конверта определяются участки 1х1 м, травостой которых полностью срезается.

Срезанные растения с каждого участка разделяются на хозяйственно-ценные группы, высушиваются и взвешиваются [12].

Среди всех растений луга выделяют 4 хозяйственные группы, принятые в кормопроизводстве: 1) злаки; 2) бобовые; 3) осоки; 4) разнотравье, куда относятся все прочие двудольные растения. При этом отдельно учитывают ядовитые и вредные растения.

По преобладающей хозяйственной группе устанавливают кормовую ценность луга. Отличное качество – в травостое более 90% ценных и хорошо поедаемых трав, присутствие сорных растений до 1%; хорошее качество – в травостое до 65% ценных и хорошо поедаемых трав, единично бобовые, разнотравье – до 30%, присутствует до 5% сорных растений, единично встречаются вредные и ядовитые; удовлетворительное качество – травостой злаково-разнотравный, присутствуют сорные растения до 20%, вредные и ядовитые растения до 5%; неудовлетворительное качество – в основном все растение удовлетворительные и плохо поедаемые, свыше 10% вредных и ядовитых трав [12].

8) Методика сбора и оформления гербария взята в учебно-методическом пособии Тептиной А.Ю. [17].

**ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

**3.1. Результаты почвенных анализов.**

3.1.1. Механические свойства почвы.

Механический состав почвы определялся «мокрым» методом (по Качинскому). Результаты, представленные в таблице 1, показывают, что почвы на участках №1 и 2 – среднесуглинистые. Это свидетельствует об их сходстве по механическому составу. Такой состав характерен для большинства дерново-подзолистых почв нашего региона.

Таблица 1 - Диагностика механического состава почв «мокрым» методом

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № образца | Диагностические признаки | | | Название почвы по механическому составу |
| скатывание шнура | образование шнура | деформация шнура |
| 1 | скатывается шнур | сплошной шнур | Кольцо с трещинами и переломами | Средний суглинок |
| 2 | скатывается шнур | сплошной шнур | Кольцо с трещинами и переломами | Средний суглинок |

3.1.2. Физические свойства почвы.

Расчет объемного веса (табл. 2) показал, что в поселке плотность равна 1,1 г/см3, а на участке заповедника объемный вес равен 1,04 г/см3  почвы на участках имеют плотность в пределах 1,01 – 1,18 г/см3, что характерно для глинистых и суглинистых почв, плотность которых находится в диапазоне 1,0-1,3 г/см3 [1].

Таблица 2- Определение объемного веса почв на исследуемых участках

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Образец 1 (Цементный) | Образец 2(Заповедник) |
| Объем сосуда, см3 | 14,2 | 14,2 |
| Масса сосуда, г | 11,35 | 11,35 |
| Масса сосуда + почва, г. | 26,75 | 26,05 |
| Масса сухой почвы, г | 15,62 | 14,7 |
| Объемный вес почвы | 1,1 | 1,04 |

Проведенный анализ по определению порозности почвы показал (табл. 3), что в первом исследуемом образце порозность почвы равна 46,7%, а во втором образце - 60%. Это свидетельствует о том, что почва на участке

Таблица 3 - Определение порозности почвы на исследуемых участках.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Участки | Объем воды | Объем почвы | Общий объем | Порозность, % |
| №1 (Цементный) | 15 | 15 | 23 | 46,7% |
| №2 (Заповедник) | 15 | 15 | 21 | 60% |

п. Цементного более плотная и содержит меньше кислорода, чем почва на участке из заповедника.

3.1.3. Химический состав почвы.

Почва, взятая на участках с разной степенью антропогенного влияния, исследовалась на наличие нитрат-ионов, сульфат-ионов, фосфат-ионов, щелочности и карбонатов, хлорид-ионов, а также на соли тяжелых металлов: хрома, никеля, меди. Определялась кислотность по водородному показателю. Анализ почвенных образцов проводился с помощью тест-комплектов и тест-систем ЗАО «Крисмас+».

