

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140>

БИОМОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ПРИМЕРЕ С. КАЛИННИКИ БИРСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Научная статья

Минина Н.Н.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-6343-7283;

¹ Уфимский университет науки и технологий, Бирск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (mnn27[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлен анализ загрязнений окружающей среды с. Калинники Бирского района Республики Башкортостан. Показано, что загрязнение окружающей среды на сегодняшний день является актуальной и распространенной проблемой всего человечества. В небольших населенных пунктах, где отсутствует промышленное загрязнение, основную массу вредных веществ приносит автотранспорт. В статье представлены результаты исследований количества автомобильного транспорта на территории села и оценки среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки. Учет автотранспортной нагрузки показал, что санитарные нормы для жилой местности соблюдены. На исследуемых участках №1 (контрольный), №2, №3, №4 интегральный показатель флуктуирующей асимметрии по шкале соответствует I баллу, что определяет «условно нормальное» качество среды. Участок № 5, который является самой ближайшей точкой к автотрассе регионального значения Уфа-Бирск-Янаул, характеризуется незначительными отклонениями от нормы и соответствует II баллам по качеству состояния среды. Выявлена следующая закономерность: по мере удаления от внутренней части территории села по юго-западному направлению происходит увеличение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев.

Ключевые слова: загрязнения атмосферного воздуха, выбросы автотранспорта, учет автотранспорта, биоиндикация, состояние среды, флуктуирующая асимметрия листьев.

BIOMONITORING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN SETTLEMENTS ON THE EXAMPLE OF KALINNIKI VILLAGE, BIRSKY DISTRICT, REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Research article

Minina N.N.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-6343-7283;

¹ Ufa University of Science and Technology, Birsk, Russian Federation

* Corresponding author (mnn27[at]mail.ru)

Abstract

The article presents an analysis of environmental pollution in the village of Kalinniki, Birsky district, Republic of Bashkortostan. It is shown that environmental pollution today is an urgent and widespread problem of all mankind. In small settlements, where there is no industrial pollution, the bulk of harmful substances is brought by motor transport. The article presents the results of research on the amount of motor transport on the territory of the village and environmental assessment by fluctuating asymmetry of leaf laminae. Accounting of motor loading has shown that sanitary norms for residential area are met. At the investigated sites No.1 (control), No.2, No.3, No.4 the integral index of fluctuating asymmetry on the scale corresponds to I point, which defines "conditionally normal" quality of the environment. Site No. 5, which is the closest point to the Ufa-Birsk-Yanaul regional motorway, is characterized by insignificant deviations from the norm and corresponds to grade II in terms of environmental quality. The following regularity has been identified: as one moves away from the inner part of the village territory along the south-western direction, the integral index of fluctuating asymmetry of leaves increases.

Keywords: atmospheric air pollution, motor vehicle emissions, motor vehicle records, bioindication, environmental conditions, fluctuating leaf asymmetry.

Введение

Окружающая среда находится под влиянием антропогенной нагрузки, возрастающей с каждым днем. При непосредственном близком расположении автомобильных дорог к жилым зонам происходит увеличение концентрации вредных и токсичных веществ в местах постоянного пребывания людей. Химическая промышленность, заводы, фабрики, деятельность сельского хозяйства могут принести невосполнимый урон окружающей среде в целом. В воду, почву, атмосферу попадают продукты переработки нефти, тяжелые металлы и другие вредные вещества, которые образуются во время работы автомобилей, починки и реставрации разного оборудования заводов. От возрастания влияния антропогенной деятельности на окружающую среду сильное негативное воздействие получают живые организмы. Проблема загрязнения окружающей среды остается актуальной в наше время, именно поэтому появляется большая необходимость использования надежных, но в то же время не дорогостоящих методов оценки воздействия человека на природные экосистемы. Контроль над степенью загрязнения окружающей среды требует применения эффективных и доступных не требующих специального оборудования способов изучения загрязнений. Одним из таких методов является биоиндикация, которая основана на оценке качества природной среды по состоянию ее биоты. Растения и многие представители царства животных обладают высоким уровнем чувствительности к воздействию

разных загрязнителей. Содержание загрязняющих примесей во всех слоях биосферы могут приводить к угнетению жизнедеятельности, потери нормального функционирования органов и других частей тела живых организмов. В связи с этим многие виды растений и животных можно использовать в качестве индикаторов выявления загрязнений в окружающей среде.

