

УДК 57. 042

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ВОДОЕМАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ

Белова Яна Ивановна

МБОУ СОШ №121 г. Челябинска, 7 класс /

МБОУДО «Центр Детский экологический г. Челябинска»

Челябинская область, г. Челябинск, yanabel0308@gmail.com

Аннотация: Целью исследовательской работы стало определение экологического состояния территорий вблизи водоемов Челябинской области методом флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке березы повислой. Исследование проводилось на берегах 8 водоемов Челябинска и Челябинской области в июле 2021 года. На каждом участке проводились наблюдения факторов загрязнения и замеры листовых пластин. Всего было исследовано: 40 деревьев, 400 листьев, сделано 2000 промеров параметров. На основании практических опытов сделаны выводы о состоянии территорий при водоемах.

Ключевые слова: водоемы; флуктуирующая асимметрия; береза повислая; экологическое состояние; загрязнение.

Yana Belova (Russia)

STUDY OF THE CONDITION OF TERRITORIES IN THE RESERVOIRS OF THE CHELYABINSK REGION BY THE METHOD OF FLUCTUATING ASYMMETRY

Abstract: The purpose of the research work was to determine the ecological state of the territories near the reservoirs of the Chelyabinsk region by the method of fluctuating asymmetry on the leaf blade of the hanging birch. The study was conducted on the shores of 8 reservoirs of the Chelyabinsk region in July 2021. Observations of pollution factors and measurements of leaf plates were carried out at

each site. Total was investigated: 40 trees, 400 leaves, 2000 measurements of parameters were made. Based on practical experiments, conclusions are drawn about the state of territories near reservoirs.

Keywords: reservoirs; fluctuating asymmetry; hanging birch; ecological condition; pollution.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение степени антропогенного влияния на окружающую природу является на сегодняшний день одной из актуальных задач экологии. Растения, которые находятся под влиянием целого комплекса негативных факторов, таких как: выхлопные газы от транспорта, выбросы предприятий и иных, связанных с антропогенным загрязнением среды обитания, реагируют соответствующим образом. Так как все компоненты природы тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, то нарушения одного компонента вызывает изменение состояния всех остальных.

Показателем соответствия условий среды потребностям живых организмов является их жизненное состояние, о котором можно судить по степени развития отдельных органов и структур, интенсивности протекания основных процессов.

Традиционно, территория вокруг озер Челябинской области считается экологически чистой и благоприятной для растений и животных, однако, активный туризм и деятельность человека в последние годы наносят ущерб состоянию территорий вокруг водоемов. *Актуальность* исследования заключается в том, что оценка качества среды территорий при водоемах Челябинской области по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки деревьев позволит выявить районы, на которые необходимо обратить внимание экологов и администрации, чтобы минимизировать или устранить влияние негативных факторов.

Изучение состояния среды с помощью метода флуктуирующей асимметрии за последние десятилетия становится довольно популярным у экологов, но, в настоящее время отсутствуют работы по изучению состояния среды на территориях у водоемов Челябинской области, что определяет *научную новизну* работы.

Практическая значимость работы состоит в том, что проведена апробация методики оценки величины флуктуирующей асимметрии по

признакам, характеризующим общие морфологические особенности листа путем промеров листа березы обыкновенной в природно – экологических условиях на территориях водоемов Челябинской области.

Цель работы: определить экологическое состояние территорий вблизи водоемов Челябинской области с использованием метода флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке березы обыкновенной.

Цель работы реализуется через следующие задачи:

1. Изучить литературу по использованию флуктуирующей асимметрии как метода

2. Познакомиться с практическим применением метода флуктуирующей асимметрии

3. Провести экспериментальные измерения параметров флуктуирующей асимметрии на выбранных площадках вблизи водоемов

4. Дать оценку состоянию окружающей среды территорий вблизи водоемов Челябинской области на основе проведенного исследования

Объект исследования: листовая пластина березы обыкновенной.

Предмет исследования: экологическое состояние территорий при водоемах Челябинской области по флуктуирующей асимметрии листовой пластины.