Проведенный анализ показал (таблица 4), что реакция почвенной вытяжки на участке №1 слабощелочная (рН=8,3), а на участке №2 нейтральная (рН=7,2). На ПП1 превышение ПДК отмечено по карбонатам и меди. Превышение ПДК по карбонатам в 2,5 раза связано с тем, что в окрестностях поселка добывают известняк и производят цемент. Господствующими ветрами в нашей местности являются ветра западного и юго-западного направлений, исследуемая территория находится на восток от цементного завода. Таким образом, выбросы предприятия легко могут выпадать на ПП1.

Таблица 4 -Содержание химических веществ в почвах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Химические вещества | №1 (Цементный) | №2 К (Заповедник) | ПДК\* | Вывод |
| рН | 8,3 | 7,2 | 6-9 | Не превыш. |
| NO3- (мг/кг) | 20 | 50 | 130 | Не превыш. |
| SO42- (мг/кг) | 88,3 | 30,72 | 100 | Не превыш. |
| PO43- (мг/кг) | 0 | 0 | 0,2 | Не превыш. |
| Карбонаты | 25,25 | 5 | 10 | Превыш. |
| Никель | 0 | 0 | 4 | Не превыш. |
| Медь | 5 | 5 | 3 | Превыш. |
| Хромат | 0 | 0 | 0,05 | Не превыш. |
| Хлориды | 0 | 0 | 360 | Не превыш. |

\* ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

Присутствие карбонатов в почве также оказывает прямое влияние на водородный показатель почвенной вытяжки, смещая его на ПП1 в сторону щелочной реакции (8,3).

Превышение ПДК по содержанию нитратов в почве исследуемых участков не обнаружено, но в почве ПП1 нитратов содержится в 2,5 раз меньше, чем на ПП2, что может сказаться на снижении урожайность зеленой массы на этом участке. Известно, что нитраты являются жизненно важными веществами минерального питания растений, и при их недостатке задерживается рост их листового аппарата и корневой системы. Превышение ПДК этих веществ в почве приводит к угнетению растений, задержке их роста и развития, вплоть до полной остановки.

Превышение ПДК по содержанию сульфатов в исследуемых образцах почвы не отмечено, но в почве ПП1 их количество в 2,9 раза выше, чем в почве ПП2, что также может быть связано с газопылевыми выбросам цементного завода, в состав которых входят эти соединения серы.

Содержание в исследуемых почвах соединений никеля, хрома и фосфора не обнаружено.

На ПП2 предельно допустимая концентрация превышена только по содержанию меди. Такое же количество меди обнаружено и ПП1. Скорее всего, высокое содержание меди связано с ее повышенным общим фонов в почвах нашего региона, так как они богаты минералами, содержащими медь (медный колчедан, малахит и пр.).

