

Конкурс проектно-исследовательских работ «Грани науки»

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ:

**«ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ПАРКА
ПОБЕДЫ Г. СТАВРОПОЛЯ ПО ДАННЫМ БИОИНДИКАЦИИ И
БИОТЕСТИВРОВАНИЯ»**

Автор работы: Долгополова Алина Денисовна , 10 класс
8-903-413-41-86, dolgopolova.lili@yandex.r

Место выполнения работы: МАУ ДО «Ставропольский
Дворец детского творчества»

Научный руководитель: Лысенко Изольда Олеговна,
д.б.н., доцент, педагог дополнительного образования
МАУ ДО «Ставропольский Дворец детского творчества»

Ставрополь, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Анализ литературных источников	3
2. Материалы и методы исследований	4
3. Результаты и объяснения исследований. Оценка рекреационной нагрузки на различные функциональные зоны леса «Кругленький» в г.Ставрополе	7
3.1. 1. Оценка деградации окружающей среды на уровне экосистемы	7
3.2. Биотестирование водных вытяжек почв на проростках редиса и кресс-салата	9
Выводы	10
Литература	11

ВВЕДЕНИЕ

Парк Победы находится в Круглом лесу, расположенном в Промышленном районе. На юго-востоке лес ограничивает улица Доваторцев, на юго-западе — Шпаковская, на западе он смыкается с Ботаническим садом, на северо-востоке лес пересекает объездная дорога.

К сожалению, природная растительность в Парке Победы сильно нарушена человеком. Темпы исчезновения видов угрожающе ускоряются, и их уничтожение — это потеря нашего бесценного природного наследия. Данное положение обусловило актуальность темы исследования.

Цель настоящей работы – произвести оценку экологического состояния экосистемы Парка Победы г. Ставрополя по данным биоиндикации и биотестирования.

Для решения поставленной цели нами были сформулированы следующие задачи:

- составить эколого-географическую характеристику г. Ставрополя;
 - выявить основные типы антропогенного воздействия на экосистемы г. Ставрополя;
 - изучить современное состояние озеленения г. Ставрополя;
 - описать экосистему и функциональную значимость Парка Победы г. Ставрополя;
 - провести оценку состояния экосистемы Парка Победы методами биоиндикации и биотестирования.
- формулировка выводов.

Научная новизна: с каждым годом усиливается антропогенный пресс на городские экосистемы, в связи с этим ежегодное проведение их биологического мониторинга будет отличаться от предыдущего.

Практическая значимость работы. полученные территориальные данные служат сигналом для проведения более детальных исследований (химическими и физическими методами) изучаемой экологической системы Парка Победы и возможного привлечения внимания к решению возникших на его территории экологических проблем.

1. Анализ литературных источников

Города, как промышленные центры, характеризующиеся высокой концентрацией производства и населения, оказывают постоянно усиливающееся многостороннее воздействие на окружающую среду и здоровье населения. В настоящее время имеется большой арсенал методов для выявления различных неблагоприятных воздействий на состояние окружающей среды. Существующая система контроля качества среды базируется на данных по физико-химическому анализу объектов окружающей среды, по состоянию биоразнообразия и других.

Экологический мониторинг - это система повторных наблюдений за элементами окружающей среды в пространстве и во времени с определенными целями и в соответствии с определенными обстоятельствами (согласно определению секретариата комиссии ЮНЕП) (Ашихмина Т.Я., 1999).

В последние 5-10 лет особое внимание уделяется методам биологического мониторинга, которые основаны на использовании живых организмов, особенно чувствительных к конкретным химическим веществам. Использование методов биомониторинга не требует больших экономических затрат (дорогостоящей аппаратуры, больших лабораторий и т.д.), а также позволяет оценить качество среды в случаях, когда количественное содержание загрязнителя может быть определено каким-либо методом, но отсутствуют сведения о биологической активности загрязнителя (Арустамов Э. А., 2000).

Биомониторинг является составной частью экологического мониторинга и включает в себя следующие подсистемы: биотестирование, биоиндикацию и биоаккумуляцию.