Основная отрицательная роль содержания загрязнителей в атмосфере состоит в том, что они способны изменять свойства воздуха и, как следствие, данные изменения могут привести к нежелательным, а также непоправимым последствиям. Загрязняющие примеси, которые попадают в воздух, участвуют в загрязнении живой природы, разрушении природных экосистем, способствуют увеличению количества заболеваний людей. В целом, наша атмосфера представляет дисперсную систему [1, С. 6], [6, С. 64].

На сегодняшний день выделяют несколько классификаций загрязнителей атмосферного воздуха. Основным является классификация, основанная на происхождении загрязняющих частиц. Выделяют: естественные (природные) загрязнения и антропогенные (искусственные) загрязнители. Соответственно, по агрегатному состоянию загрязнения могут представлять собой газы, жидкости, твердые частицы.

В свою очередь, загрязнения природного происхождения подразделяются на: взвешенные, например, пыли от метеоритов и земные, например, продукты извержения вулканов, продукты выделения пожаров, споры растений, результат гниения и брожения органических веществ [2, С. 49].

Значительный вклад в образовании массы загрязнений в атмосфере вносят отработавшие газы транспорта [3, С. 269]. В выхлопных газах содержится более 200 токсичных веществ [4, С. 12]. В составе выхлопов преобладающими являются: угарный газ, углекислый газ, оксиды азота, взвешенные частицы, из органических веществ – альдегиды, несгоревшие углеводороды.

Все виды загрязнений в любом их количестве могут нести опасность человеку и живой природе в целом. Например, при постоянном воздействии на организм человека угарного газа и диоксида азота могут развиваться пороки сердечно-сосудистой и дыхательной систем [4, С. 14].

Наиболее опасны выбросы выхлопных газов в центрах крупных городов, так как интенсивность движения передвижных источников в мегаполисах превышает в несколько раз по сравнению с интенсивностью движения транспорта в периферии [5]. Большой список болезней сопутствует чрезмерному воздействию выбросов отработавших газов на организм человека. Возникают всевозможные патологии, связанные с нарушением нормальной деятельности дыхательной системы, сердечно-сосудистой системы, нервной системы. В конечном итоге болезни могут привести к инвалидности, снижению демографии, сильному сокращению населения на территориях с усиленным влиянием автотранспортной нагрузки [4, С. 13].

Для того чтобы оценить состояние окружающей среды, активно применяются методы биоиндикации, которые направлены на изучение качества природной среды по состоянию ее биоты [6].

Одним из главных направлений биоиндикции является фитоиндикация. Многие растения обладают высокой чувствительностью к внешним негативным воздействиям. При фитоиндикации обычно отмечают внешние изменения растений – их ответные реакции. К таким признакам можно отнести: изменение окраски или формы листовых пластинок, образование хлорозов, появление некрозов [7, С. 35]. Например, за счет хорошей аккумулялирующей способности многих растений их листья могут значительно преобразоваться в формах. Таковыми являются листовые пластинки растений, имеющие билатеральную симметрию.

Данная работа посвящается исследованию экологического состояния территории села Калинники Бирского района Республики Башкортостан при помощи растений-биоиндикаторов и учета автотранспортной нагрузки. Качество окружающей среды на территории данного села не изучалось. Проведенные исследования позволяют составить рекомендации по оздоровлению или поддержанию благоприятной экологической обстановки в данной местности.