**3.2. Таксономический анализ состава луговых сообществ.**

Исследование флористического состава луговых сообществ проходило с 5 по 15 июля. В ходе работы на двух пробных площадках было выявлено 79 видов растений: бедренец камнеломковый (Pimpinella saxifraga L.), бодяк разнолистный (Cirsium heterophyllum L.), бодяк полевой (Cirsium arvense L.), будра плющевидная (Glechоma hederаcea L.), василек луговой (Centaurеa jacеa L.), василистник малый (Thalíctrum mínus L.), василистник простой (Thalictrum simplex L.), вейник наземный (Calamagrоstis epigеjos L.), вероника дубравная (Veronica chamaedrys L.), володушка золотистая (Bupleurum aureum L.), герань лесная (Geranium sylvaticum L.), горец альпийский (Polygonum alpinum L.), горец змеиный (Polygonum bistorta L.), горицвет кукушкин (Coccyganthe flos-cuculi L.), горошек заборный (Vicia sepium L.), горошек мышиный (Vicia cracca L.), гравилат речной (Geum rivale L.), девясил иволистный (Inula salicina L.), донник белый (Melilotus albus L.), дрема белая (Silеne latifоlia L.), дудник лесной (Angеlica sylvеstris L.), ежа сборная (Dactylis glomerata L.), звездчатка злаковая (Stellaria graminea L.), зверобой пятнистый (Hypericum maculatum L.) земляника лесная (Fragaria vesca L.), иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium L.), клевер белый (Trifоlium repens L.), клевер луговой (Trifоlium pratense L.), клевер средний (Trifolium medium L.), колокольчик скученный (Campanula glomerata L.), короставник полевой (Knautia arvensis L.), кострец безостый (Bromus inermis L.), крапива двудомная (Urtica dioica L.), кровохлебка лекарственная (Sanguisоrba officinаlis L.), купальница европейская (Trollius europaeus L.), купырь лесной (Anthriscus sylvestris L.), лапчатка гусиная (Potentilla anserina L.), лапчатка серебряная (Potentilla argentea L.), лисохвост луговой (Alopecurus pratense L.), луговик дернистый (Deschampsia cespitosa L.), льнянка обыкновенная (Linaria vulgaris L.), лютик едкий (Ranunculus acris L.), люцерна хмелевидная (Medicаgo lupulína) манжетка обыкновенная (Alchemilla vulgaris) L., мелколепестник (Erígeron аnnuus L.), мятлик луговой (Poa pratensis L.), незабудка болотная (Myosоtis scorpioídes L.), незабудка полевая (Myosotis arvensis L.), нивяник обыкновенный (Leucanthemum vulgare L.), овсяница красная (Festuca rubra L.), овсяница луговая (Festuca pratensis L.), одуванчик обыкновенный (Taraxacum officinale L.), осока бледнеющая (Carex pallescens L.), очиток трехлистный (Hylotelephium triphyllum L.), пастернак обыкновенный (Pastinаca sativa L.), пижма обыкновенная (Tanacetum vulgare L.), пикульник двунадрезанный (Galeopsis bifida L.), пикульник красивый (Galeopsis speciosa), подмаренник мягкий (Gаlium mollugo L.), подмаренник северный (Galium boreale L.), подорожник большой (Plantаgo mаjor L.), подорожник ланцетовидный (Plantаgo lanceolаta L.), подорожник средний (Plantago media L.), полынь горькая (Artemisia absinthium L.), полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris L.), пырей ползучий (Agropyrum repens L.), реброплодник уральский (Pleurospermum uralense L.), синюха лазоревая (Polemonium caeruleum L.), сныть обыкновенная (Aegopоdium podagrаria L.), таволга вязолистная (Filipеndula ulmаria L.), тимофеевка луговая (Phleum pratense L.), тмин обыкновенный (Carum carvi L.), тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium L.), фиалка трехцветная (Viola tricolor L.), черноголовка обыкновенная (Prunella vulgaris L.), чина луговая (Lathyrus pratensis L.), щавель конский (Rúmex confеrtus L.), щавель малый (Rumex acetosеlla L.), щавель обыкновенный (Rumex acetosa L)

На основании выявленных видов был проведен таксономический анализ. Распределение растений по таксонам представлено в таблице 5 (Приложение А), данные которой говорят, что класс Однодольные (Liliopsida) включает 11 видов (14%) относящихся к 10 родам и двум семействам: Мятликовые (Poaceae) – 9 родов, 10 видов, Осоковые (Cyperaceae) – 1 вид. Класс Двудольные (Magnoliopsida) включает 68 видов (86%) вид растений, относящихся к 53 родам и 21 семейству.

Распределение видов растений по семействам представлено в диаграмме (рис. 3).

Рисунок 3. Распределение луговых растений по семействам.

Самыми многочисленными являются шесть семейств: семейство Астровые (Asteraceae) – 11 видов, Мятликовые (Poaceae) – 10, Зонтичные (Apiaceae) – 8, Бобовые (Fabaceae) – включает 7 видов, Розовые (Rosales) –7, Гречишные (Polygonaceae) -5 видов. На долю этих семейств приходится 60,8% от общего числа видов растений. Остальные 17 семейств малочисленные, включают 1-4 вида.

Для сравнения видового состава двух лугов рассчитывался коэффициент Жаккара. Из данных таблицы 6 видно, что общих видов на двух лугах произрастает 28. В сообществе луга в окрестностях п. Цементного насчитывается 42 видов, в другом сообществе - 65 видов. Используя формулу, получаем, что коэффициент сходства двух сообществ равен 35,4%, это говорит

Кж = С = 28 х 100% = 35,4%

А+В – С 42+65 – 28

об умеренном сходстве сравниваемых сообществ.