Методы: метод флуктуирующей асимметрии, наблюдение, анализ, математические методы расчета.

Гипотеза: мы полагаем, что с помощью метода флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы можно сделать оценку экологического состояния территории.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Воздействие человека на окружающую среду растет с каждым годом и это вызывает необходимость контроля состояния природы, создание благоприятных условий для животных и растений.

Флуктуирующая асимметрия – это небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы). Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов используют как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения [2, С.27].

Как отмечает В.М. Захаров в качестве биоиндикаторов удобнее всего использовать растения [2, С.27].

В.М. Захаров, Н.Г. Кряжева и др. рекомендуют использовать березу в качестве биоиндикатора, потому что при неблагоприятном антропогенном воздействии происходит изменение стабильности развития этого вида [3, С.78].

Кроме того, береза повислая, а также другие виды берез, произрастающие на территории России; используется для мониторинга качества среды в Росэкологии (Распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р) [5].

Мы выбрали березу повислую в качестве объекта исследования методов флуктуирующей асимметрии, потому что в Челябинской области это одно из самых распространенных деревьев и их можно найти на берегу большинства водоемов.

Для оценки степени нарушения стабильности развития В.М. Захаров и соавторы рекомендуют использовать 5-балльную оценку: «первый балл шкалы – условная норма. Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл — критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в

крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии» [2, С.40] (См. Таблицу 1).

Наши замеры проводились на 8 площадках на берегах восьми водоемов Челябинской области: озер Тургояк, Кумкуль, Анбаш, Первое, Второе, Смолино, Курочкино и карьера вблизи поселка Каолиновый Кыштымского ГО («Уральский Бали»).

Сбор материала осуществлялся в июле 2021 года. Отбирались березы обыкновенные с четко выраженными признаками, растущие на открытых участках (полянах, опушках) по берегу водоемов, т. к. условия затенения являются стрессовыми для березы и существенно снижают стабильность развития растений. Для отбора брали взрослые деревья, листья собирали из нижней части кроны дерева, на высоте от 1,5 метра с максимального количества доступных веток равномерно вокруг дерева. На каждой точке мы брали по 5 деревьев, с каждого дерева по 10 листьев.

После выбора площадок по берегам водоемов для исследования, мы занесли данные о загрязнении по каждому водоему и береговой линии в таблицу (См. Таблицу 2 Приложения). Мы выявляли нет ли рядом стационарных источников загрязнения (таких как заводы, например), а также изучили есть ли транспортная нагрузка, загрязнение от выхлопных газов и другие виды нагрузки.

Площадка №1, озеро Тургояк. Находится в левобережье верхнего течения реки Миасс на территории Миасского городского округа Челябинской области, является гидрологическим памятником природы регионального значения, включён в список ценнейших водоёмов мира. Тургояк называют младшим братом Байкала за его удивительно вкусную и прозрачную воду. Озеро не очень большое – его длина не более 8 км, ширина — 6 км [7].

Площадка №2. Кумкуль – небольшое озеро, расположенное на территории Аргаяшского района Челябинской области. Площадь озера составляет 5,9 км², длина – около 2 км, ширина – около 3 км. Озеро расположено в холмистой лесостепной местности с берёзовыми рощами.

Несмотря на то, что большая часть берега застроена частными владениями, на оставшейся территории сильные загрязнения от туристов, горы мусора, которые выделяют вредные вещества в сточные воды.

Площадка № 3. Берег искусственного карьера Каолиновый («Уральское Бали»). Это затопленный карьер в окрестностях поселка Каолиновый в Кыштымском ГО Челябинской области. Ранее здесь добывали каолин – разновидность белой глины. Вода лазурно-бирюзового оттенка – результат щелочной реакции взаимодействия каолинового минерала и воды. Сам каолин не растворяется в воде. Из него выходят вредные примеси - титан, железо, алюминий, кремний [8]. Не случайно в самом водоеме нет никакой живности и растительности. Глубина карьера – около 7 метров.

