

**Никифорова Г. Е., Ждакаева М. В., Литовкина А. А.**  
**G. E. Nikiforova, M. V. Zhdakaeva, A. A. Litovkina**

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА**

## **IMPLEMENTATION OF THE BIOINDICATION METHOD AS A TOOL FOR ASSESSING THE CITY AIR ENVIRONMENT QUALITY**

**Никифорова Галина Евгеньевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Кадастры и техносферная безопасность» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: niki\_end\_k@mail.ru.

**Galina E. Nikiforova** – PhD in Engineering, Associate Professor, Cadastre and Technosphere Safety Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: niki\_end\_k@mail.ru.

**Ждакаева Мария Васильевна** – старший преподаватель кафедры «Кадастры и техносферная безопасность» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: lavanda121@mail.ru.

**Maria V. Zhdakaeva** – Senior Lecturer, Cadastre and Technosphere Safety Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: lavanda121@mail.ru.

**Литовкина Арина Андреевна** – студент факультета кадастра и строительства Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: arishalitovkina95@mail.ru.

**Arina A. Litovkina** – Student, Cadastre and Construction Faculty, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: arishalitovkina95@mail.ru.

**Аннотация.** В работе представлен сравнительный анализ исследований воздушной среды микрорайона города, выполненный методом биоиндикации.

**Summary.** The paper presents a comparative analysis of studies of the microdistrict air environment, performed by the bioindication method.

**Ключевые слова:** биоиндикация, выбросы, площадки исследований, хвоя, сосна обыкновенная, шкала повреждений, шкала усыхания, асимметрия, берёза повислая.

**Key words:** bioindication, emissions, research sites, needles, scots pine, damage scale, shrinkage scale, asymmetry, hanging birch.

УДК 621.1

**Введение.** Общение с природой для людей в больших городах имеет особую и всё возрастающую важность; в связи с этим экологические исследования городской фауны приобретают большое практическое значение. Соответствующие данные необходимы для наблюдения за окружающей средой, оценки стабильности городских экосистем и снижения ущерба, причиняемого зелёным насаждениям. Получение как можно больших знаний о жизненном пространстве, в котором живут и работают люди, является одной из первоочередных задач экологических исследований.

Анализ городской флоры позволяет получить объективную информацию о том, насколько вредно для организмов существующее в любом городе загрязнение воздуха, воды, почвы, зелёных насаждений, насколько эффективны те или иные природоохранные мероприятия, какова динамика экологической обстановки города.

**Описание проблемы.** На сегодняшний день в Комсомольске-на-Амуре зарегистрировано 74 тысячи транспортных средств, из которых более 65 тысяч легковых машин, остальные 9 ты-

сяч – грузовые автомобили и автобусы. Наиболее популярны в нашем городе легковые машины: Toyota Corolla, Toyota Mark II и Toyota Carina. В основном для этих марок применяемым топливом является бензин АИ-95 и АИ-92. Характеристики АИ-95 существенно выше, чем у бензина АИ-92: в нём минимальное содержание присадок, высокое октановое число. Применение такого бензина полезно для технической части автомобиля (сокращается расход топлива), повышает тяговые и динамические характеристики автомобиля. Химический состав бензина АИ-95 не включает свинец, этанол, метанол.

На рис. 1 представлены основные маршруты движения транспорта.