Анализируя обилие видов по семействам можно отметить, что на лугу № 1 произрастает 13 семейств – это 57% от общего числа семейств, на участке №2 – 22 семейства (96%), 12 семейств произрастают одновременно на двух участках.

Таблица 6 - Распределение семейств и видов растений по участкам.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Семейства | Участок 1 (Цементный) | Участок 2 (Заповедник) |
| Астровые | 10 | 7 |
| Бобовые | 6 | 7 |
| Бурачниковые | 0 | 2 |
| Ворсянковые | 0 | 1 |
| Гвоздичные | 3 | 2 |
| Гераниевые | 0 | 1 |
| Гречишные | 2 | 5 |
| Зверобойные | 0 | 1 |
| Зонтичные | 3 | 7 |
| Кипрейные | 0 | 1 |
| Колокольчиковые | 1 | 0 |
| Крапивные | 1 | 1 |
| Лютиковые | 0 | 4 |
| Мареновые | 1 | 2 |
| Мятликовые | 5 | 10 |
| Норичниковые | 1 | 2 |
| Осоковые | 0 | 1 |
| Подорожниковые | 2 | 2 |
| Розовые | 5 | 3 |
| Синюховые | 0 | 1 |
| Толстянковые | 0 | 1 |
| Фиалковые | 0 | 1 |
| Яснотковые | 2 | 3 |
|  | 13/42 | 22/65 |

**3.3. Анализ урожайности и кормовой ценности лугов.**

Урожайность лугов определялась укосным методом. На каждой пробной площадке по диагонали закладывались 5 квадратов площадью 1м2 каждый. Всего на двух лугах было заложено 10 квадратов.

Травостой с каждого квадрата полностью срезался, распределялся на хозяйственно-ценные группы: злаки, бобовые, осоки, разнотравье; затем каждая группа по отдельности высушивалась и взвешивалась. Одновременно выделялась ядовитые и вредные виды.

Средняя урожайность сена луга №1 составила 17,1 ± 0,951 ц/га, луга №2 –30,4±0,716 ц/га. Таким образом, урожайность сена на лугу №1 на 44% ниже, чем на лугу №2 в охранной зоне заповедника (рис. 4). Расчет погрешности урожайности сена проводился методом математической статистики (прил. Б)

Рисунок 4. Соотношение средней урожайности сена лугов во время исследования.

Высокий урожай сена в охранной зоне Висимского заповедника обеспечили такие крупные виды разнотравья, как дудник лесной и горец альпийский, реброплодник уральский, отсутствующие среди разнотравья луга №1.

Распределение растений на лугу №1 по хозяйственно-ботаническим группам представлено на рисунке 5, где видно, что на первом месте по процентному содержанию на этом лугу находятся злаки. Их количество превышает количество злаков на лугу №2 (рис. 6) на 30%.

Рисунок 5. Соотношение основных групп растений на лугу №1

Рисунок 6. Соотношение основных групп растений на лугу №2

На втором месте по воздушно-сухой массе на лугу №1 находятся разнотравье (41%), что на 15% ниже, чем на лугу №2. На третьем месте по сухой массе на лугу №1 находятся бобовые травы, что также на 15% ниже, чем на лугу №2. Группа осоки среди хозяйственно-ценных растений отсутствует, так как осока бледнеющая встречалась единично на отдельных участках. Таким образом, по преобладающим группам луг №1 является злаково-разнотравным, луг №2 - разнотравно-бобовым.

Среди ядовитых растений на лугах отмечены пять видов (8,3 %) от их общего числа: полынь горькая, полынь серебристая, лютик едкий, купальница европейская, василисник простой. На лугу №1 встречается первые 2 вида, на лугу №2 все 5 видов. В массе сухого вещества доля ядовитых растений несущественна. Они встречаются единично, но их присутствие также снижает кормовую ценность луга.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Изучив литературу по проблеме исследования, выяснили, что под действием токсикантов происходит изменение химического, физического и биологического состояния почвы. Для определения этих показателей используется физико-химический метод анализа почвы. Данные проведенных анализов могут быть использованы для мониторинга состояния окружающей среды.