Методы и принципы исследования

Точки исследования и места сбора материалов выбирались с учетом мест особой загрязненности и загруженности автотранспортом. При отборе участков учитывались такие параметры как отсутствие перекрестков и остановок. Для оценки чистоты внутренней части территории были отобраны 5 участков – Северо-Западная часть села Калинники (контрольная точка), участки, расположенные по улице Калинина, по улице Центральная, по улице Полевая. В качестве пятой точки исследования взяли Северо-Восточную часть села – ближайшую точку к внутренней территории села. В связи с тем, что рядом с территорией проходит трасса регионального значения Республики Башкортостан 80к-029, решили определить ее влияние на экологическую обстановку в селе Калинники. Схема расположения участков исследования представлена на рисунке 1 [8].

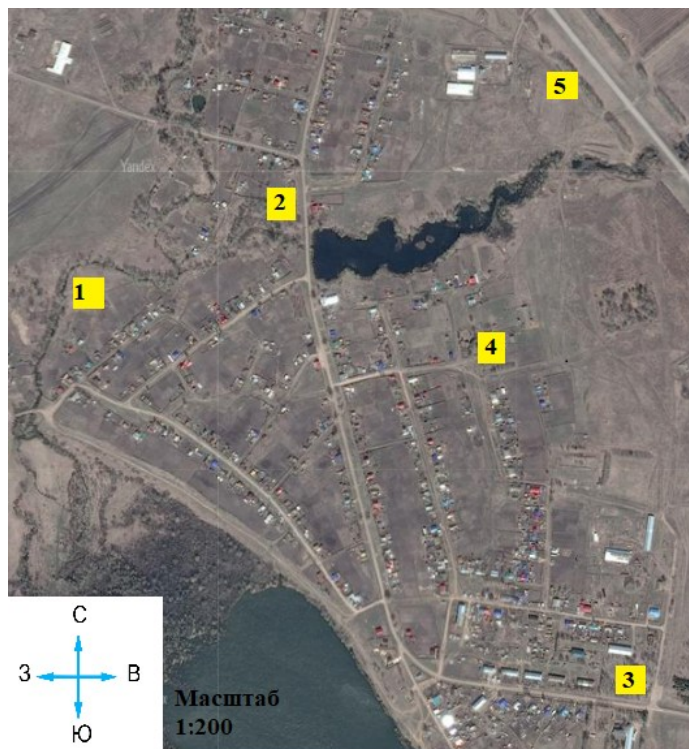


Рисунок 1 - Схема расположения точек исследования
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.1>

Примечание: 1 – Участок 1; 2 – Участок 2; 3 – Участок 3; 4 – Участок 4; 5 – Участок 5.

Участок №1 расположен на Северо-Западной части села Калинники. Участок исследования расположен с левой стороны берега вниз по течению реки Калинка. Рядом отсутствуют автомобильные дороги. В связи с меньшим количеством антропогенного воздействия данная площадка исследования выделена как контрольная.

Участок № 2 расположен по улице Калинина. Рядом находятся Дом культуры и пруд. Данная точка исследования расположена недалеко от проезжей части, дорога с асфальтированным покрытием. На улице Калинина также расположена детская библиотека. На протяжении всей улицы располагаются посадки из липы, тополя и березы повислой.

Участок № 3 расположен по улице Центральная, рядом с МБОУ СОШ с. Калинники. Данная площадка исследования находится недалеко от дороги с асфальтированным покрытием. По данному адресу также расположены учреждения: администрация сельского поселения Калинниковский сельсовет муниципального района Бирский район РБ, детский сад «Калинка», сельское отделение почтовой связи, продуктовый магазин, офис Сбербанка России. На пересечении улиц Центральная и Калинина расположена церковь Петра и Павла. Участок богат посадками из тополя и березы повислой.

Участок № 4 расположен по улице Полевая. Дорога не заасфальтирована. Данный участок исследования характеризуется меньшим количеством движения автотранспорта. Рядом с площадкой расположено отделение бывшего Калинниковского лесничества. На данный момент данная территория относится Бирскому Лесническому хозяйству.

Участок № 5 расположен на Северо-Восточной части села Калинники. Данный участок исследования является ближайшей точкой к главной причине загрязнения окружающей среды – автотрассы. Расстояние между трассой и данной точкой исследования составляет около 200 метров. Данный участок характеризуется посадками из березы повислой.