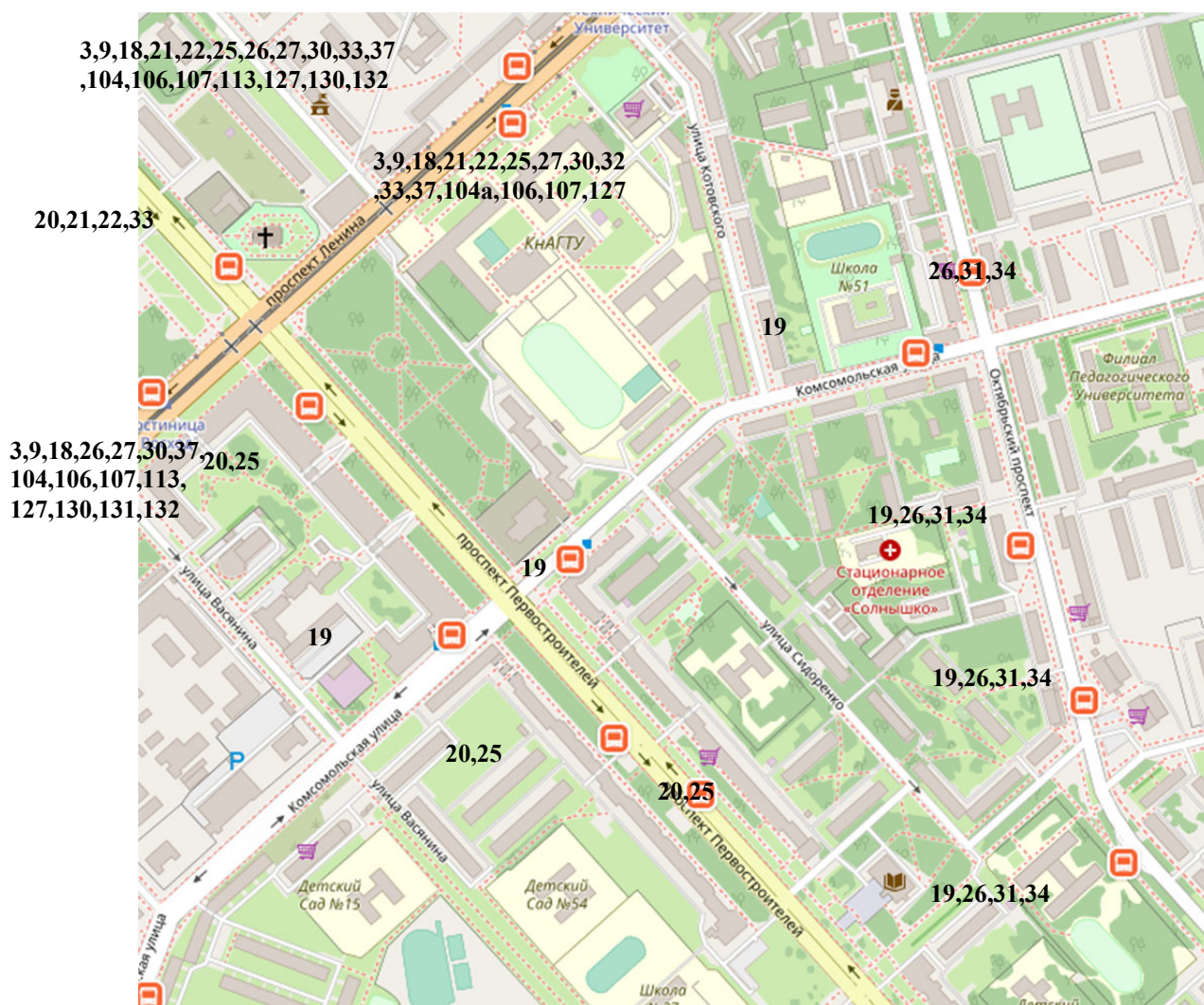


Рис. 1. Основные маршруты движения транспорта

Как следует из представленной информации, рассматриваемый район можно отнести к району с высокой транспортной нагрузкой.

Наиболее распространённое загрязняющее вещество, источником которого является автотранспорт, это диоксид серы. Даже при малой ингаляционной дозе вещество может способствовать появлению неприятного вкуса во рту, раздражению слизистых оболочек глаз и дыхательных путей. Неблагоприятное воздействие на окружающую среду также очевидно: кислотные дожди, окрас листвы в жёлтый цвет. Ключевыми «абонентами» диоксида серы выступают хвойные и лиственные леса.

Следует отметить важность защиты органов дыхания у населения. Ингаляционная нагрузка может привести к развитию острых или хронических заболеваний. Именно комплексный подход

при оценке воздействия группы факторов риска позволит снизить вероятность заболеваний общего характера. Таким образом, сохранение окружающей среды увеличит силу иммунитета отдельного гражданина.

Результаты данного исследования позволят руководителю предприятия и органам государственного управления реализовать право контингента населённых пунктов на безопасную окружающую среду.

Тема работы актуальна в связи с тем, что с течением времени промышленное развитие усиливает негативное влияние на окружающую среду, вызывая нарушение экологических систем, что приводит к исчезновению многих видов животных и растений. Основными загрязнителями являются промышленные объекты и транспорт, которые вносят наибольший вклад в отравление природы и атмосферного воздуха. Ответная реакция растений на внешние воздействия проявляется в обеднении видового состава, изменении характера роста, особенностях их состояния и накопления биомассы, морфолого-анатомической структуры [3–5].

Древесные растения, и особенно вечнозелёные хвойные породы, весьма чувствительны и более восприимчивы к негативному воздействию, в частности, аэротехногенных примесей по сравнению с листопадными видами из-за многолетнего накопления токсикантов в листовом аппарате. Таким образом, они могут быть надёжными индикаторами при анализе влияния техногенной нагрузки на экосистему. Внедряемый метод мониторинга кроме планирования мероприятий по защите населения от загрязнения даёт возможность оценить урон, наносимый деревьям и кустарникам, являющимся «лёгкими» планеты, и предусмотреть меры защиты зелёного фонда города.

В литературе приводится много данных о применении метода биоиндикации для оценки качества воздуха в промышленных городах центральной части России: Воронежа, Курска, Перми и др.

**Результаты исследований.** Основной целью исследования являлось влияние автотранспорта на состояние атмосферного воздуха на разных площадках города Комсомольска-на-Амуре. Для исследования было взято два ключевых участка, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга: сквер возле университета и сквер возле библиотеки. Обе площадки находятся в зоне интенсивного движения автотранспорта с расположением от береговой полосы в 3,7 км (сквер возле университета) и 2 км (сквер возле библиотеки). В качестве биоиндикатора использовали сосну обыкновенную.

