

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра биологии и экологии

**Экологическая диагностика окружающей среды на улицах северо-запада
Санкт-Петербурга при помощи древесных индикаторов**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса, 55 группы
направления 05.03.06 «Экология и природопользование»
факультета естественно-научного и педагогического образования
Гудошникова Алексея Петровича

Научный руководитель
профессор кафедры БиЭ,
доктор биол. наук

_____ М.В. Ларионов

Зав. кафедрой БиЭ
канд. биол. наук

_____ А.Н. Володченко

Балашов 2016

ВВЕДЕНИЕ. Актуальность работы. Город Санкт-Петербург для россиян представляет особое значение, причем с разных позиций и, в том числе, выполняет неоценимую культурно-историческую роль. В настоящее время в Санкт-Петербурге наравне с его зданиями, знакомыми культурными и историческими местами привлекают внимание курортные и рекреационные зоны. К сожалению, некоторые места этой курортной зоны находятся все еще в запустении, нуждаются в реконструкции и благоустройстве. Сказанное прежде всего относится к постройкам царских времен и к зеленым насаждениям, большинство из которых либо расстроены, либо вырублены.

Цель работы – экологическая диагностика экологического состояния окружающей среды в зонах влияния автомобильных трасс в курортной зоне северо-западной части г. Санкт-Петербурга (Выборгский район) при помощи древесных индикаторов.

Задачи работы:

- подбор и аналитический обзор современной специальной и научной литературы по проблеме исследований;
- постановка цели и определение задач исследований, разработка программы полевых исследований;
- проведение наблюдений и исследований, сбор, фиксация данных и их последующая интерпретация;
- совмещение и сравнение полученных экспериментальных данных, полученных с помощью различных методов полевых исследований;
- написание научных публикаций по данной теме работы;
- разработка приоритетных мер, направленных на защиту и улучшение экологических параметров окружающей среды в пределах территории исследований.

Материалы исследования. Выпускная работа носит экспериментальный характер. Исследования и наблюдения выполнялись в течение 2015-2016 учеб. года. Изучалось состояние древесных насаждений северо-запада Санкт-Петербурга.

Научная новизна и теоретическая значимость работы.

Определенная **научная новизна** связана с тем, что впервые в данных автотранспортных зонах проводилась экологическая диагностика окружающей среды с помощью *Acer platanoides* L. и *Betula pendula* Roth. Впервые дана характеристика типам ландшафтов в районах исследований в зависимости от антропогенных условий. Установлена мощность антропогенной нагрузки посредством биоиндикационных показателей. Разработана шкала в баллах для оценки уровней антропогенной нагрузки.

Теоретическая значимость заключается в расширении научного представления об антропогенных факторах деградации окружающей среды и автотрофных компонентов (древесных насаждений) города Санкт-Петербург в масштабах изучаемого района.

Практическая ценность работы. Полученные экспериментальные результаты и выводы полезны в работе служб экологического контроля, ландшафтного планирования, озеленения и организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере экологической регламентации и принятия организационно-управленческих решений.

Достоверность выполненных исследований обеспечена существенным территориальным охватом, репрезентативностью выборки, анализом полученных данных и в том числе с использованием пакета Microsoft Excel 2010, с помощью которой осуществлялось установление среднеарифметических величин, графическое отображение данных.

Апробация. Результаты исследований и основные выводы отражены в материалах международной научной конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса и ландшафтной архитектуры» (Брянск, БГИТУ, 6-7 апреля 2016 г.) в виде 2-х опубликованных статей.

Объем и структура работы. Работа оформлена в соответствии с требованиями и написана на 49 стандартных листах. В структуру работы входит введение, три раздела: 1 – «Состояние проблемы исследования»; 2 – «Объекты, районы и методики исследований»; 3 – «Результаты исследований и их анализ», заключение, в котором отражены основные выводы, а также

список литературы, три приложения. В списке литературы 64 источника, в том числе 4 иноязычных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Сейчас методы биомониторинга и в том числе биоиндикации в научной среде приобрели высокую востребованность. Это можно проследить по разным научным публикациям последних лет. Биоиндикационные исследования ведутся во многих регионах России: в Краснодарском крае, в Воронежской области, на Урале, в Республике Алтай, Костромской области и других. На территории Саратовской области биоиндикационными исследованиями занимались ученые Ю.А. Бухенко, М.В. Ларионов, Ю.В. Назаров. Профессор М.В. Ларионов в настоящее время продолжает свои экомониторинговые исследования.

