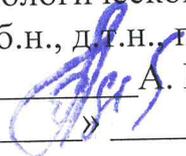


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Биологический институт (БИ)  
Кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК

Зав. кафедрой экологии,  
природопользования и  
экологической инженерии  
к.б.н., д.т.н., профессор  
 А. М. Адам  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г

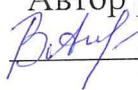
Воробьева Анастасия Валерьевна

ИЗУЧЕНИЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ  
ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.) В УСЛОВИЯХ  
УРБОТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТОМСКА

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание степени магистра экологии по направлению подготовки  
05.04.06 - Экология и природопользование

Руководитель ВКР  
д-р мед. наук, профессор  
кафедры экологии,  
природопользования и  
экологической инженерии  
 Е.Н. Ильинских  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор работы  
 А.В. Воробьева

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
Биологический институт (БИ)  
Кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой экологии,  
природопользования и  
экологической инженерии  
к.б.н., д.т.н., профессор  
\_\_\_\_\_ А. М. Адам  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г

ЗАДАНИЕ

по подготовке ВКР магистра Воробьевой Анастасии Валерьевны, группы 01371

1. Тема магистерской диссертации: Изучение флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula roth.*) в условиях урботерритории города Томска.

2. Срок сдачи студентом выполненной магистерской работы:

а) на кафедре \_\_\_\_\_

б) в ГАК \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к работе:

Цель магистерской – провести биоиндикационное исследование для экологической оценки качества окружающей среды отдельных территорий города Томска с помощью показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.*

Задачи:

1) Дать экологическую оценку качества состояния окружающей среды на выбранных площадках города Томска с помощью интегрального показателя стабильности развития березы повислой *Betula pendula roth.*;

2) Оценить возможность использования метода флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth.* для оценки качества окружающей среды вблизи автотрасс;

3) Составить карту выбранных микрорайонов города Томска с указанием степени изменений качества окружающей среды с использованием метода флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.*

Объект исследования – листья березы повислой *Betula pendula roth.*

Предмет исследования – экологическое состояние территории города Томска.

#### 4. Краткое содержание работы:

1) Проведен анализ литературных данных, который позволил изучить значение и область применения метода флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth.* (февраль – май 2018) – в результате оформлена первая глава «Обзор литературных данных» магистерской диссертации;

2) Получены практические навыки выполнения биоиндикационного исследования с применением метода флуктуирующей асимметрии (сентябрь – октябрь 2017, апрель – май 2018, июль – сентябрь 2018) – в результате оформлена вторая глава «Материалы и методы» магистерской диссертации;

3) Проведена оценка качества окружающей среды на территории выбранных микрорайонов города Томска (октябрь – декабрь 2018, январь – февраль 2019) – в результате оформлена третья глава «Результаты собственного исследования» магистерской диссертации;

4) Проведен сравнительный анализ качества окружающей среды исследуемых территорий (март – май 2019) – в результате оформлена четвертая глава «Обсуждение собственных результатов» магистерской диссертации.

5. Указать предприятие, организацию по заданию которого выполняется работа: Национальный исследовательский Томский государственный университет.

6. Перечень графического материала: таблицы – 4 шт., рисунки – 5 шт.

7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель ВКР

д-р мед. наук, профессор

кафедры экологии,

природопользования и

экологической инженерии

должность, место работы

\_\_\_\_\_

подпись

Е.Н. Ильинских

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению «\_\_ \_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

дата

\_\_\_\_\_

подпись студента

## АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена изучению метода флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.*, определению качества среды при помощи данного метода на территориальных участках города Томска. По результатам, полученных данных на территории выбранных районов (№1, №2 и №3) работа написана и оформлена.

Цель диссертации – провести биоиндикационное исследование для экологической оценки качества окружающей среды отдельных территорий города Томска, с помощью показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.*

В основе данной работы лежат результаты производственных практик и научно-исследовательских работ, которые были проведены в период 2017–2019 г.г..

В ходе прохождения выше указанных мероприятий был проведен анализ литературных данных, который позволил изучить значение и область применения метода флуктуирующей асимметрии, в дальнейшем были получены практические навыки в ходе отбора проб листьев березы повислой *Betula pendula roth.*

Были проведены измерения полученных значений для дальнейшего определения уровня качества среды, на территории выбранных районов. Отбор проб и проведение измерений проходил, согласно методике В.М. Захарова. В результате представлены таблицы, где указаны значения интегрального показателя на территории каждого из участков данных районов. Оформлена карта степени загрязнения окружающей среды, на территории выбранных районов города Томска и сформированы выводы работы.

## ANNOTATION

This work is devoted to the study of the method of fluctuating asymmetry of birch leaves by hanging *Betula pendula roth.* Determining the quality of the environment using this method in the territorial sections of the city of Tomsk. According to the results obtained in the territory of selected areas (№ 1, № 2 and № 3), the work was written and framed.

The purpose of the thesis is to conduct a bioindication study to assess the environmental quality of individual territories of the city of Tomsk, using the indicator of fluctuating asymmetry of a leaf of a birch leaf of *Betula pendula roth.*

The basis of this work is the results of industrial practices and research work, which were conducted in the period 2017–2019.

During the passage of the above activities, an analysis of literature data was carried out, which allowed to study the meaning and scope of the method of fluctuating asymmetry, and then practical skills were obtained during the sampling of birch leaves from *Betula pendula roth.*

Measurements of the obtained values were carried out to further determine the level of environmental quality in the territory of selected areas. Sampling and measurement took place according to the method of V. Zakharov. As a result, tables are presented showing the values of the integral indicator in the territory of each of the sections of these areas. A map of the degree of environmental pollution was issued on the territory of selected districts of the city of Tomsk and the conclusions of the work were formed.

ОГЛАВЛЕНИЕ	
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ .....	7
ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ .....	11
1.1 Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой <i>Betula pendula roth.</i> как метод биоиндикации загрязнения окружающей среды.....	11
1.2 Механизмы развития флуктуирующей асимметрии у растений .....	14
1.3 Береза повислая <i>Betula pendula roth.</i> как объект экологических исследований .....	18
1.4 Использование метода флуктуирующей асимметрии березы повислой <i>Betula pendula roth.</i> для оценки качества окружающей среды в условиях города .....	21
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	25
2.1 Характеристика площадок отбора материала исследования.....	25
2.2 Метод исследования .....	29
2.3 Статистический анализ результатов исследования, критерий Стьюдента, кластерный анализ .....	35
3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
3.2 Сравнительный анализ качества окружающей среды исследуемых территорий.....	38
3.3 Оценка степени изменения качества окружающей среды, выбранных микрорайонов города Томска .....	39
4 ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	48
Приложение А .....	57

## **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ**

РАН – Российская академия наук

РСФСР – Российская Советская Федеративная Социалистическая Республика

СССР – Союз Советских Социалистических Республик

ПДК – предельно допустимые концентрации

ПДК<sub>м.р.</sub> – предельно допустимые концентрации, максимально разовые

ПДК<sub>с.с.</sub> – предельно допустимые концентрации, среднесуточные

ПДВ – предельно допустимые выбросы

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** В настоящее время экологические проблемы становятся все более актуальными, что обусловлено постоянным ростом влияния антропогенных факторов на состояние окружающей среды, которое приводит к нарушению устойчивости экологических систем. В связи с такими изменениями необходимо проведение оценки качества состояния окружающей среды. Одним из подходов к оценке качества среды служит биоиндикационный метод, позволяющий оценить состояние живых организмов по стабильности развития, которое характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур.

Живые организмы несут наибольшее количество информации об окружающей их среде обитания. Реакция живого организма позволяет оценить антропогенное воздействие на среду обитания в показателях, имеющих биологический смысл. Для оценки состояния городских и поселковых экологических систем служат древесные растения. В качестве биоиндикаторов используют наиболее чувствительные к исследуемым факторам организмы. Большое внимание при диагностике состояния древесных растений уделяется ассимиляционным органам, и в частности листве и хвое, поскольку они определяют рост и развитие всех других структур растительного организма.

Для проведения данного исследования были выбраны отдельные территориальные участки города Томска, вдоль улиц с интенсивным автомобильным движением. В качестве контрольных участков взяты городские парки.

**Объектом исследования** являются листья березы повислой *Betula pendula roth*. Этот вид успешно используется, как вид – биоиндикатор для оценки качества среды, входит в состав различных экологических систем (биотопов), его ареал включает степные и лесостепные зоны Средиземноморья, Западной Сибири и Алтая.

**Предмет исследования** – экологическое состояние территории города Томска.

**Цель и задачи исследования.** Цель данной работы – провести биоиндикационное исследование для экологической оценки качества окружающей среды отдельных территорий города Томска с помощью показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.* Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1) Дать экологическую оценку качества состояния окружающей среды на выбранных площадках города Томска с помощью интегрального показателя стабильности развития березы повислой *Betula pendula roth.*;

2) Оценить возможность использования метода флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth.* для оценки качества окружающей среды вблизи автотрасс;

3) Составить карту выбранных микрорайонов города Томска с указанием степени изменений качества окружающей среды с использованием метода флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.*

#### **Защищаемые положения.**

1) Метод флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.* высокоэффективен для интегральной оценки качества городской среды.

2) Оценку флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.* можно эффективно применять как биоиндикаторный показатель антропогенного загрязнения окружающей среды вблизи автотрасс.

#### **Научная новизна.**

Впервые проведена оценка качества среды и составлена карта загрязнения отдельных микрорайонов города Томска с применением метода флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.*

**Апробация** проходила на II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Экология и управление природопользованием» (Томск, 2017), Конференция «Старт в науку» (Томск, 2018), LXVI научной студенческой конференции Биологического института (Томск, 23–27 апреля 2018 г), VII (IV) Всероссийской научно-практической конференции (Томск, от 11 апреля 2018), Международной научно-практической конференции НИЦ «ПНК» от 30 июня 2018 г.: «Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики».

**Благодарность руководителю.**

Выражаю благодарность своему научному руководителю Ильинских Е.Н., старшему преподавателю кафедры экологии, природопользования и экологической инженерии Жарчинскому Н.В. и преподавательскому составу кафедры, под руководством заведующего кафедрой Адама А.М.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Флуктуирующая асимметрия листьев березы повислой *Betula pendula roth.* как метод биоиндикации загрязнения окружающей среды

Для определения уровня антропогенной нагрузки на состояние окружающей среды в большинстве случаев используют метод биоиндикации, который является широко применимым среди методов. Метод биоиндикации мониторинга окружающей среды является эффективным, так как показывает степень изменения экологических факторов при воздействии на различные характеристики биологических объектов [1].

При планировании и осуществлении мероприятий в области природопользования и охраны природных ресурсов, в настоящее время применяется оценка качества среды, которая является одной из основных задач в области экологической безопасности. Для осуществления характеристики качества среды служит оценка состояния живых организмов по стабильности развития, которая характеризуется флуктуирующей асимметрией морфологических структур [77]. Прослеживается зависимость между благоприятными условиями в окружающей среде и нарушениями процесса онтогенеза у растений, чем ниже уровень благоприятных условий, тем больше происходит нарушений процесса онтогенеза у растений, тем самым повышается уровень проявлений морфологических различий между правой и левой сторонами растений. Критерием устойчивости развития при данных отклонениях является показатель флуктуирующей асимметрии [1, 2].

Организмы, позволяющие оценить состояние окружающей среды, ее свойства и качества называют биоиндикаторами. Более распространенными среди биоиндикаторов считаются растения, так как растения находятся на границе двух сред (воздуха и почвы), они удобны и доступны в сборе материалы. Для биоиндикационной характеристики крупных территорий лучше использовать древесные растения [3].

Благодаря рекомендации Центра экологической политики, по использованию березы повислой *Betula pendula roth.*, как модельного вида для оценки стабильности развития качества окружающей среды, широко применяется на территории города Калуги и Калужской области, в Воронежском регионе [4]. К первым работам с использованием березы повислой, как индикатора химического загрязнения окружающей среды, относят работы, которые были проведены на территории города Чапаевск (бывший центр по производству химического оружия) Самарской области. В ходе работы была поставлена цель оценить стабильность развития березы в серии выборок, из точек, находящихся на разном удалении от источника химического загрязнения. В результате, наиболее загрязненные точки определили максимальные значения, это территории, где объекты исследования одновременно были подвержены воздействию двух химических предприятий; среднее значение, территории в радиусе воздействия каждого из предприятий; минимальное значение на территории контрольного участка [5].

Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные отклонения от двусторонней симметрии у организмов, к примеру, отклонения, представленные на листовых пластинах березы повислой *Betula pendula roth.*, использованные в процессе выполнения данной работы. У большинства видов живых организмов величину флуктуирующей асимметрии применяют, как биоиндикатор качества окружающей среды, для определения уровня загрязнения и общего антропогенного влияния на состояние среды [79]. В результате сравнений различных методов оценки окружающей среды при помощи исследований морфологических показателей Гавриков Д.Е. и Баранов С.Г. пришли к выводу, что метод флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.* может быть использован в качестве оценки качества окружающей среды [6]. Процесс анализа общих явлений живой и неживой материи, на разных уровнях организации приводит к рассмотрению явления симметрии в природе, который является одним из видов согласованности отдельных частей и объединение их в единое целое.

Существует большое количество работ, в которых рассмотрено широкое применение анализ данного явления в окружающем мире [7].

Данная работа посвящена анализу листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.*, поэтому ограничим рассмотрение симметрии билатеральным типом этого явления, характерным для подавляющего большинства листовых пластинок растений. В процессе эволюционного приспособления и различного уровня онтогенетического развития в строении живых тел возникают некоторые отклонения от исходной билатеральной симметрии – называемые асимметрией [80]. Предложена классификация, в которой представлено многообразие проявлений асимметрии. Данная классификация является наиболее распространенной на сегодняшний день и широко применимой среди других имеющихся классификаций:

1) Направленная асимметрия – данный тип характерен структурой развития больше на одной стороне. Этот тип является результатом приспособлений, выработанных в ходе филогенеза, к примеру, размер клешней у крабов, сердце млекопитающих, листовые пластинки бегоний и липы.

2) Антисимметрия – данный тип характерен связью отрицательного проявления признака на разных сторонах. При данном типе признак может проявляться только одной из сторон, в свою очередь, генетически обусловлен сам факт проявления признака, никак не сторона проявления. Такое явление наблюдалось у некоторых видов моллюсков, брюхоногих и крабов.

3) Флуктуирующая асимметрия – данный тип асимметрии характерен при следствии несовершенства онтогенетических процессов. Такой тип относит к себе незначительные и ненаправленные отклонения от исходной билатеральной симметрии, к примеру листовые пластинки листьев березы повислой *Betula pendula roth* [6].

## 1.2 Механизмы развития флуктуирующей асимметрии у растений

В период оседлого образа жизни возникло и зеленое строительство, которому присвоено название садово-парковое искусство. Результатом этого процесса служит освоение природных ресурсов, развитие эстетического отношения к природе и, в дальнейшем, процесс культивирования растений. В результате развития многообразия форм расселения людей, с появлением деревень, сел и городов возникла необходимость в дополнении естественной растительности целенаправленным озеленением. Для повышения комфортности среды проживания на территориях выбранных земель, был развит процесс озеленения параллельно с развитием градостроительства. На первых этапах преобладала декоративная роль растений, со временем создание декоративных парков и садов приобрело значение особого вида знаний [8, 9].

В России центрами развития приемов ландшафтного строительства на протяжении многих лет оставались столичные города Москва и Санкт-Петербург. К главным школам садово-паркового строительства в Москве относят – Московский государственный университет леса, академия коммунального хозяйства имени Панфилова и главный ботанический сад РАН, в Санкт-Петербурге – ботанический институт РАН и лесотехническая академия [10]. На территории Сибири школы такого формата начали формироваться с 1940-х годов на базе ботанических садов региона, к примеру, на территории города Томска, Новосибирска, Иркутска. Такие школы способствовали развитию зеленого строительства в городах, в процессе обучения были созданы исследовательские работы ботанических садов в области интродукции и акклиматизации растений, которые также стали толчком для развития садово-парковых зон [10, 11].

При рассмотрении развития различных направлений в области озеленения территории были выбраны и собраны основные стратегии озеленения, которые позволяют провести, так называемую градацию среди направлений, например, стратегия декоративного, рекреационного,

мемориального, фитотерапевтического озеленения. В результате интенсивного роста городов и бурного развития промышленности, на первый план были выдвинуты экологические функции озеленения. Развитие зеленого строительства как части жизнедеятельности общества предопределило возникновение исследований в этой области, разработку теоретических основ озеленения [10].

К основным научным задачам в области зеленого строительства на городских территориях относят:

- 1) Процесс изучения исторического наследия садово-паркового и ландшафтного искусства;
- 2) Этап разработки теоретических основ развития систем озеленения городов;
- 3) Процесс обогащения ассортимента растений для озеленения;
- 4) Экологическое обоснование размещения, проектирования и нормирования зеленых территорий города.

Среди представленных задач одним из главных вопросов является вопрос разработки ассортимента древесных растений для создания устойчивости в условиях города. Условия среды определяются возможностью успешного произрастания древесных растений [78]. К главным климатическим факторам, для успешного их произрастания и повышения уровня качества среды, относят температурные условия, поэтому зимостойкость растений – один из наиболее важных показателей их пригодности для выращивания в том или ином районе [12]. Так же, особое значение уделяют уровню засоленности и увлажненности почв, процессу освещенности местообитания растений.

Процесс районирования территорий страны для строительства садово-парковых зон был проведен неоднократно [13]. В начале прошлого века предпринята попытка древо культурного районирования Европейской части России, которая была предложена Вольфом Э.Л., в результате было выделено три области – южная, средняя и северная, а также шесть полос для нужд декоративного садоводства. В 1962 году Академия коммунального хозяйства

РСФСР разработала «Схему деления Сибири и Дальнего Востока СССР на районы применения древесных и кустарниковых пород в озеленении», в которой представлены растения для 45 выделенных районов данной территории [14].

В настоящее время увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду и снижается устойчивость древесных растений к абиогенным раздражителям существенно – это приводит к анатомо-морфологическим флуктуациям вегетативных и генеративных органов растений [15]. В условиях нормальной среды организм реагирует на воздействие окружающих факторов при помощи физиологической системы гомеостатических механизмов, данные механизмы под воздействием неблагоприятных факторов могут быть нарушены, что приведет к изменению развития организма. Изменение гомеостаза развития отражает базовые изменения функционирования живых существ, и находят выражение в процессах, которые протекают на разных уровнях развития, от молекулярного до организменного [16, 17].

Флуктуирующая асимметрии позволяет оценить нестабильность развития организма, например, при воздействии антропогенных факторов, происходят морфологические изменения организма, например, уменьшение площади листовой пластины и появление асимметрии листа. Большинство видов растения в течении своей жизни привязаны к одному месту обитания, поэтому они более подвержены воздействию воздушных и почвенных сред [18]. При формировании листовой пластины, допустим процесс накопления токсических веществ, последствием данного процесса служит деформация листа и торможение ростовых процессов. В настоящее время в нормативных документах экологических служб рекомендовано использование показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой *Betula pendula roth* [19].

Флуктуирующая асимметрия является широко распространенным явлением, которое охватило все билатеральные структуры разных живых существ. Конечно невозможно подвергнуть анализу известные признаки всех

билатерально-симметричных структур, но у исследованных флуктуирующая асимметрия регистрировалась [20]. Более того, это явление имеет место даже при иных типах асимметрии, в этом случае она представляет собой отклонения не от строгой симметрии, а от определенной средней симметрии.

По форме выражения она представляет собой незначительные отклонения от строгой билатеральной симметрии. Наблюдаемые отклонения относятся к случайным нарушениям развития, никак не к направленным изменениям. Соответственно, полученные незначительные отклонения не несут функциональной значимости, и находятся в пределах допустимых естественным отбором [21].

Флуктуирующую асимметрию относят к проявлениям внутри индивидуальной изменчивости, характеризует различиями между гомологичными структурами внутри одного индивида. Данный тип изменчивости широко распространен у растений, где в пределах одного индивида, можно провести разносторонний анализ метамерных структур, например, листьев у растений, которые наиболее часто используются для данных целей. Важно отметить, что уровень флуктуирующей асимметрии является характеристикой индивидуума, поэтому можно оценивать различие разных групп особей по среднему уровню различий между сторонами, тогда флуктуирующая асимметрия может рассматриваться и с позиции на индивидуальной (популяционной) изменчивости [22, 23]. Среди растений выделяют:

- 1) Биоиндикаторы с высокой чувствительностью к поллютантам;
- 2) Биоиндикаторы-накопители.

Первая группа растений позволяет оценить суммарную техногенную нагрузку на атмосферный воздух и почвы, вторая – загрязнение окружающей среды определенным токсикантом.

Результат повышенного загрязнения состояния окружающей среды наблюдается в процессе работ предприятий химической промышленности, высокой концентрация предприятий энергетической и топливной

промышленностей. Что характерно для крупных промышленных центров и городов России, в число таких городов входит город Томск. Высокий уровень техногенной нагрузки в городе предполагает разработку и внедрение объективных методов контроля загрязнения для оценки текущего состояния и тенденций развития ситуации в будущем, что необходимо для экологически сбалансированного развития города – расширения жилых районов, строительства и реконструкции промышленных предприятий [23]. Одним из методов получения объективной информации о загрязнении среды города может быть анализ флуктуирующей асимметрии [20].

### **1.3 Береза повислая *Betula pendula roth.* как объект экологических исследований**

Для проведения исследования в области анализа флуктуирующей асимметрии объектом выбран вид, который имеет естественный ареал на территории Евразии и широко применим, как биоиндикатор для оценки качества окружающей среды – береза повислая *Betula pendula roth.* [20]. На территории города Томска данный вид березы представлен в широком территориальном распространении, поэтому выбор данного вида, как биоиндикатора был обусловлен для нашего исследования. Благодаря длительному процессу развития в оптимальных климатических условиях у данного вида березы повислой были выработаны морфофизиологические признаки, которые помогают при произрастании с другими видами растений обеспечивать высокую конкурентоспособность. Род березы «*Betula*» обладает высокой устойчивостью к воздействию факторов окружающей среды, к которым можно отнести не только абиотические, к примеру засухоустойчивость и морозоустойчивость, но и антропогенные [24].

В 1738 году А. Roth выделил в качестве вида березу повислую *Betula pendula roth.*, описал ее с бородавчатыми побегами и голыми дельтовидными листьями, в настоящее время вместо названия береза бородавчатая *Betula verrucosa* используют название береза повислая *Betula pendula roth.*

Отмечается, что гибриды березы встречаются в природе достаточно редко, хотя в экспериментальных условиях получить межвидовые гибриды удается довольно легко [24].

В процессе проведения исследования белых берез на территории Европейской части СССР выявлено отсутствие сходства между березой повислой *Betula pendula roth.* и белой березой *Betula alba L.* Такой результат доказывает, что гибридизация в эволюции рода «*Betula*» не являлась основной формой распределения данного вида растений. Береза повислая *Betula pendula roth.* – является листопадным деревом и относится к семейству «березовых», высота произрастания достигает 30 м, кора дерева гладкая и легко расслаивающаяся, имеет белый цвет, у взрослых деревьев кора оснований стволов черно-серого цвета с глубокими трещинами. Ствол дерева прямой, ветви имеют повислый вид. Молодые побеги имеют красно-бурый оттенок, покрыты смолистыми железками «бородавочками». Листья деревьев тонко кожистые, гладкие, темно-зеленого оттенка, длиной 3–7 см, шириной 2–5 см. Почки яйцевидно-конусовидной формы, длиной 3–5 мм, толщиной 2–5 мм, с клейким блестящим налетом. Сережки обладают различной длиной и формой: мужские имеют длину 5–6 см, форма сережек повисающая; женские длиной 2–3 см, имеют цилиндрическую форму сережек [25]. Деревья березы повислой называют плакучими, ветви у взрослых деревьев свисают вниз, крона ажурная, молодые побеги у таких деревьев имеют маленькую форму – «буторки», «бородавочки», поэтому изначально данный вид березы называли «бородавчатой».