Трасса 80к-029 – автомобильная дорога общего пользования регионального значения Республики Башкортостан протяжённостью 181 км [9].

Учет количества автотранспорта проводился на всех участках в первый месяц четырнадцатого числа каждого времени года с 14⁰⁰ до 15⁰⁰ часа. Учитывались следующие типы транспорта: легковой, грузовой автотранспорт, автобусы, мотоциклы.

Береза повислая (*Betula pendula* Roth.) обладает большой аккумулятивной способностью, то есть свойством накапливать в своих побегах химические соединения, загрязняющие окружающую среду. Поэтому береза является хорошим растением-индикатором качества атмосферного воздуха.

Сбор листовых пластинок березы для исследования проводили после остановки роста листьев. В каждой точке исследования отбирают 10 модельных деревьев, у которых с нижней части кроны срывают по 10 листовых пластинок. Снятие измерений листовой пластинки березы повислой проводят по пяти признакам. Измерения проводят с левой и правой сторон листа. Далее приведем список изучаемых параметров листовой пластинки березы повислой.

- 1 – ширина половинки листа;
 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка;
 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка;
 4 – расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка;
 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилки второго порядка [10 С. 62-64].
 Для наглядности схема выполнения измерений приводится на рисунке 2.3.

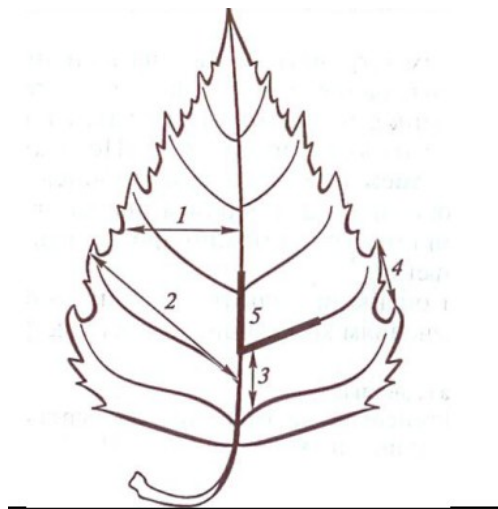


Рисунок 2 - Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития березы повислой

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.2>

Для выполнения работы необходимы: циркуль-измеритель, линейка и транспортир. Измерения промеров 1, 2, 3, 4 проводят с помощью циркуля-измерителя и линейки с миллиметровой шкалой деления. Транспортир необходим для измерения угла. Полученные показатели вносят специальную таблицу.

После определения параметров 1-5 с левой и правой стороны листа вычисляют относительную величину асимметрии для каждого предложенного признака. Данный показатель определяют делением разности замеров с левой и правой части листа на сумму этих же замеров (1):

$$\frac{|L-R|}{|L+R|} \quad (1)$$

где L – промер признака с левой стороны листовой пластинки, R – промер признака с правой стороны листа.

Полученные результаты вносятся в специальную таблицу.

На следующем этапе работы вычисляют показатель флуктуирующей асимметрии для каждого листа березы повислой. Для этого все пять показателей относительной величины асимметрии признаков одного листа суммируют и определяют среднеарифметическое, то есть сумму величин асимметрии всех признаков делят на общее число признаков – на пять. Данные вычислений вносятся в таблицу соответственно.

Последний этап работы предполагает вычисление интегрального показателя стабильности развития. Для определения интегрального показателя находят среднеарифметическое значение суммы показателей асимметрии всех выборок (показатель асимметрии всех листьев на одном дереве). Полученное значение округляют до тысячных. Данные вычислений вносятся в таблицу соответственно.

Качество среды определяют по пятибалльной шкале, представленной в таблице 1 [12, С. 86].