Площадка №4. Озеро Анбаш. Озеро Анбаш – это небольшой водоем почти круглой формы площадью около 2,5 кв. км, расположенный на территории Кыштымского ГО (примерно в 1 км к югу от города). У западного берега проходит железная дорога и автомобильная дорога на Тайгинку, а у северо-восточного – трасса на Аргаяш.

Из загрязнений – близость оживленной автомобильной трассы и активное посещение туристами, замусоренность территории.

Площадка №5. Озеро Первое. Располагается в городской черте Челябинска, в Тракторозаводском районе города. Площадь озера — 18,5 км², максимальная глубина – 10,5 м, средняя – 7,7 м. Сейчас озеро принимает стоки ЧТЗ, челябинской ТЭЦ-2, завода ЖБИ и завода шлифовальных изделий. Доля сточных вод в водном балансе достигает 86 % [9].

Площадка №6. Озеро Второе. Расположено в 10 км к востоку от Челябинска, в Красноармейском районе, вблизи поселка Петровский. Используется для доочистки промышленных стоков. Площадь озера 15,6 км²; макс. глуб. 7,6 м. Берега ровные, пологие; островов нет. Через систему протоков и искусственных каналов с запада сообщается с Первым озером,

Площадка №7. Озеро Смолино. Находится в Челябинске, на юго-востоке города. По его берегам проходит Троицкий тракт, автодорога Меридиан,

Копейское шоссе и железная дорога на Новосинеглазово. Площадь 27 километров², средняя глубина- 3,7 метра, наибольшая — 6,8 метров. Находится в черте города и сильно подвержено человеческому фактору: мусор от отдыхающих, стоки от жилых секторов, производственные сливы и тяжелые металлы от заводов.

Площадка №8. Озеро Курочкино (искусственный водоём) находится на расстоянии 3 км от Челябинска в Копейском городском округе. Длина 2,6 км, ширина 1,4 км, глубина 3 м., площадь зеркала 1,92 км². Северо–восточный берег – поселок Старокамьшинск, южный – камышовый залив, западный – сады, базы отдыха, пионерлагерь.

На каждой точке мы провели замеры параметров флуктуирующей асимметрии собранных листьев берез в соответствии с методикой В.М. Захарова. Данные внесли во вспомогательные таблицы (в качестве примера см. Таблицу 3-1 Приложения).

Всего нами было исследовано 40 деревьев, 400 листьев, сделано 2000 промеров параметров, затем проведены расчеты.

Для каждого промеренного листа вычислили относительные величины асимметрии для каждого признака. Данные внесли во вспомогательные таблицы (в качестве примера см. Таблицу 4-1 Приложения).

Сопоставив полученные показатели стабильности развития дерева с таблицей Захарова, получаем, на основании замеров, полученных с дерева 1 на точке 1 (Тургояк) 0,046 – сильное влияние неблагоприятных факторов.

По результатам нашего исследования оказалось, что на всех выбранных нами участках, показатель флуктуирующей асимметрии свидетельствует о критическом состоянии среды.

На точке 1 (озеро Тургояк) причиной крайне неблагоприятной ситуации мы полагаем большое количество автомобилей (несколько тысяч каждый день), а также поток туристов, загрязняющих береговую территорию.

На точке 2 (озеро Кумкуль) и точке 4 (Анбаш) ситуация аналогичная из-за частных баз, большого количества туристов и автомобилей.

На точке 3 («Уральское Бали») причинами загрязнения мы полагаем наличие городской свалки. Однако там уровень загрязнения ниже, чем на озерах Тургояк и Кумкуль, которые ранее считались экологически чистыми территориями.

На точке 5 (озеро Первое) выявились крайне неблагоприятные экологические условия. В принципе, мы это предполагали, поскольку озеро находится в черте города, рядом с несколькими большими промышленными предприятиями, сливающими свои стоки в его воды. Также очень вредят озеру отходы человеческой деятельности, наличие большого количества автотранспорта рядом с озером.

На точке 6 (озеро Второе) тоже мы выявили крайне неблагоприятные экологические условия, мы можем объяснить это тем, что озера Первое и Второе находятся рядом и на Второе озеро так же распространяются вредные стоки предприятий.