В условиях города вид береза повислая *Betula pendula roth.* раньше других видов трогается в рост, вместе с этим для нее характерен наибольший средний прирост за сутки, особенно это заметно в пределах городских насаждениях. Для данного вида процесс цветения наступает в мае – июне, а плоды березы повислой созревают в августе – сентябре. По занимаемой площади лесов береза стоит на третьем месте после лиственницы и сосны, является одним из основных лесообразователей [26]. Произрастание березы

повислой *Betula pendula roth.* широко распространено по всей части территории страны, наиболее обильно в Западной Сибири, Кавказе и Алтае. Данный вид образует производные леса, возникающие на месте вырубленных или сгоревших ареалов сосны, ели и лиственных растений [76]. Такое образование лесов происходит путем заселения освободившейся территории – создание временных группировок и дальнейшее вытеснение других древесных пород. В лесостепных и степных областях образуется коренной древостой, например, территория Западной Сибири. Березу повислую *Betula pendula roth.* Часто можно встретить в качестве примеси в различных типах леса. Произрастает на территории сухих и влажных песчаных, черноземных и суглинистых областях, от тундры до степной зоны, поэтому следует отметить, что данный вид березы может перенести различные климатические условия, хорошо возобновляется самосевом и легко поддается механической обработке [27].

В современном мире березу повислую используют в качестве фанерного сырья, при производстве лыж и мелких резных игрушек. Из древесины березы получают метиловый спирт, скипидар, уксусную кислоту и древесный уголь, в свою очередь из веток вяжут веники для бани, так как береза повислая обладает высокой теплопроводностью [25]. В процессе сухой перегонки коры березы повислой получают деготь, который в дальнейшем применяется в медицине, парфюмерии. Также в медицине нашли свое применение почки и листья березы, которые обладают мочегонными, кровоочистительными, желчегонными, потогонными, противовоспалительными и бактерицидными действиями [28].

На территории городских участков вид береза повислая *Betula pendula roth.* может достигать 50-ти летнего возраста, вне города 100–120 лет. Молодые экземпляры березы повислой более подвержены влиянию засухи, которая отражается на дальнейшем произрастании растения, так в остальных случаях данный вид редко подвергается болезням и вредителям. Таким образом, вид береза повислая *Betula pendula roth.* перспективен для использования, как в

городском озеленении, так и для мониторинга, благодаря его определенной чувствительности к загрязнителям городской среды [29].

#### **1.4 Использование метода флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth.* для оценки качества окружающей среды в условиях города**

Развитие крупных городов с высокой численностью населения приводит к удовлетворению потребностей данного населения, обеспечению высокого экологического качества среды, поэтому такие города являются центрами возникновения и развития экологических проблем. Как следствие, рост городского населения и повышение уровня экономики могут стать причиной увеличения техногенного воздействия на качества окружающей среды не только на данных территориях, но и за их пределами [30]. В результате, под суммарным воздействием негативных факторов в большем случае находятся городские насаждения, и так как природные компоненты тесно связаны между собой – нарушение одного из них ведет за собой изменение состояния других компонентов [31]. Процесс диагностики состояния древесных растений уделяет большое внимание ассимиляционным органам, в особенности листе и хвое, так как они определяют рост и развитие других структур организма. Метод флуктуирующей асимметрии [81] помогает определить незначительные нарушения в условиях обитания живых организмов и дать оценку качеству окружающей среды на территории того или иного объекта [32].

Согласно представленным данным, оценка качества городской среды Ханты-Мансийска, усредненная по всем районам с 2003 года по 2007 год, значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии находится в интервале 0,053–0,057, качество среды в данном диапазоне – низкое, находится в пределах 4–5 баллов [17].

На территории северо-запада Брянской области анализ полученных результатов показал, что значение флуктуирующая асимметрия листовой пластины в данном районе не зависит от загрязнения атмосферы и почвы.

Выявлена зависимость изменения густоты возобновления от светового режима. В результате наибольшая асимметрия березового листа (0,64–0,65) наблюдается на удалении 200 и 500 метров, наименьшая (0,53–0,56) отмечена на удалении 50 и 250 метров. [16].

Проведенный расчет интегральных показателей стабильности развития по уровню флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой показал, что состояние среды во выбранных районах характеризуется как критическое, поскольку значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке превышает 0,054. При проведении исследования выявлена зависимость уровня нестабильности развития билатеральных признаков у березы повислой от повышенных условий стресса. Поэтому, стоит отметить, что повышение уровня флуктуирующей асимметрии связано не только с общим уровнем загрязнения среды, но и с влиянием физических, физико-химических и биологических свойств почв, к примеру, особенности механического состава и уровень содержания органического вещества [33].

Анализ флуктуирующей асимметрии листьев березы парковой зоны показал среднее значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой  $0,050 \pm 0,016$ , что соответствует 2 баллам, качество среды – условно нормальное. В свою очередь, анализ листьев деревьев, произрастающих вдоль автомагистрали, показал наличие асимметрии равной  $0,071 \pm 0,02$ , что больше 5 баллов, а значит критическое качество среды на данных территориях, это указывает на экологическое неблагополучие данной территории [19].

При анализе уровня сопротивления и асимметрии листа прослеживается закономерная связь между данными показателями жизнедеятельности растений: нормальное состояние листовой пластинки (1 балл) соответствует деревьям, растущим на условно чистой территории (контрольной площадке), низкому уровню сопротивления и прямой связи между электрическим сопротивлением листовой пластинки. Продукты нефтешлама, попадая в почву, поглощаются корнями и распространяются по тканевой системе растения,

вливают на сопротивление, аналогично происходит и при дыхании растений: через устьица листовой пластины химические элементы также поступают в растения, которое, в свою очередь, получает сигнал раздражения и реагирует на него изменением электрического сопротивления [34].

На территории города Ангарска анализ полученных данных, установил, что значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой выше 0,054. Подобные исследования были проведены в 2002 году, 2011–2012 годах, значение флуктуирующей асимметрии соответствовало 5 баллам (0,05–0,054) и 3 баллам (0,045–0,049). Анализ результатов проведен в соответствии с методикой В.М. Захарова [3, 4], который показал, что признаки 1, 2 и 5 имели наибольшую долю соответствия норме экологических условий, поэтому оценку интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы провели на их основе. Оценка интегрального показателя флуктуирующей асимметрии, выполненная только по 3-ому и 4-ому признакам, показала соответствие 5 баллам по всем годам наблюдений. Отклонение от нормы стабильности развития листьев березы по двум признакам флуктуирующей асимметрии (3-ому и 4-ому), показанное для урбанизированной территории города Ангарска, отражает взаимосвязь данных признаков на уровне структуры листа. Следует отметить, что экологическое состояние барьера, формируемого листьями растущей в пределах урботерритории города Ангарска березы, характеризовалось отсутствием стабильности развития ассимилирующих органов, поскольку интегральный показатель флуктуирующей асимметрии во все годы наблюдений был, и квалифицировать состояние воздушной среды города как критическое [18].

Урбанизацией называют одну из форм развития современного общества и окружающей среды – рост городов, развитие автотранспорта и промышленности. Среда развивающегося крупного города отличается своеобразием основных экологических факторов и специфическими техногенными воздействиями. Это дает основание экологами рассматривать город как особый тип экосистем [35, 36]. В настоящее время вопрос

оптимизации городской среды как среды обитания человека крайне актуален. Санитарно-гигиеническая комфортность городской среды представляет собой главный критерий ее оценки. В пределах города критерии комфортности условий жизни, нормального протекания жизненных функций человека считаются основными, критерии же производства и экономики по приоритетности уступают им. К эффективным способам улучшения качества среды городов, при зависимости стоимости вложения от времени осуществления выбранного процесса, относится озеленение городских территорий. Основная роль живых растений заключается в уменьшении негативного влияния на состояние окружающей среды и снижение уровня неблагоприятных для человека факторов природного и техногенного характера. Так как, высокая степень воздействия негативных факторов, в том числе, и антропогенных, которая складывается на урбанизированных территориях приводит к ослаблению растительности, преждевременному старению, снижению продуктивности, поражению болезнями, вредителями и гибели насаждений [24]. Поэтому экологи рекомендуют увеличить число площадок зеленых насаждений на территории городских и около городских поселений.

## 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика площадок отбора материала исследования

*Географическое расположение.* На границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау на правом берегу реки Томи расположен город Томск. Город находится на краю таёжной природной зоны: к северу простираются труднопроходимые леса и болота, к югу – чередуются широколиственные и смешанные леса и лесостепи. Томск богат памятниками деревянной и каменной архитектуры XVIII–XX веков. Площадь города составляет 294,6 км<sup>2</sup>. По улице Льва Толстого проходит 85-й меридиан восточной долготы [37].

*Климат.* На территории города переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному. Среднегодовая температура составляет 0,9 °С. Зима продолжительная и суровая, минимальная зарегистрированная температура –55 °С (январь 1931 года), максимальная температура +37,7 °С (июль 2004). Средняя температура января –17,1 °С, в июле +18,7 °С. Происходит быстрая смена сезонов, а годовое количество осадков составляет 568 мм, основная часть выпадает в тёплый период года. Средняя скорость ветра около 1,6 м/с, также наблюдается на начало весны частые сильные ветра с порывами до 30 м/с, поэтому происходит частая смена циклонов и антициклонов, которая сопровождается перепадами атмосферного давления. На всей территориальной площадке города господствуют ветра юго-западного и южного направлений [37, 38].

*Рельеф.* На протяжении всей территории города расположен неровный рельеф, например, равнина с крупной долиной реки Томи, пойма реки расположены в нескольких террасах. На территории города присутствуют высотные отметки над уровнем моря, которые находятся в пределах территории Речного порта (Ленинский район) – 71 м, Томск-1 (Кировский район) – 135 м и Академгородок (Советский район) – 160 м. В результате проведения работ по многочисленной вырубке леса, предотвращения наводнений и строительства

дорог получен более сглаженный рельеф, который присутствует на территории города в наши дни. Овраги на территории города встречаются в районах Воскресенской горы, Черемошники, Каштак, Лагерный сад, в общей сложности число оврагов составляет около 60. Вершины некоторых оврагов расположены возле зданий и дорог, тем самым они влекут за собой угрозу для жителей города. Одной из актуальных проблем города является вопрос оползней. К наиболее подверженным районам относится Лагерный сад, где протяжение оползня составляет 1,5 км. Причиной данного явления служит вырубка лесов на склонах вдоль поймы Томи во время Великой Отечественной войны на нужды промышленности, деревья использовались для получения древесного угля. Данный процесс наблюдается по склонам гор, усиливается при малейшем вмешательстве человека, к примеру, автобаза, которая была построена за зданием центральной аптеки, в результате оба строения скатились и рухнули со склона Юрточной горы в 1970-е годы [38].

Планировку улиц города определяет рельеф центральной части – это реки Томь и Ушайка, а также высокие точки города – Лагерный сад, Каштачная гора, Воскресенская гора и Юрточная гора. Территория города разделена на четыре административных района – Кировский район, Ленинский район, Октябрьский район и Советский район. Кировский и Советский районы расположены в южной части Томска, находятся по левому берегу реки Ушайки, Ленинский и Октябрьский в северной части города, по правому берегу реки.

Для проведения данного исследования отбор проб проводился вдоль улиц города Томска с интенсивным автомобильным движением. В качестве контрольных участков, изначально было выбрано несколько территории зеленых насаждений города Томска (см. рисунок 2.1), им присвоены условные названия: контроль 1 (стадион «Политехник»), контроль 2 и контроль 3 (участки на территории Университетской Рощи).