Биотестирование и биоиндикация - это два схожих исследовательских приема, в которых о качестве среды, о факторах, воздействующих на эту среду, судят по выживаемости, продуктивности, поведению, а также по различным физико-биологическим параметрам живых организмов. Биотестирование подразумевает использование живых организмов, специально помещаемых в данную среду (тест-объекты), а биоиндикация - живых организмов, естественным образом обитающих в данной среде (Биоиндикация и биомониторинг..., 1991).

2. Материалы и методы исследований

Описание района наблюдений. Парк Победы находится в Круглом лесу, расположенном в Промышленном районе.

На юго-востоке лес ограничивает улица Доваторцев, на юго-западе — Шпаковская, на западе он смыкается с Ботаническим садом, на северо-востоке лес пересекает объездная дорога.

Площадь леса 246 га. 13 апреля 1973 года Парку Победы распоряжением Совмина РСФСР передано 215 га леса, оставшаяся часть леса отошла к Ботаническому саду и к конно-спортивной школе. Занимают 16,3 % — нелесные площади; 5 % — дороги, площадки, строения. Лесопокрытая площадь — 184,06 га.

Название «Парк Победы» дано в 1979 году. Это естественный лес на плакоре на серых лесных и темно-серых лесных слитых почвах.

Семь лесообразующих пород: дуб занимает 62,3 %, граб — 15,7 %, ясень — 19,8 %. Есть маленький выдел с преобладанием клена. Искусственные насаждения: тополь, акация

белая, ильм — 0,14 %. Средний возраст насаждений 65 лет. Протяженность Круглого леса 9 км.

Сроки работы. Экспериментальная часть настоящего исследования проведена в 2018-2019 гг. в лаборатории экологического мониторинга кафедры экологии и ландшафтного строительства Ставропольского государственного аграрного университета.

Объектами настоящего исследования явились почвы Парка Победы, испытывающие на себе различное по интенсивности рекреационное, автотранспортное и промышленное воздействие, а в качестве предмета исследования – растительность (травянистая и древесная), редис (*Raphanus sativus*) сорт «Политез» и кресс-салат (*Lepidium sativum*) сорт «Ажур».

Методы. При использовании методики биоиндикационных исследований на уровне экосистем, предложенной А.М. Степановым (1991), большое внимание должно быть уделено подбору идентичных пробных площадей, что обеспечивает корректное сравнение полученных результатов.

Прежде всего, необходимо обращать внимание на положение пробной площадки в рельефе (нижние, средние, верхние части склонов), учитывать уклон и экспозицию склонов. Важным является учет степени увлажнения, идентичности в своей основе почвы, но главное внимание должно быть уделено фитоценозам, которые необходимо подбирать одинаковыми на всех пробных площадях по признакам флористического состава, структуры сообществ, а также стадии сукцессии и общности происхождения.

В пределах каждой пробной площадки (2x2 м) подсчитывались общая численность сообщества, количество и численность видов. Для сравнения обследуемых нами экосистем, находили индекс сходства двух сообществ (формула 1), высокое значение которого показывает высокое сходство сообществ:

$$S = \frac{2C}{A + B} \quad (1)$$

где А – количество видов первого сообщества,

В – количество видов второго сообщества,

С – количество видов, встречаемых в обоих сообществах.

Для комплексной числовой оценки деградации растительного сообщества на антропогенно трансформированной территории под воздействием различных загрязнителей мы вычисляли среднее арифметическое всех измеренных нами величин (количество видов, общая численность экземпляров растений, количество видов на 1 см²) для каждого показателя с предварительным делением на соответствующую величину для контрольной точ-

ки (экосистема заповедника), которая принималась за 100%. Таким образом достигается генерализация результата и он может быть представлен одной величиной, которая получила название интегрального коэффициента сохранности (ИКС) (формула 2):

$$\text{ИКС} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^i \frac{A_{ij}}{A_{i\phi}} \quad (2)$$

где A_{ij} – значение j -того показателя,

$A_{i\phi}$ – контрольное значение того же j -того показателя,

i – номера пробных площадок.