Таблица 1 - Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности для березы повислой

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.3>

Балл	Величина показателя стабильности развития	Качество среды
I	< 0,040	Условно нормальное
II	0,040 – 0,044	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
III	0,045 – 0,049	Средний уровень отклонений от нормы
IV	0,050 – 0,054	Значительные отклонения от нормы

Балл	Величина показателя стабильности развития	Качество среды
V	>0,054	Критическое состояние

Один балл характеризует отсутствие загрязнений в исследуемой территории. Два балла говорят о наличии загрязнителей в меньшем количестве, но не влияющих на структурное изменение экосистемы. Три балла характеризуют средний уровень загрязнения. На данном уровне появляется необходимость к запуску мер по предотвращению дальнейшего ухудшения состояния среды. Четыре и пять баллов характеризуют опасную для длительного пребывания зону [10 С. 67].

Результаты и обсуждение

На каждом исследуемом участке были выделены 10 экземпляров березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Деревья были без признаков болезни, различных некрозов, повреждений. С каждого дерева отбирали по 100 штук листьев с нижней части кроны со всех сторон света (Юг, Север, Запад, Восток). Листовые пластинки с каждого пробного дерева складывались в отдельные целлофановые конверты. На каждом конверте указывалась дата сбора, номер участка, номер дерева.

Изучение листовых пластинок проводилось по пяти признакам: измерения с помощью линейки и циркуля-измерителя ширины половинок, определения длины второй жилки, измерения расстояния между основаниями и концами первой и второй жилок, определения с помощью транспортира угла между центральной и второй жилками. Оценивание степени загрязнения атмосферного воздуха проводили по шкале (Таблица 1). Вычислили средние значения признаков листьев березы повислой. Показатели данных представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Средние значения признаков листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.4>

Признаки	Участки исследования				
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Ширина листа справа	2,31±0,03	2,12±0,04	2,31±0,03	2,31±0,03	2,21±0,03
Ширина листа слева	2,35±0,03	2,14±0,04	2,34±0,02	2,36±0,03	2,17±0,03
Длина второй жилки справа	3,77±0,04	3,45±0,06	3,75±0,06	3,76±0,04	3,50±0,04
Длина второй жилки слева	3,85±0,04	3,5±0,06	3,82±0,04	3,84±0,04	3,54±0,04
Расстояние между основаниями 1 и 2-й жилок справа	0,60±0,01	0,43±0,01	0,63±0,01	0,61±0,01	0,49±0,01
Расстояние между основаниями 1 и 2-й жилки слева	0,61±0,01	0,43±0,01	0,62±0,01	0,60±0,01	0,48±0,01
Расстояние между концами 1 и 2-й жилки справа	1,34±0,02	1,24±0,02	1,32±0,02	1,37±0,02	1,24±0,01
Расстояние между концами 1 и 2-й жилки слева	1,36±0,02	1,27±0,02	1,35±0,02	1,39±0,02	1,26±0,01
Угол между центральной и 2-й жилками справа	35,93±0,25	38,06±0,33	35,92±0,25	36,23±0,27	36,72±0,22
Угол между	36,87±0,26	38,52±0,31	36,77±0,24	37,02±0,27	37,25±0,22

Признаки	Участки исследования				
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
центральной и 2-й жилками слева					

Коэффициент вариации листьев не превышает нормы и варьирует в пределах от 5,99 до 18,6%. По полученным показателям можно судить о том, что данные, полученные в процессе изучения морфологических признаков листовой пластинки березы повислой, имеют ценность и могут быть использованы

На следующем этапе работы определили флуктуирующую асимметрию для каждой листовой пластинки дерева. Для этого сложили все значения относительных величин асимметрии по пяти признакам и разделили на общее число признаков, по которым выполнялись промеры.

Данные по флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на участке №1 показывают (таблица 3), что наименьшей величиной асимметрии листовой пластинки березы является 0,034, что соответствует по шкале I баллу. Наибольшей величиной флуктуирующей асимметрии является 0,041. Данная величина соответствует II баллам. Среднее значение асимметрии листа составило 0,37 и характеризует I балл состояния среды. Данный балл указывает на отсутствие загрязнений на данном участке.