Цементная пыль воздействует на все компоненты окружающей среды: воздух, вода, почва, сообщества живых организмов. Серьезную опасность для состояния почвенно-растительного покрова, представляют физико-химические нарушения, связанные с загрязнением почв соединениями тяжелых металлов, входящими в состав цементной пыли.

Луг – это фитоценоз, характеризующийся преобладанием многолетних травянистых растений. От других сообществ луга отличаются быстрыми изменениями под влиянием деятельности человека. На воздействие антропогенного фактора луговые фитоценозы реагируют изменением флористического состава, снижением урожайности и кормовой ценности.

Для исследования влияния цементного производства были выбраны два луговых сообщества: первое – в зоне ближайшего расположения к цементному заводу, второе – для сравнения – в экологически чистом регионе – в охранной зоне Висимского заповедника.

На пробных площадках лугов были отобраны почвенные пробы, анализ которых показал, что по механическому составу и физическим свойствам почвы двух участков сходны, по химическому составу почвы в окрестностях завода имеют слабощелочную реакцию, повышенное содержание сульфатов, в отличие от почвы заповедника, а по содержанию карбонатов превышают предельно допустимую концентрацию.

Исследования видового многообразия луговых сообществ позволило выявить 79 видов луговых растений. Количество общих видов растений двух участков составляет 42 вида - на участке №1 и 66 – на участке №2. Коэффициент Жаккара двух сообществ равен 35,4%,что говорит об их умеренном сходстве.

При определении урожайности двух лугов выяснилось, что урожайность луга в охранной зоне заповедника выше на 44%, чем на лугу в окрестностях завода. По кормовому значению луг №2 является более ценным, так как по составу хозяйственно-биологических групп луг №1 является злаково-разнотравным, а луг №2 – разнотравно-бобовым.

В ходе исследования собран гербарий луговых растений из 73 видов.

Выдвинутая гипотеза подтвердилась частично. Пылевые выбросы повлияли лишь на химические свойства почвы, что и привело к сокращению видового состава, урожайности, и кормовой ценности лугового сообщества.

Считаю, что с задачами справилась и цели достигла.

Работу по мониторингу состояния растительного покрова вблизи цементного завода необходимо продолжить, так как в настоящее время контроль за состоянием почвы в зонах техногенного воздействия цементных предприятий не ведется, а для того, чтобы вовремя принять меры по предотвращению деградации почвы и растительности это делать необходимо.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Боме, Н.А. Почвоведение (Краткий курс: лабораторный практикум): учебное пособие. / Н.А. Боме, В.Л. Рябикова / Тюмень. Издательство Тюменского ГУ, 2012, 206 с.
2. Воробьева, Л. А. и др. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. /Л.А. Воробьева, Д.В. Ладонин, О.В. Лопухина, Т.А. Рудакова, А.В. Кирюшин / М: МГУ, 2011, 186 с.
3. Горчаковский, П.Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов. / П.Л. Горчаковский - Екатеринбург: Издательство «ЕкатеринбурГ», 1999. – 156 с.
4. Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России: В 3 т. Т.3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. - Москва : Т-во науч. изд. КМК : Ин-т технолог. исслед., 2004. - 519 с.
5. Карпов, Ю.А. Методы пробоотбора и пробоподготовки: учебное пособие 3-е издание./ Ю.А Карпов, А.П. Савостин - М.: Лаборатория знаний, 2015. 246 с.
6. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / С. И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д:СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.
7. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния почвы / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева /- СПб.: «Крисмас+», 2011, – 264с.
8. Зубченок, М.П. Современные направления технических решений при проектировании пылеулавливающих систем цементного производства / М.П. Зубченок, Н.С. Филиппова // Экологические проблемы технологии цементного производства. – М.,1990. – Вып.102. – С.3-11.
9. Казакова, H.A. Особенности распределения тяжелых металлов в зоне влияния цементного производства / H.A. Казакова, H.A. Ильина // В мире научных открытий. - 2010. - № 4 (10). - Ч. 10. - С. 60-61. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15507974> (11.09.2019)
10. Лебедева, М.И. Экология: учебное пособие. [Электронный ресурс] /Лебедева М. И., Анкудимова И. А./ Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 80 с. URL: <https://studfile.net/preview/1093901/> (05.09.2019)
11. Мельникова, Н.А. Ботаника (летняя учебная практика): учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] / Н.А. Мельникова – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – 159 с. URL: <http://www.ssaa.ru/svedeniya/education/2018/35.03.05/metod_35.03.05_Sadovodstvo.pdf> (05.07.2019)
12. Мустафаев, Б.А. Практикум по основам луговодства: учебно-методическое пособие по проведению лабораторно-практических занятий. [Электронный ресурс] / Б.А. Мустафаев -/ textarchive /Павлодар, 2007. – 240 с. . URL: <http://textarchive.ru/c-2835120-pall.html> (05.07.2019)
13. Туркова В.Г. Природа Висимского заповедника. Рельеф, воды, горные породы, климат, почвы. [Электронный ресурс] / Туркова В.Г. – Электрон. Дан. – Официальный сайт Висимский заповедник – URL: <http://visimskiy.ru/O_zapovednike> (05.07.2019)
14. Оценка состояния растительности: луга и тундры : [учеб.- метод. пособие] / Т. А. Радченко, Л. М. Морозова, Д. В. Веселкин, Ю. С. Федоров ; [науч. ред. Г. И. Махонина] ; М-во образования и науки РФ, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 86 с. URL: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/44105/1/978-5-7996-1897-1_2016.pdf> (03.08.2019)
15. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Свердловской области в 2018 году» [Электронный ресурс] Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области – URL: <http://mprso.midural.ru/article/show/id/1126> (03.08.2019)
16. Природные ресурсы. [Электронный ресурс] Официальный сайт правительства Свердловской области – URL: <http://www.midural.ru/> (03.08.2019)
17. Ботанические коллекции и техника гербаризации растений, грибов и водорослей : учебно-методическое пособие / [сост. А. Ю. Тептина, А. Г. Пауков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013. — 100 с. [Электронный ресурс] Электронный научный архив УрФУ – URL: <http://hdl.handle.net/10995/36033> (23.06.2019)