По таблице 1 определяется степень деградации экосистемы города по сравнению с экосистемой заповедника.

Таблица 1. Состояние экосистем по интегральному коэффициенту сохранности

Значение ИКС	Степень деградации экосистем
100 – 80%	Региональный фон (практически не нарушена)
80-20%	Упрощение структуры фитоценоза
Менее 20%	Антропогенная пустыня

После проведения всех выше описанных биоиндикационных исследований сравнивались данные, полученные на антропогенно трансформированной и особо охраняемой территориях. На основе сравнительного анализа результатов делались выводы о состоянии обследованных территорий.

Приготовление водных вытяжек почв для биотестирования. Один объем воздушно-сухой просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм почвы взбалтывали с четырьмя частями дистиллированной воды в течение 15 минут. Полученную смесь отстаивали в течение суток. После этого почвенную суспензию еще раз взбалтывали и фильтровали через всю толщу почвы на складчатом бумажном фильтре. Полученную вытяжку использовали для биотестирования.

Подготовка водных вытяжек почв к анализу. Водные вытяжки фильтровались через бумажный фильтр два раза. После этого пробы фиксировались для хранения (не более трех суток) концентрированной азотной кислотой (1 мл HNO_3 на 1 л водной вытяжки). Отфильтрованную водную вытяжку заливали в мерный цилиндр емкостью 1л до метки. Затем из цилиндра воду заливали в фарфоровую чашку на 250 мл и ставили на плитку для выпаривания. Процесс выпаривания продолжался до полного высыхания вытяжки в чашке (по мере выпаривания вытяжки из чашки в нее подливалась еще водная вытяжка). Затем чашка охлаждалась и осадок растворялся небольшим количеством (до 3 мл) 0,5 н НЖ>з. Полученный раствор фильтровали в пробирку с меткой 10 мл через бу-

мажный фильтр и доводят до метки дистиллированной водой. После этого водная вытяжка готова к анализу.

Приготовление кислотных вытяжек почв для анализа. Пробу почвы массой 5 г помещали в чистую колбу (промытую несколько раз хромкой, дистиллятом и бидистиллятом). К пробе добавляли 50 мл 1 н HNO_3 и взбалтывали на ротаторе в течение 1 часа. Вытяжку фильтровали через складчатый фильтр, первые порции фильтрата отбрасывались, в последующих определялись Си, Рb, Cd, Zn, Cr, поскольку эти металлы входят в число приоритетных загрязнителей г. Ставрополя (Дегтярева, 2003).

3. Результаты и объяснения

3.1. Оценка деградации окружающей среды на уровне экосистемы

Мониторинг экосистем представляет собой весьма сложную задачу, поскольку, во-первых, из-за уникальности каждой природной системы трудно найти точку отсчета для оценки процессов изменений, а, во-вторых, постоянно идущие изменения в природе (естественный сукцессионный процесс) делает трудной задачу выделения последствий именно антропогенных воздействий на экосистемы (ландшафты).

При рассматриваемом виде мониторинга прежде всего обращают внимание на изменения в структуре и функционировании экосистем: изменения в соотношении основных трофических групп (увеличение удельной массы фитофагов и, соответственно, уменьшение удельной массы зоофагов и сапрофагов, например).

Важным показателем изменения ландшафтов является появление деградированных элементов. При этом следует определять как площади деградированных территорий, так и оценивать степень угрозы деградированных элементов человеку и природе в целом. По последнему признаку выделяют:

- территории, не представляющие непосредственной угрозы (отвалы нетоксичных пород, карьеры, деградированные сельскохозяйственные и лесные угодья).
- представляющие угрозу разрушения здания и сооружений антропогенные просадки, оползни, разломы, военные полигоны и др.);
- отвалы токсичных пород, изолированные от грунтовых вод, с возможностью переноса частиц по воздуху, посредством стока в поверхностные водоемы и водотоки;
- карьерные выемки и отвалы токсичных пород с угрозой загрязнения грунтовых вод (грунтовые воды не защищены).