Таблица 3 - Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой на контрольном участке № 1 (северо-западная часть с. Калининки)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.5>

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
1	100	5	0,038	I
2	100	5	0,034	I
3	100	5	0,039	I
4	100	5	0,034	I
5	100	5	0,041	II
6	100	5	0,036	I
7	100	5	0,038	I
8	100	5	0,034	I
9	100	5	0,038	I
10	100	5	0,037	I
Средняя величина асимметрии листовой пластинки:				0,37
Средний балл:				I

Результаты вычисления флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой на участке № 2 показали (таблица 4), что наименьшей величиной асимметрии листьев является 0,035, соответствует I баллу. Наибольшей величиной – 0,042, соответствует II баллам. Среднее значение асимметрии составило 0,038. Данная величина соответствует I баллу, что обуславливает благоприятную среду.

Таблица 4 - Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на исследуемом участке № 2 (по улице Калинина)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.6>

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
1	100	5	0,041	II
2	100	5	0,04	II
3	100	5	0,038	I
4	100	5	0,038	I

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
5	100	5	0,042	II
6	100	5	0,041	II
7	100	5	0,035	I
8	100	5	0,038	I
9	100	5	0,037	I
10	100	5	0,031	I
Средняя величина асимметрии листовой пластинки:				0,038
Средний балл:				I

Данные о флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой на участке №3 показали (таблица 5), что наименьшая величина асимметрии листовых пластинок на участке составила 0,033, что соответствует I баллу. Наибольшая величина представлена значением 0,041, что определяется II баллами. Средняя величина флуктуирующей асимметрии на данном участке составила 0,037, что соответствует I баллу. Данное значение асимметрии указывает на отсутствие загрязнений в исследуемой территории.

Таблица 5 - Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на исследуемом участке № 3 (по улице Центральная)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.7>

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
1	100	5	0,033	I
2	100	5	0,039	I
3	100	5	0,039	I
4	100	5	0,034	I
5	100	5	0,037	I
6	100	5	0,036	I
7	100	5	0,04	II
8	100	5	0,034	I
9	100	5	0,034	I
10	100	5	0,041	II
Средняя величина асимметрии листовой пластинки:				0,037
Средний балл:				I

Результаты вычисления флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой на участке № 4 показали (таблица 6), что наименьший показатель величины асимметрии листовой пластинки составил 0,036, что соответствует по шкале I баллу, наибольший показатель – 0,042, соответствует II баллам состояния среды. Средний показатель асимметрии составил 0,039, что соответствует I баллу. Данное значение балла является пограничным в интервале между отсутствием загрязнений и незначительными изменениями в среде отрицательного характера.

Таблица 6 - Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на исследуемом участке № 4 (по улице Полевая)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.8>

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
1	100	5	0,041	II
2	100	5	0,039	I

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
3	100	5	0,042	II
4	100	5	0,04	II
5	100	5	0,039	I
6	100	5	0,04	II
7	100	5	0,039	I
8	100	5	0,038	I
9	100	5	0,041	II
10	100	5	0,036	I
Средняя величина асимметрии листовой пластинки:				0,039
Средний балл:				I

Данные о флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой на участке №5 показали (таблица 7), что наименьший показатель величины асимметрии составил 0,040, что соответствует II баллам, наибольший показатель – 0,047, соответствует III баллам. Среднее значение асимметрии составило 0,043. Данная величина по шкале определяет II балла, что характеризует незначительные отклонения от нормы.

Таблица 7 - Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на исследуемом участке № 5(северо-восточная часть с. Калинники)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.146.140.9>

№ дерева	Общее число листьев	Число промеров (исследованных признаков)	Величина асимметрии листовой пластинки	Балл
1	100	5	0,04	II
2	100	5	0,044	II
3	100	5	0,042	II
4	100	5	0,044	II
5	100	5	0,04	II
6	100	5	0,041	II
7	100	5	0,045	III
8	100	5	0,046	III
9	100	5	0,047	III
10	100	5	0,044	II
Средняя величина асимметрии листовой пластинки:				0,043
Средний балл:				II

Выявлена следующая закономерность: по мере удаления от внутренней части территории села по юго-западному направлению происходит увеличение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев.