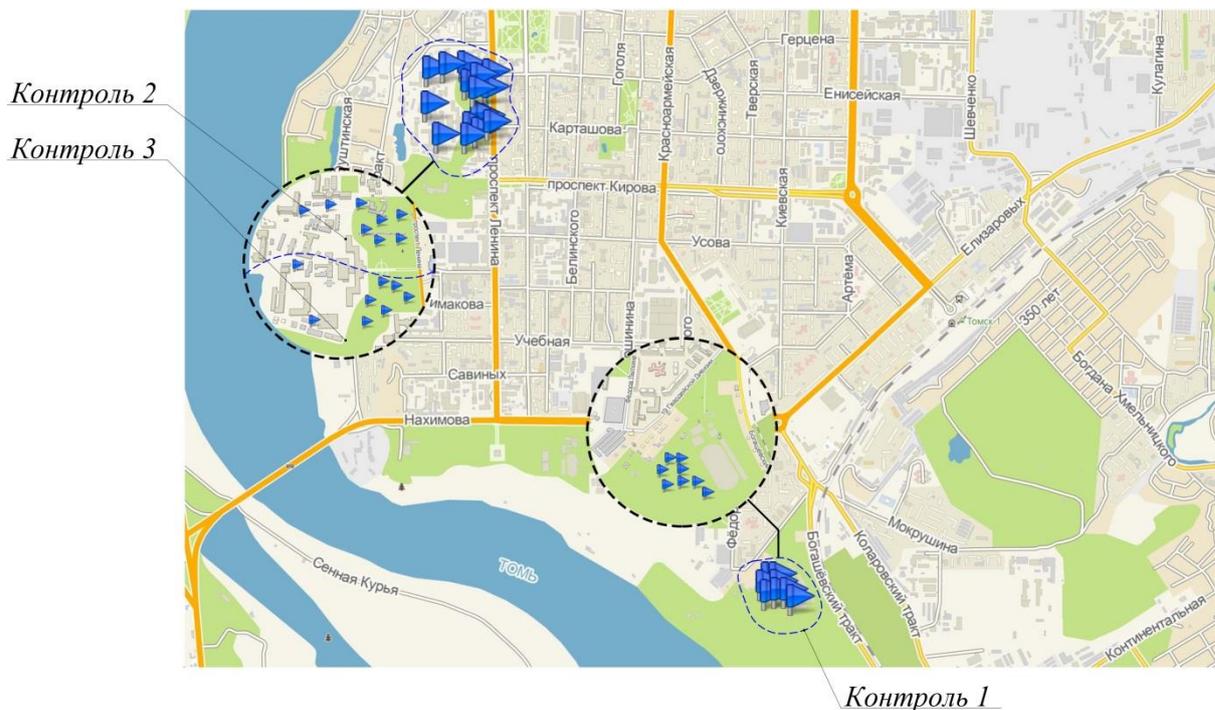


Рисунок 2.1 Точки отбора проб на территории контрольных участков

Для исследования были выбраны территории, которым были присвоены условные названия:

1) Район №1 (вдоль улицы Московский тракт), который включал: участок №1 и участок № 2, в качестве контрольного участка были отобраны пробы на территории стадиона «Политехник» (см. рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Точки отбора проб вдоль улицы Московский тракт

2) Район №2 (вдоль улицы Нахимова), который включал: участок № 3 (площадь Южную, улицу Нахимова) и участок № 4 (Лагерный сад и улица Нахимова), в качестве контрольного участка были отобраны пробы на территории стадиона «Политехник» (см. рисунок 2.3).

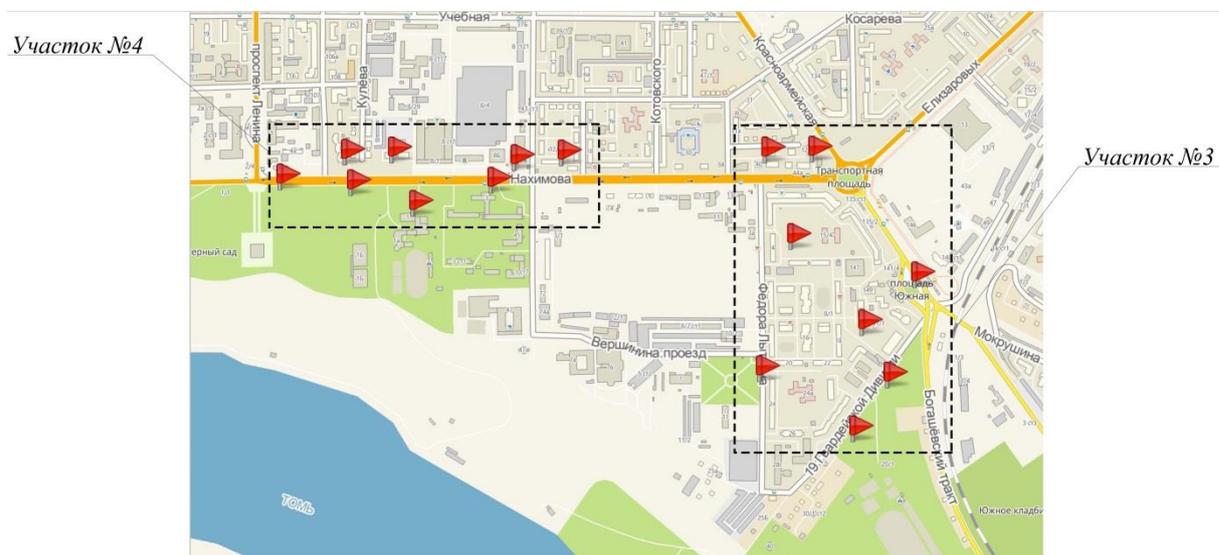


Рисунок 2.3 – Точки отбора проб в районе улицы Нахимова

3) Район №3 (вдоль улицы Фрунзе), который включал: участок №5 и участок №6, в качестве контрольного участка были отобраны пробы на территории стадиона «Политехник» (см. рисунок 2.4).

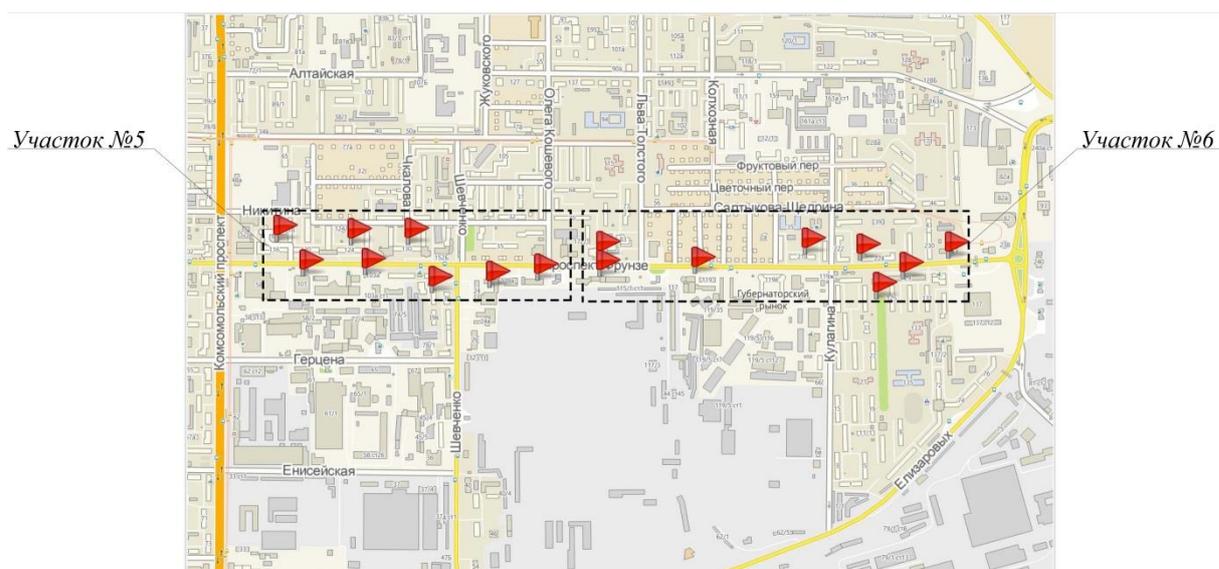


Рисунок 2.4 – Точки отбора проб в районе улицы Фрунзе

## 2.2 Метод исследования

На сегодняшний день оценка качества среды с использованием изменений величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических структур листа березы повислой *Betula pendula roth.* широко применяется. Так как, в результате антропогенных воздействий на листовых пластинках происходят морфологические изменения, например, появление асимметрии или уменьшение площади листовой пластины. Поэтому, листья березы *Betula pendula roth.* считаются хорошими биоиндикаторами на городских территориях [39, 40].

При формировании листовой пластины, по мере накопления токсических веществ, происходит торможение ростовых процессов, и деформация листа. Поэтому для оценки состояния объекта биоиндикации, был выбран метод флуктуирующей асимметрии. Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов используют как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения [41, 42].

Флуктуирующая асимметрия позволяет оценить нестабильность развития организма. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные различия между правой и левой (R – L) сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Большинство авторов предлагает считать определение флуктуирующей асимметрии одним из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель флуктуирующей асимметрии – индексом стабильности развития организма [4]. Для древесных растений лучшим вегетативным органом является лист растения [42].

Основным объектом характеристики стабильности развития и состояния качества окружающей среды являются признаки листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.* В настоящее время использование значения интегральных показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой *Betula pendula roth.* рекомендовано в нормативных

документах экологических служб [43].

Отбор проб березы повислой *Betula pendula roth.* проводился в соответствии с методикой Захарова В.М. [3, 4] – с одной точки отбора равномерно вокруг дерева со всех доступных веток собирают сто листьев из нижней части кроны. Размер листьев должен быть сходным между собой, средним для данного растения. Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения. С растения собирают несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа. Необходимо выбирать побеги одного типа, например, только укороченные побеги. Все листья для одной выборки необходимо сложить в полиэтиленовый пакет, вместе с этикеткой. На этикетке указывается номер выборки, место сбора, дату сбора. Собранные листья для непродолжительного хранения можно хранить в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Для длительного хранения надо зафиксировать материал в 60% растворе этилового спирта или гербаризировать [4, 3].

Для измерения лист березы необходимо положить перед собой внутренней стороной вверх. Промеры листьев производятся по пяти параметрам справа и слева для каждого в отдельности листа, как показано на рисунке 2.5.

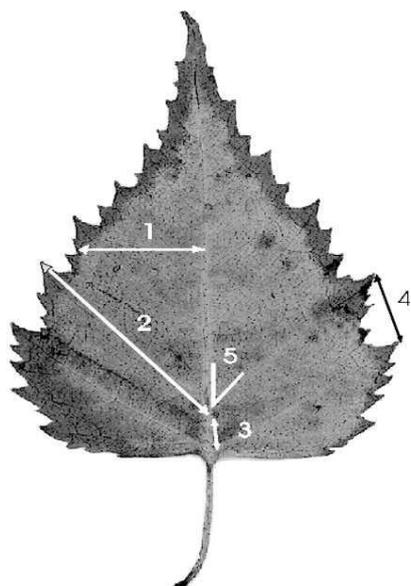


Рисунок 2.5 – Листовая пластина березы повислой *Betula pendula roth.*

Промеры листьев березы производятся по следующим параметрам:

1. Ширина половинки листа, для проведения данного измерения лист – складывают пополам, прикладывая макушку листа к основанию, потом разгибают и по образовавшейся складке производят измерения;
2. Длина второй жилки второго порядка от основания листа;
3. Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
4. Расстояние между концами этих жилок;
5. Угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

Первые четыре параметра снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками измеряется транспортиром. Удобно использовать прозрачные пластмассовые транспортеры. Результаты исследований заносятся в таблицу. Для хранения полученных данных и проведения математической обработки используют программу *Microsoft Excel*, где  $N$  – число признаков, в нашем случае  $N = 5$ . Данные вычисления производят для каждого листа, а полученные значения заносятся в таблицу [44, 4].

В таблице 2.1 приведен пример значений для дальнейшего расчета средней относительной величины асимметрии на признак для пяти промеров листа у десяти выбранных листьев березы повислой *Betula pendula roth.*

Таблица 2.1 – Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием мерных признаков (промеры листа)

Номер листа	Параметры/Признаки									
	1		2		3		4		5	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
1	24	23	33	34	9	8	9	11	31	30
2	20	21	30	31	7	8	13	14	40	44
3	21	18	31	29	6	7	13	11	43	47
4	18	19	31	27	4	5	15	10	45	46
5	16	19	31	29	9	10	11	10	31	30
6	18	19	30	31	9	6	11	13	37	40
7	20	19	33	29	8	7	10	9	41	37
8	23	21	35	36	7	6	15	13	39	40
9	21	25	39	37	4	5	10	11	35	33
10	22	19	37	36	7	6	14	11	33	34

Величину асимметрии у растений рассчитывают, как отношение разницы в оценках слева и справа к сумме этих оценок. Чтобы получить интегральный показатель стабильности развития, сначала рассчитывают среднюю относительную величину асимметрии по всем признакам для каждого листа, сложив относительные величины асимметрии по каждому признаку и поделив эту сумму на число признаков. Обозначим значение одного промера –  $X$ , тогда значение промера с левой и с правой стороны будем обозначать как  $X_L$  и  $X_P$  соответственно. Измеряя параметры листа по пяти признакам слева и справа, мы получаем 10 значений  $X$ . Находим относительное различие между

значениями признака слева и справа (Y) для каждого признака. Для этого находят разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находят сумму этих же значений и разность делят на сумму. Например, в нашем примере у листа №1 по первому признаку  $X_{л} = 24$ , а  $X_{п} = 23$ . Находим значение Y, по формуле:

$$Y = \frac{X_{л} - X_{п}}{X_{л} + X_{п}}$$

Полученное значение вписываем в вспомогательную таблицу. Данные вычисления производят по каждому признаку, в результате получается пять значений Y для одного листа. Такие же вычисления производят для каждого листа в отдельности, записывая результаты, как показано в таблице 2.2 [4, 45].