Для обеспечения корректного сравнения результатов данного вида индикации мы подбирали идентичные пробные площадки. Основными критериями отбора стали:

- площадки должны находиться в пределах схожих экосистем;
- одинаковая степень освещения и увлажнения;

- наличие идентичных почв;
- примерно одинаковый флористический состав и структура сообщества на обеих площадках.

По данным критериям были выбраны по 1 площадке на опушке буково-грабового леса Русского леса и на участке №2 Парка Победы г. Ставрополя (Приложении е 1, рис.1 и 2).

В пределах выбранных пробных площадок (2x2 м) мы подсчитывали общую численность сообщества, количество и численность видов. Затем на основе практических данных проводили расчет интегрального коэффициента сохранности экосистем. Так на обследованной площадке Русского леса было обнаружено 23 вида травянистых растений, а в Парке Победы – 15 (Приложение 2).

На основе полученных нами данных произвели расчет индекса общности сообществ:

$$S = \frac{2 \cdot 11}{23 + 15} = 0,58$$

Индекс общности сообществ $S = 0,58$ свидетельствует о достаточно высокой степени сходства, что позволяет нам проводить биоиндикационное сравнение экосистем на изучаемых территориях.

Вычислив среднее арифметическое значения измеренных величин (количество видов, общая численность экземпляров растений, количество видов на 1 см^2), данные занесли в таблицу 2.

Таблица 2. Значения измеренных величин в обследованных экосистемах

№ п/п	Показатель	Значение	
		заповедник	Город (Парк Победы)
1	Общее количество видов растений	23	15
2	Общая численность экземпляров растений	147	70
3	Количество видов растений на 1 см^2	0,38	0,18

Таким образом, интегральный коэффициент сохранности экосистем города равен:

$$\text{ИКС} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{15}{23} + \frac{70}{147} + \frac{0,18}{0,38} \right) \cdot 100\% = 56\%$$

Согласно Степанову (1991), область значений ИКС от 80 до 20% характеризуется постепенным упрощением структуры растительного сообщества Парка Победы..

В связи с этим можно сделать вывод о том, что ИКС дает возможность выражать состояние биогеоценоза одним числом, сопоставление которого с антропогенной нагрузкой дает искомую зависимость доза-эффект на уровне целостной экосистемы. По существу это прием сжатия информации, которая в таком виде может быть использована организациями, принимающими управленческие решения на всех этапах: предплановых, плановых, предпроектных, проектных, эксплуатационных. Использование ИКС открывает перспективу практического осуществления экологического нормирования и экологической экспертизы проектируемых, строящихся и эксплуатируемых промышленных предприятий.

3.2. Биотестирование водных вытяжек почв на проростках редиса и кресс-салата

При биотестировании почв с повышенным содержанием ТМ было зафиксировано ингибированное и стимулированное развитие тест-откликов у редиса и кресс-салата по сравнению с контролем (в глубине Русского леса). Интересным видится вопрос о том, насколько будут чувствительны используемые морфологические критерии редиса и кресс-салата при биотестировании водных вытяжек почв с повышенным содержанием ТМ. Результаты биотестирования представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты биотестирования водных вытяжек почв на проростках модельных растений

№ п/п	Точки отбора проб почв	Корни		Стебли	
		Средняя длина, см	Средний вес, г	Средняя длина, см	Средний вес, г
Редис					
1.	Парк Победы г. Ставрополя	7,83	0,003	5,13	0,13
2.	В глубине Русского леса	12,03	0,005	9,12	0,18
Кресс-салат					
1.	Парк Победы г. Ставрополя	3,9	0,004	4,26	0,02
2.	В глубине Русского леса	5,1	0,008	6,01	0,04

Из данных таблицы видно, что токсичность водных вытяжек почв с повышенным содержанием ТМ проявляется в ингибировании развития подземной части проростков модельных растений.

Как и в эксперименте по биотестированию почв на проростках модельных растений, при биотестировании водных вытяжек чувствительными к повышенным содержаниям ТМ оказалась корневая система редиса и кресс-салата.