Результаты исследований по [1] приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состояние хвои сосны обыкновенной

Виды повреждений и усыханий хвоинок	Месторасположение участка	
	Сквер возле университета	Сквер возле библиотеки
Общее число обследованных хвоинок	262	302
Количество неповреждённых хвоинок	212	206
Процент неповреждённых хвоинок	80,9	68,2
Количество хвоинок с пятнами	10	82
Процент хвоинок с пятнами	3,8	27,2
Количество хвоинок с усыханием	40	14
Процент хвоинок с усыханием	15,3	4,6

Из результатов (см. табл. 1) следует, что сквер возле университета как по шкале повреждений, так и по шкале усыхания относится к I классу (зона чистого воздуха); сквер возле библиотеки – к III классу (зона повышенной загрязнённости воздуха) [1]. Таким образом, на территории города из исследуемых участков в наиболее благоприятной экологической обстановке пребывает первая площадка – сквер возле университета. Вероятно, это связано с местом нахождения сквера возле библиотеки – он находится возле перекрёста с интенсивным движением автотранспорта,

также это связано с ограничением дорожного движения на регулируемых перекрёстках и с автомобильными пробками в час пик.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что автотранспорт в городе вносит большой вклад в загрязнение воздушной среды города.

Однако проведённые исследования являются первой попыткой разработать городскую карту загрязнения воздушной среды с помощью метода биоиндикации. Для этого необходимо использовать в качестве биоиндикаторов не только хвойные породы деревьев, доля которых среди зелёных насаждений города составляют 10-20 %, но и лиственные (берёзу).

В связи с этим были проведены дополнительные исследования, в которых в качестве биоиндикатора использовалась берёза повислая [2]. Данный метод основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины, которые верно отражают уровень техногенного воздействия на биосферу.

Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Величины асимметрии листьев берёзы повислой

Исследуемая площадка	Величины асимметрии листа у берёзы повислой		
Сквер возле университета	0,1	0,1	0,07
Сквер возле библиотеки	0,07	0,05	0,06

Как следует из представленных результатов (см. табл. 2), площадки сквер возле университета и сквер возле библиотеки по величине асимметрии соответствуют V баллам, т. е. крайне неблагоприятные условия, растение находится в сильно угнетённом состоянии. Скорее всего, это связано с их территориальным расположением: сквер возле университета находится возле перекрёста с интенсивным движением автотранспорта, как личного, так и общественного, а сквер возле библиотеки, помимо расположения возле дороги с интенсивным движением автотранспорта, испытывает воздействие от грузовых машин, т. к. рядом со сквером находятся продуктовые магазины, которые требуют ежедневного завоза товара. Сопоставляя результаты исследований по скверу возле университета и скверу возле библиотеки по хвойным и лиственным биоиндикаторам, можем сказать, что влияние автотранспорта на состояние зелёных насаждений наиболее заметно у лиственных деревьев (величины асимметрии от 0,07 до 0,1 – крайне неблагоприятные условия).

Подводя итоги исследований, можем сказать, что лиственные деревья в большей степени испытывают на себе воздействие  $SO_2$ , что подтверждается их изменениями (величина асимметрии в диапазоне от 0,009 до 0,1).

**Выводы.** Полученные данные помогут муниципалитетам в формировании плана озеленения, причём ещё на стадии проектирования каких-либо территорий городской застройки.

Реализация метода биоиндикации позволяет не только выявить наиболее проблемные территории города, но и рекомендовать их озеленение в определённой очерёдности, а также подобрать нужные растения для озеленения конкретных площадок.

Из лиственных деревьев можно рекомендовать посадить дуб, ясень, клён, берёзу, орех маньчжурский, бархат и другие (кроме черёмухи, потому что её нет в гидроплане парка) высотой до 2 метров, потому что такие породы лучше приживаются. Из хвойных можно высаживать ель, пихту, кедр, сосну высотой не более 1,5 метров.

Мероприятия, направленные на благоустройство общественных пространств, повысят комфорт места жительства, тем самым снизят рост эмиграции с Дальнего Востока. Наполненность городских массивов зелёными насаждениями улучшает привлекательность районов для риелторских услуг. Ведь города в центре России не часто снабжены требуемым количеством парковых зон, аллей, скверов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жарикова, В. К. Индикация загрязнения атмосферы по состоянию хвои сосны обыкновенной [Электронный ресурс] / В. К. Жарикова, В. С. Рудницкая // Международная научно-практическая конференция «Первые шаги в науку». – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/285/91190.php> (дата обращения: 12.04.2021).
2. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников / А. С. Захаров [и др.]. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Жукова, А. А. Биоиндикация качества природной среды: пособие / А. А. Жукова, С. Э. Мاستицкий. – Минск: БГУ, 2014. – 112 с.
4. Литовкина, А. А. Метод биоиндикации как способ оценки качества воздушной среды города / А. А. Литовкина, Г. Е. Никифорова // Современные тенденции в науке и образовании. – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», Издательская Къща «СОРОС», 2019. – С. 401-404.
5. Алгоритм оценки опасности выбросов предприятия за «цикл жизни» и после закрытия / И. П. Степанова, А. Н. Степанов, Е. И. Гореликова, Ю. Г. Лещев // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2012. – № IV-1 (12). – С. 100-108.