Таблица 2.2 – Образец вспомогательной таблицы для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№	Параметры/Признаки					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	0,021277	0,014925	0,058824	0,1	0,016393	0,042284
2	0,02439	0,016393	0,066667	0,037037	0,047619	0,038421
3	0,076923	0,033333	0,076923	0,083333	0,044444	0,062991
4	0,027027	0,068966	0,111111	0,2	0,010989	0,083619
5	0,085714	0,033333	0,052632	0,047619	0,016393	0,047138
6	0,027027	0,016393	0,2	0,083333	0,038961	0,073143
7	0,025641	0,064516	0,066667	0,052632	0,051282	0,052147
8	0,045455	0,014085	0,076923	0,071429	0,012658	0,04411
9	0,086957	0,026316	0,111111	0,047619	0,029412	0,060283
10	0,073171	0,013699	0,076923	0,12	0,014925	0,059744

Величина асимметрии в выборке  $X = 0,056388$

Все полученные результаты вычислений вносятся в таблицу, после чего определяют величину асимметрии для каждого листа ( $Z$ ) по всем признакам. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков. Например, для нашего первого листа значения будут равны:  $Y_1 = 0,021277$ ,  $Y_2 = 0,014925$ ,  $Y_3 = 0,058824$ ,  $Y_4 = 0,1$ ,  $Y_5 = 0,016393$ . Находим значения  $Z_1$  по формуле:

$$Z_1 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$$

Результаты вычислений заносят в последнюю графу таблицы. На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого все значения  $Z$  складывают и делят на число этих значений – число листьев ( $n$ ):

$$X = \frac{\sum Z}{n} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n}$$

Данный показатель характеризует степень асимметричности организма, для которого разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы (таблица 2.3), в которой 1 балл – условная норма, а 5 балл – критическое состояние [4]. Продолжение таблиц 2.1, 2.2 в Приложениях А, Б. Обработка данных для опытного участка приведена в таблице Приложения В, Г.

Таблица 2.3 – Шкала стабильности развития березы повислой *Betula pendula roth.*

Баллы	Значения показателя асимметричности	Качество среды
1	До 0,055	Условно нормальное
2	0,055 – 0,060	Начальные (незначительные отклонения от нормы)
3	0,060 – 0,065	Средний уровень отклонения от нормы
4	0,065 – 0,070	Существенные (значительные) отклонения от нормы
5	Более 0,070	Критическое состояние

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации рекомендует статистическую значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (величина среднего относительного различия между сторонами на признак). В документе «Методические рекомендации оценки качества среды по состоянию живых существ» приведены виды растений и животных, которые могут быть использованы: в качестве основного вида в том случае, когда они являются обычными массовыми видами; в качестве дополнительных, если их численность невелика [46].

### **2.3 Статистический анализ результатов исследования, критерий Стьюдента, кластерный анализ**

Данный критерий используется в качестве проверок статистических значений, в нашем случае средних значений нескольких выборок [47, 48]. На данный момент существует большой выбор программ для проведения

статистического анализа, нами были выбраны программное обеспечение *Microsoft Excel* и *STATISTICA 12.0 (StartSoft, США)*.

Критерий Стьюдента используется для определения статистической значимости различий средних величин. Применяется как в случаях сравнения независимых выборок (например, группы больных сахарным диабетом и группы здоровых), так и при сравнении связанных совокупностей (например, средняя частота пульса у одних и тех же пациентов до и после приема антиаритмического препарата) [27, 48].

Количественные данные проверяли на соответствие нормальному закону распределения с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Поскольку распределение данных не отличалось от нормального, то оценку различий между выборками осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента. При проверке статистических гипотез значения  $P < 0,05$  считались как статистически значимые. Данные были представлены как  $\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$ , где  $\bar{X}$  – выборочное среднее, а  $s_{\bar{x}}$  – стандартная ошибка.

Кластерный анализ – процесс разбиение исходного множества объектов на классы, таким образом, чтобы близкие объекты попадали в один класс, а далекие – в разные. Поэтому данный вид анализа выбран для сверки результатов и получения наглядной классификации выбранных объектов [49].

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб проводился на территории, выбранных районов вдоль улиц Фрунзе, Нахимова и Московского тракта, каждый район условно разделен на два участка. На выбранных территориальных площадках города Томска были собраны листья, примерно одинакового размера с нижней части кроны, с максимального количества доступных веток, относительно равномерно вокруг дерева с укороченных побегов. Листья с одного дерева отмечены этикетками с датой и местом сбора проб. Количество собранного и проанализированного материала составляет 7200 листьев. Отбор проб проводился в весенне-летний период 2017–2019 г.г [4].

Величина флуктуирующей асимметрии оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений использовались промеры листа березы повислой *Betula pendula roth.* по следующим показателям:

- 1) Ширина листовой пластинки справа;
- 2) Ширина листовой пластинки слева;
- 3) Длина 2-й жилки 2-го порядка справа;
- 4) Длина 2-й жилки 2-го порядка слева;
- 5) Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок справа;
- 6) Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок слева;
- 7) Расстояние между концами 1-й и 2-й жилок справа;
- 8) Расстояние между концами 1-й и 2-й жилок слева;
- 9) Угол между главной и 2-й жилкой справа;
- 10) Угол между главной и 2-й жилкой слева.

Вычисления проводятся по каждому признаку и для каждого листа, примеры вычислений приведены выше (см. глава 2, раздел 2). Полученные результаты оформлены и занесены в таблицы. Дальнейшие вычисления

производились на базе программного обеспечения *Microsoft Excel* и *Statistica 12.0* (StartSoft, США).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности метода флуктуирующей асимметрии листьев для экологического мониторинга в городской среде. После проведения анализа полученных результатов, стоит отметить, что показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы в выбранных участках коррелируют с разной степенью загрязненности данных районов. При возрастании антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе на популяцию живых организмов, увеличивается значение показателя асимметрии.

### **3.2 Сравнительный анализ качества окружающей среды исследуемых территорий**

В результате проведенных исследований, установлены достоверные различия показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой *Betula pendula roth.* в наиболее загрязненных участках обследованной территории города Томска от соответствующих значений в более экологически благополучной контрольной местности. С использованием метода флуктуирующей асимметрии нам возможно, как можно точно определить степень загрязненности того или иного района и территориального участка. Нами были подробно рассмотрены все исследуемые участки, для определения наиболее загрязненной опытной территории, при помощи кластерного анализа.

Результаты проведенных вычислений исследуемых территорий были внесены в электронную таблицу, на базе программного обеспечения *STATISTICA 12.0*, где использовались функции кластерного анализа. Исследуемые территориальные участки четко выделяются в единый кластер. Что свидетельствует о наглядных отличиях опытных территорий, подвергшихся активному влиянию автотранспорта, по сравнению от территории с контрольным значением.

### **3.3 Оценка степени изменения качества окружающей среды, выбранных микрорайонов города Томска**

Оценка качества окружающей среды города Томска была проведена с использованием интегрального показателя флуктуирующей асимметрии, который дает возможность диагностировать отклонения от условной нормы на ранних стадиях патологического состояния дерева. Поэтому стабильность развития, оцениваемая по уровню флуктуирующей асимметрии — чувствительный индикатор состояния природных популяций на территории города. В ходе проведения данного исследования создана карта степени загрязнения окружающей среды на выбранных территориальных участках города Томска.

Все опытные территориальные участки достоверно отличаются от контроля по уровню загрязнения качества среды. Исследуемые участки были выбраны с одной общей целью – районы, вдоль автомобильных дорог, которых высокий уровень загрязнения, который влияет на некоторые изменения в стабильности качества окружающей среды. Тем самым было выбрано три района, в состав которых входило шесть участков.

В результате нашего исследования данные районы условно ранжированы в соответствии с шкалой стабильности развития березы (таблица 2.3) и выявлены более загрязненные территориальные участки, а также участки условно нормального состояния окружающей среды.

#### 4 ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Указанные различия интегрального показателя флуктуирующей асимметрии между исследуемой и контрольной территорией свидетельствуют о неблагоприятном качестве окружающей среды, в особенности вдоль участков, расположенных вдоль проспекта Фрунзе, улицы Нахимова и Московского тракта города Томска. Показатели стабильности развития у данных выборок, взятых на территории выбранных районов, вдоль автотрасс указывают на высокий уровень антропогенного воздействия, а именно транспортного загрязнения окружающей среды. Это доказывает, что неблагоприятное состояние окружающей среды придорожных полос города Томск находит отражение в показателях асимметрии листьев березы повислой *Betula pendula roth.*: он становится выше, соответственно гипотеза, выдвинутая, в начале исследования находит свое полное подтверждение.

По представленным данным [14] при оценке качества среды, с помощью интегрального показателя флуктуирующей асимметрии необходимо учитывать не только факторы антропогенного характера, но и факторы природных явлений, а также их влияние на показатель стабильности развития. Исследования в области химического анализа были проведены на территории города Ханты-Мансийск. В результате проведенного химического анализа снежного покрова выявлена закономерность, подтверждающая зависимость величины интегрального показателя флуктуирующей асимметрии и химического загрязнения почвы.

На сегодняшний день возрастает поступление в окружающую среду тяжелых металлов. Они могут аккумулироваться в почве, а значит и в растениях, – все это приводит к нарушению развития и роста у растений. В процессе проведения данного исследования для оформления результатов работы использован «Сводный Том охраны атмосферы и предельно допустимых выбросов (ПДВ) города Томска – Книга 4. Приложение Ш». Содержание данного приложения состоит из атласа карт-схем фонового

загрязнения атмосферного воздуха на территории города Томска. Проведен сравнительный анализ карт-схем данного приложения, в соответствии со всеми представленными загрязняющими веществами и выбранными нами районами города Томска [50]. В результате данного анализа определено некоторое количество видов загрязняющих веществ фоновое загрязнение атмосферного воздуха, которых на территории районов № 1 (вдоль улицы Московского тракта), № 2 (вдоль улицы Нахимова и площади Южной) и № 3 (вдоль улицы Фрунзе) было незначительно превышено.

**Взвешенными веществами** называют твердые частицы, которые находятся в атмосферном воздухе во взвешенном состоянии. Взвешенные вещества относятся к 3 классу опасности (таблица Д.1), ПДК<sub>м.р.</sub> – 0,5 мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>с.с.</sub> – 0,15 мг/м<sup>3</sup>. Взвешенные вещества включают в себя золу, сажу, пыль, дым и другие твердые составляющие [51, 52]. В природе бывают как высокотоксичными, так и безвредными, в зависимости от состава. Источниками образования взвешенных веществ в природе служат: почвенная и ветровая эрозия; перенос мелко-содержащих частиц с асфальтных покрытий; процессы горения топлива; неполное сгорание топлива на транспорте и тепловых электростанциях. Повышенные концентрации взвешенных частиц могут привести к климатическим изменениям местного масштаба, так как они отражают солнечные излучения и затрудняют теплообмен. Тем самым, воздействие взвешенных веществ, оседающих плотным слоем на поверхности листьев, может привести к нарушению естественных процессов развития растений [53, 54].

**Диоксид азота** воздействует на растения быстрее, чем на организм человека, при помощи воздушной среды. Диоксид азота относится ко 2 классу опасности (таблица Д.1), ПДК<sub>м.р.</sub> – 0,2 мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>с.с.</sub> – 0,04 мг/м<sup>3</sup>. Воздействие диоксида азота на растения может проявляться несколькими путями: прямой контакт с растениями при помощи образующихся в воздушной среде кислотных осадков и косвенный контакт – путем фотохимического образования окислителей (озон). В процессе воздействия, прямой контакт можно определить

визуально, так как происходит изменение цвета листовой пластины растений – пожелтение или побурение, в результате окисления хлорофилла [51, 55]. Также происходит процесс окисления жирных кислот у растений, который приводит к разрушению мембран клеток и их некрозу. При данном воздействии в клетках растений образуется азотистая кислота, которая оказывает мутагенное воздействие. В результате данных процессов возможно возникновение асимметрии роста листа. При повышении концентрации диоксида азота ( $0,35 \text{ мг/м}^3$  и более) наблюдается нарушения в процессе роста растений. Опасность повреждения растительности диоксидом азота существует только в больших городах и промышленных районах, где средняя концентрация диоксида азота составляет  $0,2\text{--}0,3 \text{ мг/м}^3$  [56, 57, 58].