Приложение А.

Таблица 5 - Таксономический состав растений суходольных лугов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс | Порядок | Семейство | Род | Вид (латин. язык) | Вид |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Двудольные (Magnoliopsida) | Астроцветные (Asterales) | Астровые (Asteraceae) | Бодяк Cirsium | Círsium heterophýllum | Бодяк разнолистный |
| Cirsium arvense | Бодяк полевой |
| Василек Centaurеa | Centaurеa jacеa | Василек луговой |
| Девясил Inula | Inula salicina | Девясил иволистный |
| Мелколепестник Erígeron | Erígeron ánnuus | Мелколепестник однолетний |
| Нивяник Leucanthemum | Leucanthemum vulgare | Нивяник обыкновенный |
| Одуванчик Taraxacum | Taraxacum officinale | Одуванчик обыкновенный |
| Пижма Tanacetum | Tanacetum vulgare | Пижма обыкновенная |
| Полынь Artemisia | Artemisia absinthium | Полынь горькая |
| Artemisia vulgaris | Полынь обыкновенная |
| Тысячелистник Achillea | Achillea millefolium | Тысячелистник обыкновенный |
| Бобовоцветные  (Fabales) | Бобовые (Fabaceae) | Горошек Vicia | Vicia sepium | Горошек заборный |
| Vicia cracca | Горошек мышиный |
| Донник Melilotus | Melilotus albus | Донник белый |
| Клевер Trifólium | Trifólium repens | Клевер белый |
| Trifólium pratense | Клевер луговой |
| Trifolium medium | Клевер средний |
| Чина Lathyrus | Lathyrus pratensis | Чина луговая |
| Бурачникоцветные (Boraginales) | Бурачниковые (Boraginaceae) | Незабудка Myosotis | Myosоtis scorpioídes | Незабудка болотная |
| Myosotis arvensis | Незабудка полевая |
| Dipsacales | Ворсянковые (Dipsacaceae) | Короставник Knautia | Knautia arvensis | Короставник полевой |
| Гвоздикоцветные (Caryophyllales) | Гвоздичные (Caryophyllaceae) | Горицвет Coronaria | Coccyganthe flos-cuculi | Горицвет кукушкин |
| Звездчатка Stellaria | Stellaria graminea | Звездчатка злаковая |
| Дрема Melandrium | Melandrium album | Дрема белая |
| Гераниецветные  (Geraniales) | Гераниевые (Geraniaceae) | Герань Geranium | Geranium sylvaticum | Герань лесная |
| Гречишные (Polygonales) | Гречишные (Polygonaceae) | Горец Polygonum | Polygonum alpinum | Горец альпийский |
| Polygonum bistorta | Горец змеиный |
| Щавель Rumex | Rumex acetosa | Щавель обыкновенный |
| Rúmex acetosélla | Щавель малый |
|  | Rúmex confértus | Щавель конский |
|  | Зверобоецветные (Hypericales) | Зверобойные (Hypericaceae) | Зверобой Hypericum | Hypericum maculatum | Зверобой пятнистый |
| Аралиецветные (Araliales) | Зонтичные (Apiaceae) | Бедренец Pimpinella | Pimpinella saxifraga | Бедренец камнеломковый |
| Володушка Bupleurum | Bupleurum aureum | Володушка золотистая |
| Дудник Angelica | Angelica sylvestris | Дудник лесной |
| Купырь Anthriscus | Anthriscus sylvestris | Купырь лесной |
| Пастернак Pastináca | Pastináca sátiva | Пастернак обыкновенный |
| Реброплодник Pleurospermum | Pleurospermum uralense | Реброплодник уральский |
| Сныть Aegopódium | Aegopódium podagrária | Сныть обыкновенная |
| Тмин Carum | Carum carvi | Тмин обыкновенный |