На точке 7 (озеро Смолино) оказалось загрязнения меньше, чем на Первом и Втором озерах, возможно это связано с тем, что в последние годы тут проводят активно очистительные работы и стараются уменьшить количество вредных стоков в воду озера.

Точка 8 (озеро Курочкино) оказалась самым малозагрязненным местом из всех точек, там меньше всего вредных воздействий.

Важно уточнить, что мы преднамеренно выбирали участки, на которых высокая активность человека (туризм, автомобили и т.д.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы рассмотрели понятие флуктуирующей асимметрии как одного из методов биоиндикации, выявили, каким образом этот метод можно применять для оценки состояния среды.

На основании теоретической информации мы провели практическое исследование на восьми участках вблизи водоемов, расположенных в Челябинской области: на берегу озер Тургояк, Кумкуль, Анбаш, Первое, Второе, Смолино, Курочкино и искусственном водоеме – каолиновом карьере («Уральское Бали»).

На каждом из выбранных участков мы оценили воздействие негативных факторов на окружающую среду: транспортная нагрузка, наличие или отсутствие выбросов от предприятий, загрязнения от туристов и т.д.

Мы видим, что в основном, ситуация не очень благоприятная и необходимо принимать меры по сокращению уровня воздействия человека, снижение автомобильного потока, установки очистных сооружений на предприятиях, которые сбрасывают свои отходы в воду исследованных нами озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луговская, Л.А. Оценка комфортности среды по флуктуирующей асимметрии дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) / Л.А. Луговская, А.В. Землякова, Л.А. Межова. // Региональные геосистемы. – 2016. – № 18 (239). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-komfortnosti-sredy-po-fluktuiruyushey-asimmetrii-duba-chereshchatogo-quercus-robur-l> (дата обращения: 30.06.2021).
2. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов. — М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Захаров, В.М. Оценка стабильности развития березы в разных частях ареала / В.М. Захаров, Ф.Н. Шкиль, Н.Г. Кряжева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Биология. – 2005. – № 1 (9). – С. 77–84.
4. Петункина, Л.О. Берёза повислая как индикатор качества городской среды / Л.О. Петункина, А.С. Сарсацкая // Вестник КемГУ.– 2015.– № 4–3 (64). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/beryoza-povislaya-kak-indikator-kachestva-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 23.07.2021).
5. Распоряжение: «Об утверждении Методических рекомендаций по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ» от 16 октября 2003 года N 460-р. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901879474> (дата обращения 29.07.2021).
6. Хомутова, И. В. Экологическая безопасность. Школьный экологический мониторинг / И.В. Хомутова: Учебное пособие. – М.: Просвещение, 2019. – 192 с.
7. Урочище. Справочник о туризме Челябинской области. – URL: <https://urochishe.ru/vodnyie-obektyi/turgoyak-ozero/> (дата обращения: 24.07.21)

8. Микушин, А. Путевка на «Уральское Бали»: что кроется за красотой известного карьера с бирюзовой водой / А. Микушин // Комсомольская правда. – 2020. – 20 июня. – URL: <https://www.chel.kp.ru/daily/27142.5/4234966/>

9. Первое озеро. Челябинск: Энциклопедия / Сост.: В. С. Боже, В. А. Черноземцев. — Изд. испр. и доп. — Челябинск: Каменный пояс, 2001. — 1112 с. – URL: <http://book-chel.ru/ind.php?what=card&id=2114>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1. – Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (по В.М. Захарову)

Балл	Величина показателя стабильности развития	Оценка здоровья среды в зависимости от показателя стабильности развития
I	<0,040	условная норма
II	0,040-0,044	слабое влияние неблагоприятных факторов
III	0,045-0,049	сильное влияние неблагоприятных факторов
IV	0,050-0,054	
V	>0,054	крайне неблагоприятные экологические условия

Таблица 2. – Характеристика исследуемых участков по наличию источников загрязнения