На территории города Санкт-Петербурга проводятся экомониторинговые, в том числе биоиндикационные исследования состояния окружающей среды. Но они носят фрагментарный характер. Профессором М.Г. Опекуновой с соавторами исследовалось состояние атмосферы на Васильевском острове с помощью *Populus balsamifera* L.. В других районах проводилось исследование состояния атмосферы посредством лишеноиндикации. Е.В. Даевым, А.В. Дукельской и В.Э. Казаровой опубликованы данные по биоиндикации водоемов в некоторых селитебных районах и промзонах, а также в центре лесного массива на Карельском перешейке и в парке Биологического института СПбГУ. Н.Б. Федоровой исследовался видовой состав и состояние древесных насаждений города.

Климат Санкт-Петербурга является умеренным, переходным от умеренно-континентального к умеренно-морскому. Довольно часты осадки. Общая площадь зеленых насаждений превышает 31 тыс. га. На окраинах города сохранились лесные массивы.

В регионе регулярно (ежегодно) издаются «Доклады об экологической ситуации ...». В 2014 году издана книга «Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге». Составлен «Экологический паспорт территории Санкт-

Петербурга». Из этих документов следует, что одной из главных экологических проблем является загрязнение атмосферы. Уровень озеленения города и озеленительный ассортимент достаточно низки.

Объектами исследований являлись модельные деревья двух видов: *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth. Исследования и наблюдения проводились в июле, августе и сентябре 2015 г., апреле, мае и июне 2016 г.

Контрольный пункт биомониторинга (участок №1) заложен на территории Шуваловского парка – охраняемого объекта культурно-исторического наследия. *Пункт биомониторинга №2* расположился в микрорайоне Старожиловка (северная часть поселка Парголово). *Пункт мониторинга №3* – в районе кольцевой автодороги (КАД) Санкт-Петербурга, на северо-западе Парголово. *Пункт биомониторинга №4* заложен в районе Суздальского шоссе. Это южная окраина поселка. *Пункт биомониторинга №5* располагался в районе проспекта Энгельса. Это восточная окраина поселка. Пункты биологического мониторинга представляли собой *пробные площади*. Закладывались также *учетные маршруты* в аналогичных местах.

Тип ландшафта определялся с использованием классификаций профессоров А. Г. Исаченко и Ф. Н. Милькова.

Для исследования и анализа «жизненного состояния» древесных растений использована методика В. А. Алексева. Определение «жизненного состояния» растений осуществлялось посредством метода *маршрутных учетов*. Длина маршрутов – не менее 500 м каждый.

Непосредственные *биоиндикационные исследования* осуществлялись также с использованием *A. platanoides* L. и *B. pendula* Roth средней генеративной стадии развития. Диагностическими признаками служили *средневзвешенные значения длины листовых черешков и площади листовых пластинок*. Биомониторинг выполнялся посредством *метода пробных площадей*, включавших по 4-5 модельных дерева каждого вида.

Степень загрязнения окружающей среды анализировалась в баллах: 1 балл – воздух чист, 2 балла – воздух незначительно загрязнен, 3 балла – воздух грязный.

3 Результаты исследований и их анализ

3.1 Характеристика ландшафтов, насаждений и основных причин антропогенного прессинга

Пункт биомониторинга №1 (контрольный участок). Тип ландшафта по классификации профессора А. Г. Исаченко – «культурный», по классификации профессора Ф. Н. Милькова – «селитебный комплекс» (парковая растительность, сооружения, дороги, тропинки) с элементами «лесного комплекса» (имеются лесонасаждения). Магистральные посадки представлены смешанными древесными и кустарниковыми насаждениями. Вблизи обочин автомобильных дорог и на газонах высажены преимущественно многолетние травы. В целом зеленые насаждения в Шуваловском парке достаточно густые (высокая степень озелененности). Есть и так называемые «бросовые» участки на окраинных территориях. Местность испытывает минимальный антропогенный пресс.