| Миртоцветные (Myrtales) | Кипрейные (Onagraceae) | Иван-чай Chamaenerion | Chamaenerion angustifolium | Иван-чай узколистный |
| Колокольчикоцветные (Campanulales) | Колокольчиковые (Campanulaceae) | Колокольчик Campanula | Campanula glomerata | Колокольчик скученный |
| Крапивоцветные (Urticales) | Крапивные (Urticaceae) | Крапива Urtica | Urtica dioica | Крапива двудомная |
| Лютикоцветные (Ranunculales) | Лютиковые (Ranunculaceae) | Василистник Thalictrum | Thalictrum simplex | Василистник простой |
| Thalictrum mínus | Василистник малый |
| Купальница Trollius | Trollius europaeus | Купальница европейская |
| Лютик Ranunculus | Ranunculus acris | Лютик едкий |
| Мареноцветные (Rubiales) | Мареновые (Rubiaceae) | Подмаренник Galium | Gаlium album | Подмаренник белый |
| Gаlium mollúgo | Подмаренник мягкий |
| Galium boreale | Подмаренник северный |
| Норичникоцветные (Scrophulariales) | Норичниковые (Scrophulariaceae) | Вероника Veronica | Veronica chamaedrys | Вероника дубравная |
| Льнянка Linaria | Linaria vulgaris | Льнянка обыкновенная |
| Подорожниковые (Plantaginaceae) | Подорожник Plantago | Plantágo májor | Подорожник большой |
| Plantágo lanceoláta | Подорожник ланцетовидный |
| Plantago media | Подорожник средний |
| Розоцветные  (Rosales) | Розовые (Rosaceae) | Гравилат Geum | Geum rivale | Гравилат речной |
| Земляника Fragaria | Fragaria vesca | Земляника лесная |
| Кровохлебка Sanguisórba | Sanguisórba officinális | Кровохлебка лекарственная |
| Лапчатка Potentilla | Potentilla anserina | Лапчатка гусиная |
| Potentilla argentea | Лапчатка серебряная |
| Манжетка Alchemilla | Alchemilla vulgaris | Манжетка обыкновенная |
| Таволга Filipéndula | Filipéndula ulmária | Таволга вязолистная |
| Синюховые (Polemoniales) | Синюховые (Polemoniaceae) | Синюха Polemonium | Polemonium caeruleum | Синюха лазоревая |
| Камнеломковые (Saxifragales) | Толстянковые (Crassulaceae) | Очиток Hylotelephium | Hylotelephium triphyllum | Очиток трехлистный |
| Фиалкоцветные (Violales) | Фиалковые (Violaceae) | Фиалка Viola | Viola tricolor | Фиалка трехцветная |
| Ясноткоцветные (Lamiales) | Яснотковые Lamiaceae | Будра Glechóma | Glechóma hederácea | Будра плющевидная |
| Galeopsis Galeopsis | Galeopsis bifida | Пикульник двунадрезанный |
|  | Пикульник красивый |
| Черноголовка Prunella | Prunella vulgaris | Черноголовка обыкновенная |
| Однодольные Liliopsida | Мятликоцветные (Poales) | Мятликовые Poaceae | Вейник Calamagróstis | Calamagróstis epigéjos | Вейник наземный |
| Ежа Dactylis | Dactylis glomerata | Ежа сборная |
| Кострец Bromus | Bromus inermis | Кострец безостый |
| Лисохвост Alopecurus | Alopecurus pratense | Лисохвост луговой |
| Луговик Deschampsia | Deschampsia cespitosa | Луговик дернистый |
| Мятлик Poa | Poa pratensis | Мятлик луговой |
| Овсяница Festuca | Festuca rubra | Овсяница красная |
| Festuca pratensis | Овсяница луговая |
| Пырей Agropyrum | Agropyrum repens | Пырей ползучий |
| Тимофеевка Phleum | Phleum pratense | Тимофеевка луговая |
| Осокоцветные (Cyperales) | Осоковые Cyperaceae | Осока Carex | Carex pallescens | Осока бледнеющая |