Исследуемый участок	Наличие стационарного источника загрязнения	Транспортная нагрузка и др. виды загрязнений
Точка 1. Озеро Тургояк Челябинская область	Отсутствуют	Высокая, более 3000 машин в день на городском пляже в летние дни. Много мусора от туристов
Точка 2. Озеро Кумкуль, Челябинская область	Отсутствуют	Мусор от туристов
Точка 3. «Уральское Бали» - затопленный каолиновый карьер, Каштымский ГО	Недалеко от карьера городская свалка и скотомогильник.	Загрязнений от автомобилей существенных нет, поскольку проезд к берегам на автомобилях закрыт на расстоянии более километра.
Точка 4. Озеро Анбаш, Кыштымский ГО, Челябинская область	Отсутствуют	Вблизи проходит оживленная автомобильная трасса, много туристов, мусор от них
Точка 5. Озеро Первое, Челябинск	Сточные воды ЧТЗ, челябинской ТЭЦ-2,	Городские застройки, загрязнения от

	завода ЖБИ и завода шлифовальных изделий	автотранспорта
Точка 6. Озеро Второе, Челябинская обл.	Используется для доочистки промышленных стоков	На северо-восточной стороне расположен поселок Петровский, садовые участки, базы отдыха
Точка 7. Озеро Смолино, Челябинск	Стоки от жилых секторов, производственные сливы и тяжелые металлы от заводов	Человеческий фактор, автотранспорт. По его берегам проходит Троицкий тракт, автодорога Меридиан, Копейское шоссе и железная дорога на Новосинеглазово.
Точка 8. Озеро Курочкино,	Эндогенные пожары после выработки угольных шахт	Вокруг озера садовые товарищества. Транспорта не много.

Таблица 3.1. – Обработка исходных данных по оценке стабильности развития с использованием мерных признаков (параметров листа). Пример вспомогательной таблицы. Точка 1, Дерево 1

№ листа	Промеры показателей листа									
	Пар.1, °		Пар.2, мм		Пар. 3, мм		Пар.4, мм		Пар.5, мм	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
1	50	47	4	5	14	13	36	35	25	26
2	41	45	5	4	8	12	35	31	20	18
3	49	48	4	4	13	10	31	30	23	21
4	45	45	4	5	10	10	32	33	21	21
5	45	45	4	4	10	11	30	29	21	21
6	42	42	4	5	11	10	28	28	19	19
7	41	40	5	4	9	10	27	28	17	17
8	42	42	4	3	12	11	28	27	20	20
9	37	45	4	4	11	10	29	30	18	18
10	46	44	3	4	10	9	24	25	16	16

Таблица 4-1. – Вспомогательная таблица для расчёта интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке. Пример вспомогательной таблицы

Точка 1, Дерево 1

№ листа	Номер параметра					Величина асимметрии листа
	Пар.1	Пар.2	Пар. 3	Пар.4	Пар.5	
1	0,03	0,11	0,037	0,014	0,019	0,042
2	0,046	0,11	0,2	0,06	0,05	0,093
3	0,01	0	0,13	0,016	0,045	0,04
4	0	0,11	0	0,15	0	0,052
5	0	0	0,047	0,016	0	0,012
6	0	0,11	0,047	0	0	0,031
7	0,01	0,11	0,05	0,018	0	0,038
8	0	0,11	0,043	0,018	0	0,034
9	0,097	0	0,047	0,016	0	0,032
10	0,022	0,142	0,052	0,2	0	0,083
Показатель стабильности развития дерева: 0,046						

Таблица 5. Оценка здоровья среды в зависимости от показателей стабильности развития деревьев на участке

№ точки	Средний показатель стабильности развития деревьев на точке	Балл	Оценка здоровья среды
1	0,066	5	крайне неблагоприятные экологические условия
2	0,067	5	крайне неблагоприятные экологические условия
3	0,048	3	сильное влияние неблагоприятных факторов
4	0,048	3	сильное влияние неблагоприятных факторов
5	0,108	5	крайне неблагоприятные

			экологические условия
6	0,094	5	крайне неблагоприятные экологические условия
7	0,054	4	сильное влияние неблагоприятных факторов
8	0,041	2	Слабое влияние неблагоприятных факторов