Пункт биомониторинга №2. Тип ландшафта по А. Г. Исаченко – «искусственный», по классификации Ф. Н. Милькова – «селитебный комплекс» (ландшафт населенного пункта). Ведутся активные автодорожно-ремонтные и строительные работы. Насаждения образуют густые полосы, расположенные вблизи автодороги и обочин. Травянистая растительность систематически скашивается. Мусор и прочие антропогенные предметы с обочин и прилегающих участков убираются.

Пункт биомониторинга №3. По классификации А. Г. Исаченко ландшафт представлен «искусственным» типом, по классификации Ф. Н. Милькова является сложным «селитебным комплексом». Ведутся активные автодорожно-ремонтные и строительные работы. Насаждения вблизи автострады представлены в основном травянистой растительностью, которая практически сплошняком покрывает прилегающие к обочинам территории (высокая степень озелененности). Древесно-кустарниковая растительность представлена узкими посадками, имеющиеся не на всем протяжении автострады и удаленными от нее.

Пункт биомониторинга №4. Местный ландшафт, как и в двух предыдущих случаях, является «искусственным» (по А. Г. Исаченко), «селитебным» (по Ф. Н. Милькову). Здесь также наблюдаются активные автодорожные и ремонтные работы. Зеленые насаждения представлены преимущественно травянистой растительностью. Выявлена высокая степень озелененности земель травостоем. Древесно-кустарниковая растительность бедная, т.е. не образуют сплошных посадок. Она имеет мозаичный вид, отдельные «вкрапления» которой представлены узкими полосами.

Пункт биомониторинга №5. Здешний тип ландшафта определяется как «искусственный» тип (по классификации А. Г. Исаченко) и представлен «селитебным» комплексом (по классификации Ф. Н. Милькова). Ведутся редкие автодорожные, ремонтные и прочие виды работ муниципальных служб. Наблюдается строительство зданий. Газонная растительность представлена сплошными, но узкими полосами. Ширина газонов к общей ширине улицы сравнительно мала. Древесные насаждения сплошной структуры не образуют, т.е. являются сильно разреженными.

В пунктах мониторинга №№ 2-5 автодороги многополосные. Максимальная интенсивность автомобилепотоков на КАДе и по Суздальскому шоссе, имеющие стратегическое хозяйственное значение.

Определение жизненного состояния древесных растений проводилось на примере двух видов: *Betula pendula* Roth, *Acer platanoides* L., широко распространенных во всей территории города, в т.ч. в Выборгском районе.

По *A. platanoides* L. данные приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Средние арифметические значения баллов жизненного состояния *Acer platanoides* L.

Н-р маршрута	Состояние ствола	Структура крон	Степень развития крон	Показатель прироста	Вредители, болезни	Сумма баллов	Жизн. сост.
1 (контроль)	5	5	5	5	1	21	хорошее
2	5	5	4	4	1	19	хорошее
3	4	4	3	3	2	16	удовл.

4	4	4	4	4	1	17	удовл.
5	5	4	4	4	1	18	хорошее

Состояние стволов деревьев *A. platanoides* L. на изучаемых маршрутах в целом хорошее, с незначительными и небольшими трещинами. Кроны также хорошего состояния. На некоторых листьях обнаружены следы некрозов и наличие пыли (со стороны автодорог). Это характерно районам с высокой автотранспортной нагрузкой на исследуемые урболандшафты: районы расположения шоссе (КАД, Суздальское шоссе). Суховершинных и сухостойных деревьев в пределах маршрутов не было обнаружено. Хорошее жизненное состояние особей клена остролистного выявлено в районах с низкой техногенной нагрузкой (№№1, 2, 5). Максимальные баллы жизненного состояния пришлось на контрольный участок.

По *B. pendula* Roth., получены результаты, отраженные в табл. 2.

Таблица 2 – Средние арифметические значения баллов жизненного состояния *Betula pendula* Roth

Н-р маршрута	Состояние ствола	Структура крон	Степень развития крон	Показатель прироста	Вредители, болезни	Сумма баллов	Жизн. сост.
1 (контроль)	5	5	5	4	1	20	хорошее
2	5	4	4	4	2	18	хорошее
3	3	3	3	3	2	14	удовл.
4	4	3	3	3	2	15	удовл.
5	3	3	4	3	3	16	удовл.