**Диоксид железа** в современном мире используются в качестве удобрения, поэтому его относят к микроэлементу, хорошо усваиваемому растениями. Диоксид железа относится к 3 классу опасности (таблица Д.1), ПДК<sub>с.с</sub> составляет  $0,04 \text{ мг/м}^3$ . В работах приведена некоторая закономерность изменения содержания железа и развития растений. Невысокое исходное значение содержания железа (около 1%) в почвах оказывает положительное воздействие для развития растений, поскольку, при таком содержании в новообразованиях, концентрируются большинство необходимых для растений микро- и макроэлементов. При средних значениях (около 5–15 %) содержания диоксида железа в почвах наблюдается повышение урожайности у растений [51, 59]. Данные, полученные в условиях повышения содержания железа в почвах до 35%, показывают, что различные культуры по-разному реагируют на степень содержания диоксида железа в почвах. Дальнейшее увеличение значения содержания диоксида железа приводит к резкому ухудшению растений и стремительному снижению урожайности. При избытке железа возможно замедления роста листовых пластин, изменение цвета (преобладает лимонно-желтый окрас) у листьев, тем самым появление асимметрии организма этих растений [59, 60].

**Сажа, зола** являются минеральными частицами, которые находятся в воздушной среде и оказывают негативное воздействие на развитие растений. Сажа относится к 3 классу опасности (таблица Д.1), ПДК<sub>м.р.</sub> – 0,15 мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>с.с.</sub> – 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Зола углей, в свою очередь относится также к 3 классу опасности (таблица Д.1). Основное количество пыли в атмосферу поступает от промышленных предприятий [51, 60]. Растения, в свою очередь являются предметом поглощения данной пыли, в результате, пыль, содержащая вредные вещества попадает в организм растений. Частицы угольной, цементной пыли могут замедлить рост растений, отмечено пожелтение листовых пластины при воздействии пыли [61].

**Нефтепродукты** являются последствием воздействия техногенной деятельности, в результате происходит ухудшение экологической обстановки на обширных территориях. В состав нефтепродуктов входит большое количество веществ, полученных из нефти, в нашем случае это топливо (бензин и керосин). Бензин относится к 4 классу опасности (таблица Д.1), ПДК<sub>м.р.</sub> – 5 мг/м<sup>3</sup>, ПДК<sub>с.с.</sub> – 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Керосин относится к 3 классу опасности (таблица В.1). По данным [62] на территории Астраханской области к типичным факторам загрязнения почвы и окружающей среды относят влияние нефтепродуктов. Проведение исследований в этой области показало, что данное воздействие оказывает негативно влияние на организм растений, так как они перенимают всё из почвы [64]. В результате выявлен высокий уровень деградации растительного покрова под влиянием загрязнения почвы нефтепродуктами. Нефть относится к распространенным техногенным загрязнителям, при разливах которой на длительное время нарушается условно нормальное функционирование почвенной экологической системы, ухудшается плодородие почв. Растения являются основой всех биогеоценозов, поэтому их отклонения физиологических и биологических реакций, которые весьма чувствительны к изменениям в окружающей среде, могут служить индикатором ее состояния [51, 63, 64].

Вместе с тем, были рассмотрены работы, где проведены исследования роста и развития листьев березы повислой в условиях техногенного загрязнения, в частности зависимость изменения электрического сопротивления от уровня поглощения листовой пластинки продуктов нефтяного распада [34, 65].

Электрические потенциалы в растительных организмах имеют тесную функциональную связь с физиологической поляризацией и ростовыми процессами, участвуют в поглощении и передвижении веществ в растении. Особый интерес в связи с этим представляет рост и развитие листьев березы повислой в условиях техногенного загрязнения, в частности зависимость изменения электрического сопротивления и флуктуирующей асимметрии листа [67]. Показатель флуктуирующей асимметрии листа является методом, подтверждающим измерения, проводимые электрометрическим способом, в условиях эксперимента происходит нарушение водообмена в корнях, стволах и листьях березы [67], а также стоит отметить, что они более подвержены влиянию гидротермического режима воздушной среды. Соответственно с этим проявляется запаздывание фазы осеннего пожелтения, листья у модельных деревьев на экспериментальной площадке выглядят зелеными, тогда как в контроле наблюдаются фазы интенсивного осеннего пожелтения листьев [65, 68].

Известно, что воздействие на растения различных стрессовых факторов вызывает возрастание интенсивности синтеза фенольных соединений, для исследуемых насаждений характерно интенсивное рекреационное воздействие, связанное с близостью расположения одних из наиболее популярных и посещаемых природных объектов на Среднем Урале. В результате стоит отметить, что в древостоях березы повислой при значительном рекреационном воздействии наблюдается в целом увеличение интенсивности синтеза фенольных соединений [69].

Согласно материалам, представленным работой [14] на территории города Казань высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, основными

загрязняющими веществами являются: оксид азота, оксид углерода и диоксид серы. Основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт (64,9 %). При помощи методики оценки качества среды флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth.* было проведено изучение морфологических показателей исследуемого объекта [69] на площадках, заложенных на придорожных полосах города Казань, в результате определено качество среды. Качество среды оценено как «крайне неблагоприятное», «условно нормальное», интегральный показатель флуктуирующей асимметрии варьируется от 0,055 до 0,065.

В работах [12,70] исследуемых территории Республики Алтай интегральный показатель флуктуирующей асимметрии составил не более 0,055, что относит качество среды данного района к «условно нормальному». В таком же диапазоне находится уровень качества среды на территории города Ангарска [18], где показатель флуктуирующей асимметрии не превышает 0,054.

При возрастании антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе на популяцию живых организмов, значение показателя асимметрии увеличивается [74, 72]. В результате проведенных исследований, установлены достоверные различия показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой *Betula pendula roth.* в наиболее загрязненных участках обследованной территории города Томска от соответствующих значений в более экологически благополучной контрольной местности.

На территории города Владивосток проведено схожее исследование – пробы отобраны вдоль автомагистрали города, в результате значения интегрального показателя флуктуирующей асимметрии составило 0,07, что говорит о критическом состоянии окружающей среды данного города [19,73, 74].

Анализ результатов исследований, проведенных на северо-западе Брянской области, показал, что флуктуирующая асимметрия листовой пластины в данном районе не зависит от загрязнения атмосферы и почвы. Она тесно связана с изменением густоты возобновления, от которого напрямую

зависит световой режим. Показано, что наибольшая асимметрия березового листа (0,64–0,65) наблюдается на удалении 200 и 500 метров, а наименьшая (0,53–0,56) отмечена на удалении 50 и 250 метров. [16].

Оценка состояния среды городской территории Ханты-Мансийска показала, что флуктуирующая асимметрия, усредненная по всем районам с 2003 года по 2007 год, находится в интервале 0,053–0,057, а качество среды, соответственно, низкое и находится в пределах 4–5 баллов [16, 75].

В результате исследования, полученные нами данные, находятся в пределах, определенных для показателя флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в условиях городской среды в ряде других городов. Крупные города с высокой численностью населения призваны удовлетворять потребностям жителей, обеспечивать высокое экологическое качество среды, вследствие чего они являются центрами возникновения основных экологических проблем. Например, в городе Воронеже значение показателя флуктуирующей асимметрии составит от 0,044 до 0,047, в районе населенного пункта Мисцево показатель асимметрии высокий соответствует 5 баллам по шкале В.М. Захарова [3, 4].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были выполнены все поставленные задачи, проведен анализ литературных данных, который позволил изучить значение и область применения метода флуктуирующей асимметрии березы повислой *Betula pendula roth*. Кроме того, были получены практические навыки выполнения биоиндикационного исследования с применением метода флуктуирующей асимметрии. В результате проведенного исследования проведена оценка качества окружающей среды на территории выбранных микрорайонов города Томска.

1) Выявлено существенное различие интегрального показателя флуктуирующей асимметрии на территории изученных районов № 1 (вдоль улицы Московского тракта), № 2 (вдоль улицы Нахимова и площади Южной) и № 3 (вдоль улицы Фрунзе) города Томска. В соответствии со шкалой стабильности методики В.М. Захарова установлено, что оценка качества окружающей среды в данных районах варьируется, что статистически значимо выше по сравнению с данными, полученными на контрольном участке и обусловлено комплексным антропогенным загрязнением окружающей среды на данном участке.

2) Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности метода флуктуирующей асимметрии листьев для экологического мониторинга в условиях городской среды. Методика позволяет дать интегральную оценку антропогенного воздействия на состояние окружающей среды близости автотрасс.

3) По результатам исследования создана карта выбранных микрорайонов города Томска с указанием оценки качества окружающей среды в зависимости от изменений интегрального показателя стабильности развития березы повислой *Betula pendula roth*.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, А.Ф., Слепцова, Т.В. Биоиндикация загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами по содержанию их в листьях березы обыкновенной в Якутии/ Абрамов А.Ф., Слепцова Т.В.// Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. 2007. – С. 24–28.
2. Ашихмина, Т.Я. Биоиндикация и биотестирование. Методы познания экологического состояния окружающей среды/ Т.Я. Ашихмина// Киров, 2005. – 236 с.
3. Захаров, В.М. [и др.] Здоровье среды: практика оценки. / В.М. Захаров [и др.] – М.: Центр экологической политики России, 2000.
4. Захаров, В.М. – Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников/ В.М. Захаров, В.И. Баранов, А.В. Борисов, Н.Г. Валецкий, Е.К. Кряжева, А.Т. Чистякова// М: Центр экологической политики России, 2000.
5. Калаев, В.Н. Биоиндикация загрязнения районов города Воронежа по величине флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой/ В. Н. Калаев, И.В. Игнатова, В. В. Третьякова, В. Г. Артюхов, А. Д. Савко// Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. 2011. – № 2. – С. 168–175.
6. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/ О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева// М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
7. Шуберт, Р. Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем/ Р. Шуберта. – М.: Мир, 1998. Литвинова, Л.И. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды/ Л.И. Литвинова// Киев:Здоровье, 1986. – 64 с.
8. Литвинова, Л.И. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды/ Л.И. Литвинова// Киев:Здоровье, 1986. – 64 с.

9. Машинский, Л.О. Город и природа: городские зеленые насаждения/ Л.О. Машинский// М: Стройиздат, 1973. – 228 с.
10. Якушина, Э.И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы/ Э.И Якушина – М: Наука, 1990.
11. Босняцкий, Г.П. Методы биоиндикации для контроля состояния окружающей среды. Экология в газовой промышленности/ Г.П. Босняцкий// ВНИИГаз, 2004.
12. Собчак, Р.О. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula roth.*/ Р.О. Собчак, Т.Г. Афанасьева, М.А. Копылов//Вестник ТГУ. 2013. – № 368. С. 195–199.
13. Кокорина, Н.В., Татаринцев, П.Б. Методические вопросы выбора тест объектов биоиндикации с использованием алгоритма сравнения коэффициентов вариации/ Н.В. Кокорина, П.Б. Татарицев// Вестник ТГУ. Биология, 2010. – № 3 (11). – С. 141–150.
14. Кустова, Л.М. Применение методов флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой для оценки экологического состояния. [Электронный ресурс]/ Л.М. Кустова. – Режим доступа: <http://kpfu.ru/portal/docs/F314845130/Kustova>.
15. Архипова, Т.С. Изучение асимметрии листьев березы для оценки качества среды. [Электронный ресурс]/ Т.С. Архипова. – Режим доступа: <http://livescience.ru>
16. Балашкевич, Ю.А. Изменение флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой на неиспользуемых сельскохозяйственных землях/ Ю.А. Балашкевич// Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2010. – С. 31–35.
17. Гуртяк, А.А. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора/ А. А. Гуртяк, В. В. Углев// Известия Томского политехнического университета. 2010. – Т. 317 – № 1. – С. 200–204.