Приложение Б. Статистическая обработка результатов

Таблица 7 – Расчет средней урожайности луга №1 в окрестностях цементного завода (п. Цементный)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| варианты | злаки | бобовые | разнотравье | Урожайность кг/м2 | Хср | Х-Хср | (Х-Хср)² |
| 1 | 0,028 | 0,046 | 0,084 | 0,158 | 0,1708 | 0,012833 | 0,00016 |
| 2 | 0,014 | 0,046 | 0,114 | 0,174 | 0,1708 | 0,003167 | 0,00001 |
| 3 | 0,068 | 0,022 | 0,09 | 0,18 | 0,1708 | 0,009167 | 0,00008 |
| 4 | 0,022 | 0,034 | 0,077 | 0,133 | 0,1708 | 0,037833 | 0,00143 |
| 5 | 0,048 | 0,052 | 0,102 | 0,202 | 0,1708 | 0,031167 | 0,00097 |
| 6 | 0,03 | 0,044 | 0,104 | 0,178 | 0,1708 | 0,007167 | 0,00005 |
|  |  |  |  | 0,1708 |  | Σ(Х-Хср)² | 0,00271 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0,00054 |
|  |  |  |  |  |  | σ | 0,02329 |
|  |  |  |  |  |  | 3σ | 0,06988 |
|  |  |  |  |  |  | √6 | 2,44949 |
|  |  |  |  |  |  | mср | 0,00951 |

Таблица 8 – Расчет средней урожайности луга №2 в охранной зоне заповедника (д. Большие Галашки)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| варианты | злаки | бобовые | разнотравье | Урожайность кг/м2 | Хср | Х-Хср | (Х-Хср)² |
| 1 | 0,186 | 0,086 | 0,054 | 0,326 | 0,304 | -0,022 | 0,00048 |
| 2 | 0,164 | 0,094 | 0,04 | 0,298 | 0,304 | 0,006 | 0,00004 |
| 3 | 0,172 | 0,084 | 0,064 | 0,320 | 0,304 | -0,016 | 0,00026 |
| 4 | 0,180 | 0,054 | 0,05 | 0,284 | 0,304 | 0,020 | 0,00040 |
| 5 | 0,162 | 0,080 | 0,068 | 0,310 | 0,304 | -0,006 | 0,00004 |
| 6 | 0,170 | 0,044 | 0,072 | 0,286 | 0,304 | 0,018 | 0,00032 |
|  |  |  |  | 0,3040 |  | Σ(Х-Хср)² | 0,00154 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0,00031 |
|  |  |  |  |  |  | σ | 0,01753 |
|  |  |  |  |  |  | 3σ | 0,05258 |
|  |  |  |  |  |  | √6 | 2,44949 |
|  |  |  |  |  |  | mср | 0,00716 |