Таблица 2 показывает, что только в пределах маршрута №1 установлено хорошее состояние стволов у особей *B. pendula* Roth. На этом же участке, а также на 2-м участке отмечены и максимальные баллы по другим критериям, кроме «вредители и болезни». На других участках жизненное состояние березы оценивалось как удовлетворительное. Минимальные баллы оценки выявились для маршрутов №№ 3, 4 и 5. На последних участках редкие особи березы имели признаки суховершинности (маршруты №№ 3, 4). По всем маршрутам целиком сухостойные деревья не обнаруживались.

Данные по обоим видам получились весьма близкими. Их можно рассматривать как показатели биоиндикации городской среды. В пос. Парголово, в пределах маршрута № 1 состояние окружающей среды относительно чистое, маршрута № 2 – слабо загрязненное, маршрутов №№ 3, 4 – загрязненное. В пределах маршрута № 5, если брать в расчет *A. platanoides* L., состояние окружающей среды слабо загрязненное, а с учетом данных по обоим видам – близкое к этому значению.

Нарушения в жизненном состоянии древесных растений связаны, в первую очередь, с автотранспортной нагрузкой на придорожные районы, включая насаждения, газоны и почвенный покров. Второй значимой причиной можно признать недостаточные работы по уходу за насаждениями.

Следующим этапом работы являлось определение индикационных параметров древесных листьев. По *A. platanoides* L. данные биоиндикации представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Индикационные показатели листьев *Acer platanoides* L. (среднеарифметические данные)

Параметры	Контрольные данные	Старожиловка	КАД, сев.-зап. окраина	Суздаль. шоссе, юж. окраина	Пр-т Энгельса, вост. окраина
длина черешка, см	8,9	8,2	6,5	6,8	7,3
площадь листа, см ²	247,4	226,5	144,6	175,7	190,1

На контрольном участке (№1) получены максимальные средневзвешенные значения длины черешков и площади листьев; по другим участкам наблюдается некоторый разброс данных. Минимальные значения фиксируемых параметров характерны участкам с высокой техногенной нагрузкой (№№ 3 и 4). На данных территориях техногенно-химический фактор (выбросы автомашин) лимитирует развитие древесных листьев до нормальных размеров (как, в частности, в районе расположения контрольного пункта биомониторинга). Аналогично по 2-му и 5-му участкам: параметры листьев в их пределах достоверно ниже, чем в контроле.

Далее следуют результаты биоиндикации окружающей среды с помощью листьев исследуемых деревьев *B. pendula* Roth, средневзвешенные данные которых сведены в форме таблицы 4.

Таблица 4 – Индикационные показатели листьев *Betula pendula* Roth (среднеарифметические данные)

Параметры	Контрольные данные	Старожиловка	КАД, сев.-зап. окраина	Суздал. шоссе, юж. окраина	Пр-т Энгельса, вост. окраина
длина черешка, см	2,2	2,0	1,6	1,7	1,9
площадь листа, см ²	35,4	31,7	24,8	26,5	29,1

Данные таблицы 4 в определенной степени повторяют данные таблицы 3. На контрольном участке биоиндикационные критерии (средневзвешенные показатели длины черешков и площади листьев) модельных особей *B. pendula* Roth превышали аналогичные показатели по другим пунктам экологического мониторинга. Минимальные экодиагностические показатели выявлены для 3-го и 4-го участков с высокой техногенной нагрузкой.

Результаты выполненной биоиндикации по обоим видам растений совместили и получили итоговую балльную оценку состояния окружающей среды в графическом виде на рисунке 1.