Таким образом, изучив карту местоположения села, проанализировав архив метеостанции города Бирск за последние два года, пришли к выводу, что основная масса загрязнений переносится по направлению преобладающих ветров (юго-западных). В связи с тем, что автотрасса расположена в северо-восточном направлении от территории села Калинники, она не играет большой роли в загрязнении. Также нужно отметить, что посадка из древесных растений, которая проходит вдоль автотрассы, защищает от северо-восточных ветров, которые предположительно могут приносить с автомобильной трассы загрязнения выбросов автомобильного транспорта.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

На исследуемых участках №1 (контрольный), №2 и №3 интегральный показатель флуктуирующей асимметрии по шкале соответствует I баллу, что определяется как «условно нормальное» качество среды. На участке № 4 данный показатель имеет пограничный характер, так как средняя величина асимметрии составила 0,39. Участок № 5 характеризуется незначительными отклонениями от нормы и соответствует II баллам по качеству состояния среды. Таким образом, качество среды на территории села Калинники благоприятное.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Макоско А.А. Загрязнение атмосферы и качество жизни населения в XXI веке: угрозы и перспективы / А.А. Макоско, А.В. Матешева. — М.: Российская академия наук. — 2020. — С. 258.
2. Дерябин В.А. Экология: учеб. пособие / В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова. — Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та. — 2016. — С. 136.
3. Ласкина Н.В. Выхлопные газы и их влияние на здоровье человека / Н.В. Ласкина // Преступность в СНГ: проблемы предупреждения и раскрытия преступлений: Сборник материалов международной научно-практической конференции. — Воронеж. — 2020. — С. 269-271.
4. Каримходжаев Н. Сравнительный анализ токсичности выхлопных газов автомобилей и пути ее снижения / Н. Каримходжаев, М.З. Нумонов // Universum: Технические науки. — 2020. — № 11-2 (80). — С. 12-18.
5. Минина Н.Н. Оценка состояния экологического состояния с. Аскино Республики Башкортостан / Н.Н. Минина, А.Р. Магузумьянов // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности. Материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции, 6.10.2023, г. Ростов-на-Дону. — Ростов-на-Дону: Изд-во «Манускрипт». — 2023. — С.176-180.
6. Назаренко Н. Н. Биоиндикация окружающей среды: учебно-практ. пособие / Н.Н. Назаренко, М.Ю. Мосиенко. — Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.- пед. ун-та. — 2019. — С. 115.
7. Дандаев Р.Р. Морфологические изменения растений как параметр биоиндикационной оценки / Р.Р. Дандаев, З.П. Оказова // Вестник биомедицина и социология. — 2021. — Т. 6. — № 2. — С. 33-38.
8. Яндекс-карта села Калининки. — URL: https://yandex.ru/maps/geo/selo_kalinniki/53069357/?ll=55.736050%2C55.245298&z=14.97 (дата обращения: 16.05.2024).
9. TerraBashkiria. — URL: <https://terrabashkiria.ru/na-mashine-do-bashkirii/> (дата обращения: 01.05.2024).
10. Радченко Н.М. Методы биоиндикации в оценке состояния окружающей среды: учеб.-метод. пособие / Н. М. Радченко, А.А. Шабун. — Вологда: Издательский центр ВИРО. — 2006. — С. 148.
11. Белюченко И.С. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие / под. ред. И.С. Белюченко, Е.В. Федоненко, А.В. Смагина. — Краснодар: КубГАУ. — 2014. — С. 153.
12. Цуриков А. Г. Современные проблемы экологии. Экологические аспекты устойчивого развития. Практикум: учеб.пособие / А.Г. Цуриков, Л.М. Кавеленова, Е. С. Корчиков. — Самара: Самарский университет. — 2021. — С. 92. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256901> (дата обращения: 11.05.2024).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Makosko A.A. Zagryaznenie atmosfery i kachestvo zhizni naselenija v XXI veke: ugrozy i perspektivy [Atmospheric pollution and the quality of life of the population in the XXI century: threats and prospects] / A.A. Makosko, A.V. Matesheva. — M.: Russian Academy of Sciences. — 2020. — P. 258. [in Russian]
2. Deryabin V.A. Jekologija: ucheb. posobie [Ecology: study guide] / V.A. Deryabin, E.P. Farafontova. — Yekaterinburg: Ural University Publishing House. — 2016. — P. 136. [in Russian]
3. Laskina N.V. Vyhlopnnye gazy i ih vlijanie na zdorov'e cheloveka [Exhaust gases and their impact on human health] / N.V. Laskina // Prestupnost' v SNG: problemy preduprezhdenija i raskrytija prestuplenij: Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Crime in the CIS: problems of crime prevention and detection: Collection of materials of the international scientific and practical conference]. — Voronezh. — 2020. — Pp. 269-271. [in Russian]
4. Karimhodjaev N. Sravnitel'nyj analiz toksichnosti vyhlopnnyh gazov avtomobilej i puti ee snizhenija [Comparative analysis of the toxicity of car exhaust gases and ways to reduce it] / N. Karimhodjaev, M.Z. Numonov // Universum: Tehnicheskie nauki [Universum: Technical Sciences]. — 2020. — № 11-2 (80). — Pp. 12-18. [in Russian]
5. Minina N.N. Ocenka sostojanija jekologicheskogo sostojanija s. Askino Respubliki Bashkortostan [Assessment of the state of the ecological state of Askino village of the Republic of Bashkortostan] / N.N. Minina, A. R. Maguzumyanov // Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v uslovijah geopoliticheskoj nestabil'nosti. Materialy XXIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 6.10.2023, g. Rostov-na-Donu [Fundamental and applied research in conditions of geopolitical instability. Materials of the XXIII All-Russian Scientific and Practical Conference, 6.10.2023, Rostov-on-Don]. — Rostov-on-Don: Publishing house "Manuscript". — 2023. — Pp.176-180. [in Russian]
6. Nazarenko N.N. Bioindikacija okruzhajushhej sredy: uchebno-prakt. posobie [Bioindication of the environment: educational practice. The manual] / N.N. Nazarenko, M.Y. Mosienko. — Chelyabinsk: Publishing House of the South Ural State Humanitarian University. ped. unit. — 2019. — P. 115. [in Russian]
7. Dandaev R.R. Morfologicheskie izmenenija rastenij kak parametr bioindikacionnoj ocenki [Morphological changes of plants as a parameter of bioindication assessment] / R.R. Dandaev, Z.P. Okazova // Vestnik biomedicina i sociologija [Bulletin of Biomedicine and Sociology]. — 2021. — Vol. 6. — No. 2. — Pp. 33-38. [in Russian]