Фитотоксическое действие водных вытяжек почв проявилось и в отношении роста стебля модельных растений. На рост стебля редиса водные вытяжки из Парка Победы оказывали ингибирующее действие.

Действие водных вытяжек почв на рост стебля кресс-салата аналогично действию на рост корня этого модельного растения. Исследуемые водные вытяжки почв оказывали на тест-отклик только ингибирующее действие, которое проявилось в подавлении роста стебля кресс-салата на 34,61%.

Как и в экспериментах по биотестированию почвы, в экспериментах по биотестированию водных вытяжек почв о фитотоксичности судили и по изменению сырой биомассы надземной и подземной части проростков тест-растений (табл. 3).

У кресс-салата было зафиксировано достоверное ингибирование развития корневой системы, под действием водных вытяжек почв Парка Победы, которое составило 40,12%, у редиса – 32,4%, ингибирование роста стебля составило 34,8 и 47,3% соответственно, что указывает на загрязненность почвы Парка Победы по сравнению с Русским лесом.

Лишь водные вытяжки почв Парка Победы оказывают ингибирующее воздействие на развитие биомассы подземной части проростков редиса, причем на 50,00% ингибируют развитие данного тест-отклика.

Данные биомониторинга, полученные различными методами, дополняют друг друга, обеспечивая их достоверность. Во всех случаях сравнительный анализ данных свидетельствует о более высокой степени загрязнения территории Парка Победы г. Ставрополя.

ВЫВОДЫ

1. Современный этап промышленно-урбанизированного освоения территории города Ставрополя характеризуется резким возрастанием антропогенной нагрузки на природный комплекс и связанное с этим обострение экологических проблем.

2. В городе есть парки, бульвары, лесные дачи, скверы, которые по площади превышают нормы на одного человека, установленные архитектурными правилами.

3. Индекс общности сообществ буково-грабового леса Русского леса и на участке Парка Победы г. Ставрополя, равный $S = 0,58$ свидетельствует о достаточно

высокой степени сходства, что позволяет нам проводить биоиндикационное сравнение экосистем на изучаемых территориях.

4. Интегральный коэффициент сохранности экосистем города равен 56%. Таким образом, область значений ИКС от 80 до 20% характеризуется постепенным упрощением структуры сообщества, по сравнению с контролем. ИКС дает возможность выражать состояние биогеоценоза одним числом, сопоставление которого с антропогенной нагрузкой дает искомую зависимость доза-эффект на уровне целостной экосистемы.

5. У кресс-салата было зафиксировано достоверное ингибирование развития корневой системы, под действием водных вытяжек почв Парка Победы, которое составило 40,12%, у редиса – 32,4%, ингибирование роста стебля составило 34,8 и 47,3% соответственно, что указывает на загрязненность почвы Парка Победы по сравнению с Русским лесом.

6. Во всех случаях сравнительный анализ данных свидетельствует о более высокой степени загрязнения территории Парка Победы г. Ставрополя. Природная растительность в Парке Победы сильно нарушена человеком. Темпы исчезновения видов угрожающе ускоряются, и их уничтожение — это потеря нашего бесценного природного наследия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арустамов, Э. А. Природопользование / Э. А. Арустамов. – М. : Изд-во «Дашков и К^о», 2000.
2. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие.– М.:Агар, 1999. - 386 с.
3. Биоиндикация и биомониторинг / под ред. Д. А. Криволуцкого. – М. : Наука, 1991.
4. Дегтярева Т. В. Геохимические особенности ландшафтов г. Ставрополя (на примере распределения тяжелых металлов в почве и растениях): автореф. дис. ... канд. географ. наук /Т. В. Дегтярева – Ставрополь, 2003. - 182 с.
5. Степанов, А. М. Биоиндикация а уровне экосистемы / А. М. Степанов // Биоиндикация и биомониторинг / под общ. ред Д. А. Криволуцкого. – М.: Наука, 1991. – С. 59 – 63.