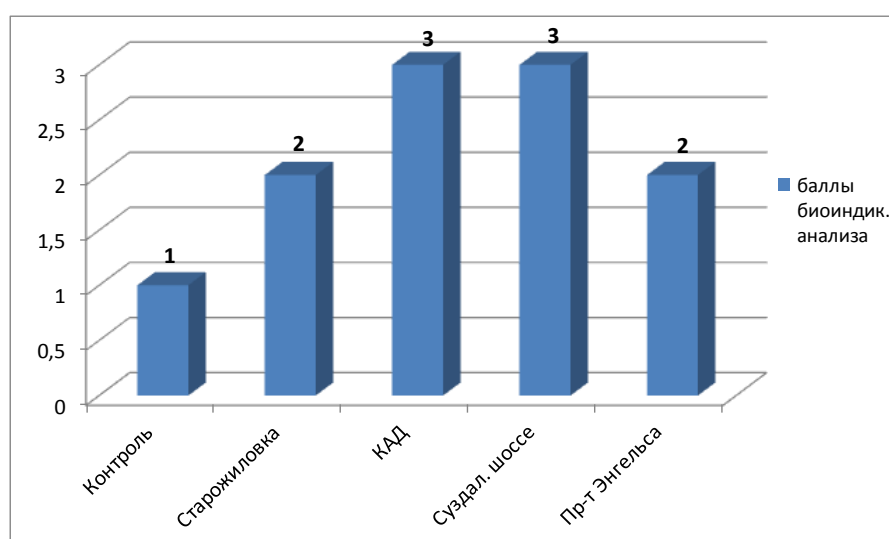


Рисунок 1 – Анализ экологической обстановки в баллах, дифференцированно пунктам биомониторинга (1-5)

Гистограмма наглядно демонстрирует, что наиболее напряженная экологическая ситуация наблюдается в районе пунктов мониторинга №№ 3, 4, где отмечается наивысшая интенсивность движения автотранспорта.

Таким образом, результаты биоиндикации однозначно показывают, что в районе кольцевой автострады (пункт мониторинга № 3) и Суздальского шоссе наблюдается напряженная экологическая ситуация.

Данные жизненного состояния древесных растений демонстрируют подобную картину. По биоиндикационным данным листьев *B. pendula* Roth признаки экологической напряженности также проявляются и на 5-м участке.

В целом микрорайон Парголово является благоустроенным. Необходимы дополнительные меры по защите окружающей среды:

- снижение токсичного влияния выбросов автотранспорта;
- инвентаризация зеленых насаждений и уход за ними;
- комплекс работ по природообустройству; меры по обновлению и реконструкции насаждений, их обогащению другими видами;
- повсеместная высадка газонной растительности и уход за ней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Хорошее жизненное состояние *A. platanoides* L. выявлено для 1-го (контроль), 2-го и 5-го учетных маршрутов. В пределах других маршрутов жизненное состояние особей *A. platanoides* L. удовлетворительное. Хорошее жизненное состояние *B. pendula* Roth установлено для 1-го и 2-го маршрутов. На остальных состоянии деревьев данного вида удовлетворительное.

По результатам изучения жизненного состояния древесных растений определено: в контроле (Шуваловский парк) состояние окружающей среды – относительно чистое; в пределах маршрута № 2 (микрорайон Старожиловка) – слабо загрязненное; маршрутов №№ 3 (район КАД) и 4 (район Суздальского шоссе) – загрязненное; в пределах 5-го маршрута (проспект Энгельса) состояние окружающей среды определено как слабо загрязненное.

Параметры жизненного состояния *A. platanoides* L. и *B. pendula* Roth представляют надежные биоиндикационные критерии.

Для более подробного экологического анализа качества окружающей среды в районах исследований и наблюдений проведен отбор и анализ образцов листьев указанных видов. Максимальные среднеарифметические значения длины черешков и максимальная средняя площадь характерна контрольному пункту биомониторинга (№1). Если рассматривать уменьшение данных диагностических параметров по убыванию, то следом идут участки №№ 2 и 5. В местах наиболее интенсивного автомобильного движения (участки №№ 3, 4) зафиксированы минимальные среднеарифметические значения биоиндикационных критериев.

Для удобства экодиагностики районов исследований проведена балльная оценка состояния окружающей среды по результатам биоиндикации. Напряженная экологическая ситуация характерна пунктам мониторинга 3 (КАД) и 4 (Суздальское шоссе) – по 3 балла. В контроле экологически состояние окружающей среды установлено на уровне 1 балла (относительно чистое), в остальных случаях состояние окружающей среды соответствует 2 баллам.