8. Jandeks-karta sela Kalinniki [Yandex map of Kalinniki village]. — URL: https://yandex.ru/maps/geo/selo_kalinniki/53069357/?ll=55.736050%2C55.245298&z=14.97 (accessed: 16.05.2024). [in Russian]
9. TerraBashkiria. — URL: <https://terrabashkiria.ru/na-mashine-do-bashkirii/> (accessed: 01.05.2024). [in Russian]
10. Radchenko N.M. Metody bioindikacii v ocenke sostojanija okruzhajushhej sredy: ucheb.-metod. posobie [Methods of bioindication in environmental assessment: study guide] / N.M. Radchenko, A.A. Shabunov. — Vologda: VIRO Publishing Center. — 2006. — P. 148. [in Russian]
11. Belyuchenko I. S. Biomonitoring sostoyaniya okruzhayushchej sredy: uchebnoe posobie [Biomonitoring of the state of the environment: a textbook] / edited by I.S. Belyuchenko, E.V. Fedorenko, A.V. Smagina. — Krasnodar: KubSAU. — 2014. — P. 153. [in Russian]
12. Tsurikov A. G. Covremennye problemy jekologii. Jekologicheskie aspekty ustojchivogo razvitija. Praktikum: ucheb.posobie [Modern problems of ecology. Environmental aspects of sustainable development. Study guide] / A.G. Tsurikov, L.M. Kavelenova, E. S. Korchikov. — Samara: Samara University. — 2021. — P. 92. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256901> (accessed: 05.11.2024). [in Russian]