18. Блащинская, О.Н., Забуга, Г.А. Исследование флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой урботерритории города Ангарска/ О.Н. Блащинская, Г.А. Забуга// Научный альманах. 2016. – № 7 – С. 43–46.
19. Божко, Г.Г. Наличие флуктуирующей асимметрии и свинца в листьях березы манджурской/ Г.Г. Божко, Л.А. Масленникова, Т.А. Гончарова// Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток. 2015. – № 9 – С. 290–292.
20. Захаров, В. М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход/ В.М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
21. Вострикова, Т.В. Цитоэкология березы повислой *Betula pendula roth.*: дис.канд.биол.наук/ Т.В. Вострикова – Воронеж, 2002. – 186 с.
22. Гелашвили, Д.Б. Влияние лесопатологического состояния березы повислой на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки/ Д.Б. Гелашвили// Поволжский экологический журнал. 2007. – № 2. – С. 106–115.
23. Илькун, Г.М. Принципы подбора растений для озеленения промышленных. Растения и промышленная среда предприятий/ Г.М. Илькун// Киев. 1976. – С. 164–167.
24. Данченко, А.М. Популяционная изменчивость березы/ А. М. Данченко. – Новосибирск: Наука, 1990. – 205 с.
25. Захаров, В.М., Яблоков, А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций/ В.М. Захаров, А.В. Яблоков// М.: Наука, 1985. – С. 176–185.
26. Аралбаева, Л. С. Оценка относительного жизненного состояния и стабильности развития березы повислой (*Betula pendula roth.*) города Салават/ Л. С. Аралбаева, Р. В. Уразгильдин, А. Ю. Кулагин// Вестник ОГУ. 2009. – № 6. – С. 39–42.
27. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур)/ МПР РФ; Введ. 16.10.03. – № 460-Р. – М. 2003. – 24 с.

28. Марченко, С.И. Методика определения величины асимметрии площадей половинок листьев с использованием компьютерных технологий/ С.И. Марченко. Брянск: БГИТА, 2008. С. 9–18.
29. Баранов, С.Г., Гавриков, Д.Е. Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластины *Betula pendula roth.*/ С.Г. Баранов, Д.Е. Гавриков, 2009
30. Дружкина, Т.А., Лебедь Л.В. Исследование биоиндикационных свойств древесных пород в городской среде/ Т.А. Дружкина, Л.В. Лебедь// М.: Наука, 2010. – С. 42.
31. Ерофеева, Е.А. Взаимосвязь физиолого-морфологических показателей листовой пластинки березы повислой с содержанием в ней тяжелых металлов/ Е.А. Ерофеева, М.М. Наумова// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010. – № 1. – С. 140–143.
32. Дьяченко, Г.И. Мониторинг окружающей среды (Экологический мониторинг)/ Г.И. Дьяченко// Новосибирск, 2003. – 121 с.
33. Шабалина, О.М., Демьяненко, Т.Н. Оценка влияния загрязнения среды и почвенных факторов на показатели флуктуирующей асимметрии листа березы повислой (*Betula pendula roth.*) в городе Красноярске/ О.М. Шабалина, Т.Н. Демьяненко// Вестник КрасГАУ, 2011. – № 6 – С. 134–139.
34. Курило, Ю.А., Григорьев, А.И. Изучение взаимосвязи между электрическим сопротивлением и флуктуирующей асимметрией листовой пластины березы повислой/ Ю.А. Курило, А.И. Григорьев// ОмГПУ, город Омск. 2012. – 76–79 с.
35. Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды/ Л.Ф. Голдовская// М.: Мир, 2005. – 295 с.
36. Горышина, Т. К. Экология растений/ Т.К. Горышина – М.: Высшая школа 1991. – С. 310–315.
37. Земцова, А.А География Томской области/ А. А. Земцова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. — 246 с.

38. Евсеева, Н.С. География Томской области. Природные условия и ресурсы/ Н.С. Евсеева. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с.
39. Двораковский, М.С. Экология растений/ М.С. Двораковский// М.: Высшая школа, 1983. – 192 с.
40. Захаров, В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость)/ В.М. Захаров // Экология. 2001. – № 3. – С. 177–191.
41. Ефимов, В.М., Ковалева, В.Ю. Многомерный анализ биологических данных/ В.М. Ефимов, В.Ю. Ковалева// учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб. 2008. – 86 с.
42. Карпова, С.С. Влияние антропогенного загрязнения на цитогенетический полиморфизм семенного потомства березы повислой (*Betula pendula roth.*) в естественных и искусственных древостоях: Дис.канд. биол. наук/ С.С. Карпова. – Воронеж, 2011. –149 с.
43. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда/ Ю.З. Кулагин// М.:Наука, 1974. – 125 с.
44. Макеева, Л.П. Биоиндикационная оценка качества среды на территории города Мирного по показателю нарушения стабильности развития березы плосколистной/ Л.П. Макеева. М.: Наука, 2010. – С. 53.
45. Лархер, В. Экология растений/ В.Лархер// М.: Мир, 1978. – 384 с.
46. Куролап, С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды/ С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепикова – Воронеж: ВГУ, 2006. – 220 с.
47. Магулаев, А.Ю. Основы биологической статистики: Учебное пособие/ А.Ю. Магулаев// Ставрополь: СГПИ, 1994. – 52 с.
48. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов/ А.И. Родионов// М: Химия, 1989. – 512 с.
49. Калаева, Е.А., Архтюхов, В.Г., Калаев, В.Н. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических

исследования и образовании. Учебник для вузов/ Е.А. Калаева, В.Г. Архтюхов, В.Н. Калаев. – Воронеж. – С. 227–240.

50. Сводный Том охраны атмосферы и предельно допустимых выбросов (ПДВ) города Томска. – Книга 4. Приложение Ш. – Новосибирск. – 2005.

51. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vozdyx.ru/article/pdk-vrednyx-veshhestv-v-atmosfernom-vozduxe>

52. Изучение флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula roth.*) для оценки качества среды в поселке Мисцево. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/issledovatel'skaya-rabota-na-temu-izuchenie-fluktuiruyushey-asimmetrii-listev-berezi-povisloy-betula-pendula-r-dlya-ocenki-kache-783987.html>

53. Взвешенные вещества. Твердые частицы. Атмосферный воздух. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://auagroup.kz/terms/%D0%B2/%D0%B2%D0%B7%D0%B2%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0.html>

54. Колтунов, Е.В. Биохимические особенности конститутивной резистентности березы повислой (*Betula pendula roth.*) к повреждению насекомыми-фитофагами в условиях антропогенного воздействия/ Е.В. Колтунов, М.И. Яковлева// Современные проблемы науки и образования. 2014. – № 5 – С. 35–38.

55. Кряжев, Н.Г. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения/ Н. Г. Кряжев, Е. К. Чистякова, В. М. Захаров// Экология. 1996. – № 6. – С. 441–444.

56. Диоксид азота. Анализ промышленных районов городской среды. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moreprom.ru/article.php?id=50>

57. Макеева, Т.И. Оценка антропогенной нагрузки на территории по показателям стабильности развития растений. Проблемы и пути их решения:

научно-практическая конференция/ Т.И. Макеева, Г.Н. Никонова// Москва: Материалы конференции, 2002. – С. 201–207.

58. Смирнова, Т.В. Изучение экологических особенностей биологического мониторинга Калужской области по стабильности развития берёзы повислой. [Электронный ресурс]/ Т.В. Смирнова. – Режим доступа: <https://univerfiles.com/898607>

59. Справочник по химии: железо в почве. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/info/754791>

60. Влияние вредных веществ на древесные растения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/vliyanie-vrednyx-yadovityx-veshhestv-dymov-i-gazov-na-drevesnye-rasteniya>

61. Корона, В.В., Васильев, А.Г. Строение и изменчивость листьев растений: основы модульной теории. 2-е изд.испр. и доп./ В.В. Корона, А.Г. Васильев// Екатеринбург: УрО РАН. 2007. – 280 с.

62. Современные проблемы науки и образования: аспекты влияния нефтепродуктов на растения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7107>

63. Шенников, А.П. Экология растений/ А.П. Шенников. М.: Советская наука, 1965. – 375 с.

64. Шевченко, О. Морфологическая изменчивость листьев березы повислой (*Betula pendula roth.*) в условиях радиоактивного загрязнения среды/ О. Шевченко// Вестник. 2005. – № 6 – С. 16–17.

65. Чистякова, Е.К. Возможность использования показателя стабильности развития и фотосинтетической активности для исследования состояния природных популяций растений на примере березы повислой/ Е. К. Чистякова, Н. Г. Кряжева// Онтогенез. 2001. – Т. 32, № 6 – С. 422–427.

66. Чистякова, Е.К. Оценка здоровья среды с разным уровнем радиационного загрязнения. Растения. Стабильность развития. Последствия

Чернобыльской катастрофы: Здоровье Среды/ Е. К. Чистякова, Н. Г. Кряжева, В. М. Захаров. — М., 1996. — С. 34–37.

67. Хузина, Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа/ Г.Р. Хузина. Вестник удмуртского университета, 2012. – № 3 – С. 47–52.

68. Солдатова, В.Ю., Шадрина, Е.Г. Показатели флуктуирующей асимметрии в условиях антропогенного воздействия/ В.Ю. Солдатова, Е.Г. Шадрина// Экологический мониторинг, 2007. – № 5 – С. 70–74.

69. Солдатова, В.Ю. Флуктуирующая асимметрия березы плосколистной (*Betula platyphylla Sukacz.*) как критерий качества городской среды и территорий, подверженных антропогенному воздействию (на примере Якутии): Автореф. дис.канд. биол. наук/ В. Ю. Солдатова – Якутия, 2006. –18 с.

70. Сергейчик, С.А. Газопоглотительная способность растений и аккумуляция в них элементов промышленных загрязнений. Оптимизация окружающей среды средства озеленения/ С.А. Сергейчик// Минск: Наука и техника – 1985. – С. 68–75.

71. Реймерс, Н.Ф. Экологизация. Введение в экологическую проблематику/ Н.Ф. Реймерс – М.: Изд-во РОУ, 1992.

72. Реймерс, Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. Словарь-справочник/ Н.Ф. Реймерс// М: Просвящение, 1992. – 319 с.

73. Мандра, Ю.А., Еременко, Р.С. Биоиндикационная оценка состояния окружающей среды города Кисловодска на основе анализа флуктуирующей асимметрии/ Ю.А. Мандра, Р.С. Еременко// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2010. – № 1 (8). – С. 140–143.

74. Макеева, Л.П. Биоиндикационная оценка качества среды на территории города Мирного по показателю нарушения стабильности развития березы плосколистной/ Л.П. Макеева. М.: Наука, 2010. – С. 53.

75. Яковлева, М.И. Влияние рекреационной дигрессии на состав и содержание фенольных соединений в листьях березы повислой (*Betula pendula roth.*)/ М.И. Яковлева// Екатеринбург, РАН. 2014. – № 16 – С. 43–45.

76. Franiel, I. Fluctuating asymmetry of *Betula pendula* roth. Leaves – an index of environment quality/ I. Franiel// Biodiv. Res. Conserv. 2008. – Vol. 9–10. – P. 7–10.
77. Palmer, A.R., Strobeck, C. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of nonnormal distributions and power of statistical test/ A.R. Palmer, C. Strobeck// Acta Zool. Fenn. 1992. – Vol. 191. – P. 57–72.
78. Valkama, J., Kozlov, M.V. Impact of climatic factors on the developmental stability of mountain birch growing in a contaminated area/ J. Valkama, M.V. Kozlov// J. Appl. Ecol. 2001. – Vol. 38. – P. 665–673.
79. Beasley, D.A.E., Bonisoli-Alquati, A., Mousseau, T.A. The use of fluctuating asymmetry as a measure of environmentally induced developmental instability: a meta-analysis/ D.A.E. Beasley, A. Bonisoli-Alquati, T.A. Mousseau// Ecological Indicators, 2013. – Vol. 30. – P. 218–226.
80. Hagen, S.B., Ims, R.A., Yoccoz, N.G., and Sorlibraten, O./ Fluctuating asymmetry as an indicator of elevation stress and distribution limits in mountain birch (*Betula pubescens*)// S.B. Hagen, R.A. Ims, N.G. Yoccoz and O. Sorlibraten// Plant Ecol. 2008. – Vol.195. – P.157–163.
81. Graham, J.H., Raz, S., Hel-Or, H., and Nevo, E. Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications/ J.H. Graham, S. Raz, H. Hel-Or, and E. Nevo// Symmetry. 2010. – Vol.2. – P. 466–540.

## Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Классы опасности химических веществ [51]

Класс опасности	Наименование	Характеристика
1	Чрезвычайно опасные вещества	<p>ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup> менее 0,1; средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг менее 15; средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг менее 100; средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м<sup>3</sup> менее 500.</p> <p>К чрезвычайно опасным веществам относятся: бензапирен, ртуть, плутоний, оксид свинца, растворимые соли свинца.</p>
2	Высоко опасные вещества	<p>ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup> 0,1–1,0; средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг 15–150; средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг 100–500; средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м<sup>3</sup> 500–5000.</p> <p>К высоко опасным веществам относятся: диоксид азота, кадмий, кобальт, литий, мышьяк, натрий, нитриты, формальдегид, фенол, фосфаты.</p>
3	Умеренно опасные вещества	<p>ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup> 1,1–10,0; средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг 151–5000; средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг 501–2500; средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м<sup>3</sup> 5001–50000.</p> <p>К умеренно опасным веществам относятся: алюминий, барий, взвешенные вещества, железо, зола углей, керосин, медь, никель, серебро, сажа, хром, цинк, этиловый спирт.</p>
4	Малоопасные вещества	<p>ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup> более 10,0; средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг более 5000; средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг более 2500; средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м<sup>3</sup> более 50000.</p> <p>К малоопасным веществам относятся: бензин, сульфаты, хлориды.</p>

# Отчет о проверке на заимствования №1



**Автор:** Воробьева Анастасия [nastenka\\_17.96@mail.ru](mailto:nastenka_17.96@mail.ru) / ID: 4337269  
**Проверяющий:** Воробьева Анастасия ([nastenka\\_17.96@mail.ru](mailto:nastenka_17.96@mail.ru) / ID: 4337269)  
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»- <http://users.antiplagiat.ru>

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 14  
 Начало загрузки: 30.05.2019 18:11:54  
 Длительность загрузки: 00:00:02  
 Имя исходного файла: Воробь\_ва А.В.  
 ДиссертацияОкончат вариант  
 Размер текста: 2275 кБ  
 Символов в тексте: 119552  
 Слов в тексте: 12150  
 Число предложений: 1068

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
 Начало проверки: 30.05.2019 18:11:57  
 Длительность проверки: 00:00:03  
 Комментарии: не указано  
 Модуль поиска: Модуль поиска Интернет

**ЗАИМСТВОВАНИЯ** 25,96%  **ЦИТИРОВАНИЯ** 0%  **ОРИГИНАЛЬНОСТЬ** 74,04% 



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.  
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	9,59%	12,82%	Кустова Л.М. Применение м...	<a href="http://kpfu.ru">http://kpfu.ru</a>	29 Ноя 2016	Модуль поиска Интернет	151	212
[02]	1,45%	9%	Ахмадышина А.А. Изучение ...	<a href="http://kpfu.ru">http://kpfu.ru</a>	04 Дек 2016	Модуль поиска Интернет	27	169
[03]	0,07%	3,83%	Гайфутдинова Л.И. Биомо...	<a href="http://kpfu.ru">http://kpfu.ru</a>	29 Ноя 2016	Модуль поиска Интернет	3	68

Еще источников: 17  
 Еще заимствований: 14,87%



## Поиск заимствований в научных текстах<sup>β</sup>

Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

Выбрать файл...

Укажите год публикации:

Выберите коллекции

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Все                     | <input type="checkbox"/> Википедия              | <input type="checkbox"/> Российские журналы     |
| <input type="checkbox"/> Рефераты                | <input type="checkbox"/> Российские конференции | <input type="checkbox"/> Энциклопедии           |
| <input type="checkbox"/> Авторефераты            | <input type="checkbox"/> Иностранные журналы    | <input type="checkbox"/> Англоязычная википедия |
| <input type="checkbox"/> Иностранные конференции | <input type="checkbox"/> PubMed                 |   |

Анализировать

Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст (<http://text.rucont.ru/like>)

Обработан файл:

Воробьёва А.В. ДиссертацияОкончат вариант.pdf.

Год публикации: 2019.

Оценка оригинальности документа - 77.59%

Процент условно корректных заимствований - 0.19%

Процент некорректных заимствований - 22.22%

Просмотр заимствований в документе

Время выполнения: 28 с.

Документы из базы

Источники заимствования

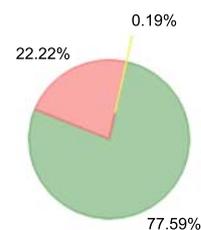
**1. Курсовая работа: Изучение экологических особенностей биологического мониторинга Калужской области по стабильности развития берёзы повислой (<http://www.bestreferat.ru/files/06/bestreferat-121106.docx>)**

Год публикации: 2016. Тип публикации: реферат.

<http://www.bestreferat.ru/files/06/bestreferat-121106.docx>

(<http://www.bestreferat.ru/files/06/bestreferat-121106.docx>)

[Показать заимствования \(30\)](#)



В списке литературы

Источники  
Заимствования

6.67%

**2. Изучение взаимосвязи между электрическим сопротивлением и флуктуирующей асимметрией листовой пластины березы повислой (<http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-mezhdu-elektricheskim-soprotivleniem-i-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastiny-berezy-povisloy>).**

Авторы: КУРИЛО Ю.А., ГРИГОРЬЕВ А.И..

Год публикации: 2015. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-mezhdu-elektricheskim-soprotivleniem-i-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastiny-berezy-povisloy>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-mezhdu-elektricheskim-soprotivleniem-i-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastiny-berezy-povisloy>).

[Показать заимствования \(9\)](#)

2.72%

**3. Экологическая оценка рекреационных зон города Братска методом флуктуирующей асимметрии березы повислой (<http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-rekreatsionnyh-zon-goroda-bratska-metodom-fluktuiruyushey-asimetrii-berezy-povisloy>).**

Авторы: Рунова Е. М., Гнаткович П. С..

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-rekreatsionnyh-zon-goroda-bratska-metodom-fluktuiruyushey-asimetrii-berezy-povisloy>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-rekreatsionnyh-zon-goroda-bratska-metodom-fluktuiruyushey-asimetrii-berezy-povisloy>).

[Показать заимствования \(12\)](#)

2.39%

**4. Реферат: Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (<http://www.bestreferat.ru/files/85/bestreferat-408885.docx>).**

Год публикации: 2016. Тип публикации: реферат.

<http://www.bestreferat.ru/files/85/bestreferat-408885.docx>

(<http://www.bestreferat.ru/files/85/bestreferat-408885.docx>)

[Показать заимствования \(17\)](#)

2.28%

**5. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-sredy-gorodskoy-territorii-s-ispolzovaniem-berezy-povisloy-v-kachestve-bioindikatora>).**

Авторы: Гуртяк Александр Анатольевич, Углев Владимир Владимирович.

Год публикации: 2010. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-sredy-gorodskoy-territorii-s-ispolzovaniem-berezy-povisloy-v-kachestve-bioindikatora>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-sredy-gorodskoy-territorii-s-ispolzovaniem-berezy-povisloy-v-kachestve-bioindikatora>)

[Показать заимствования \(11\)](#)

2.24%

**6. Оценка качества урбаноcреды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth. ) (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-urbanosredy-g-kirova-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula>).**

Авторы: Савинцева Лариса Сергеевна, Егошина Татьяна Леонидовна, Ширяев Валерий Владимирович.

Год публикации: 2012. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-urbanosredy-g-kirova-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-urbanosredy-g-kirova-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-assimetrii-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula>).

[Показать заимствования \(12\)](#)

2.2%

**7. Курсовая работа: Оценка качества среды города Орска по функциональной асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula*) (<http://www.bestreferat.ru/files/70/bestreferat-206570.docx>).**

Год публикации: 2016. Тип публикации: реферат.

<http://www.bestreferat.ru/files/70/bestreferat-206570.docx>

(<http://www.bestreferat.ru/files/70/bestreferat-206570.docx>)

[Показать заимствования \(13\)](#)

1.77%

**8. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-rekreatsionnyh-zon-metodom-fluktuiruyushey-asimmetrii-listiev-betula-pendula-roth>)**

Авторы: Собчак Раиса Олеговна, Афанасьева Татьяна Георгиевна, Копылов Максим Анатолиевич.

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-rekreatsionnyh-zon-metodom-fluktuiruyushey-asimmetrii-listiev-betula-pendula-roth> (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-rekreatsionnyh-zon-metodom-fluktuiruyushey-asimmetrii-listiev-betula-pendula-roth>)

[Показать заимствования \(9\)](#)

1.74%

**9. Дипломная работа: Комплексная эколого-геохимическая оценка урболоаншадфтов Волгоградской агломерации (<http://www.bestreferat.ru/files/92/bestreferat-121192.docx>)**

Год публикации: 2016. Тип публикации: реферат.

<http://www.bestreferat.ru/files/92/bestreferat-121192.docx> (<http://www.bestreferat.ru/files/92/bestreferat-121192.docx>)

[Показать заимствования \(11\)](#)

1.65%

**10. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tilia cordata* L.) (<http://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-fluktuiruyushey-asimmetrii-bilateralnyh-priznakov-lista-lipy-melkolistnoy-tilia-cordata-l>)**

Авторы: Хузина Гульшат Радиковна.

Год публикации: 2011. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-fluktuiruyushey-asimmetrii-bilateralnyh-priznakov-lista-lipy-melkolistnoy-tilia-cordata-l> (<http://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-fluktuiruyushey-asimmetrii-bilateralnyh-priznakov-lista-lipy-melkolistnoy-tilia-cordata-l>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

1.57%

**11. Оценка состояния окружающей среды города Алдана на основе анализа флуктуирующей асимметрии березы плосколистной (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-okruzhayushey-sredy-goroda-aldana-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-ploskolistnoy>)**

Авторы: Шадрина Елена Георгиевна, Луцкан Евгения Николаевна, Луцкан Иван Петрович, Макаров Виктор Семенович.

Год публикации: 2014. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-okruzhayushey-sredy-goroda-aldana-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-ploskolistnoy> (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-okruzhayushey-sredy-goroda-aldana-na-osnove-analiza-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-ploskolistnoy>)

[Показать заимствования \(10\)](#)

1.56%

**12. Оценка качества среды методом флуктуирующей ассиметрии древесных растений (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-sredy-metodom-fluktuiruyushey-assimetrii-drevesnyh-rasteniy>)**

Авторы: АНОШКИНА Л.В., ПУЗАНОВА О.А., СМЕРНОВА А.В..

Год публикации: 2011. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-sredy-metodom-fluktuiruyushey-assimetrii-drevesnyh-rasteniy> (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-sredy-metodom-fluktuiruyushey-assimetrii-drevesnyh-rasteniy>)

[Показать заимствования \(8\)](#)

1.55%

**13. Применение метода биоиндикации для оценки состояния растительности (<http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-bioindikatsii-dlya-otsenki-sostoyaniya-rastitelnosti>)**

Авторы: РУНОВА Е.М., АНОШКИНА Л.В..

Год публикации: 2009. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-bioindikatsii-dlya-otsenki-sostoyaniya-rastitelnosti> (<http://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-bioindikatsii-dlya-otsenki-sostoyaniya-rastitelnosti>)

[Показать заимствования \(6\)](#)

1.34%

**14. Анализ показателей флуктуирующей асимметрии (<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004605206?get=pdf>)**

Авторы: Трубянов, Алексей Борисович.

Год публикации: 2010. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004605206?get=pdf> (<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004605206?get=pdf>)

[Показать заимствования \(9\)](#)

1.2%

**15. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния (<http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-pokazatelya-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-dlya-otsenki-ee-sostoyaniya>)**

Авторы: ЗАЛЕСОВ С.В., АЗБАЕВ Б.О., БЕЛОВ Л.А.

Год публикации: 2014. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-pokazatelya-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-dlya-otsenki-ee-sostoyaniya> (<http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-pokazatelya-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-dlya-otsenki-ee-sostoyaniya>)

[Показать заимствования \(7\)](#)

1.19%

**16. Оценка влияния загрязнения среды и почвенных факторов на показатели флуктуирующей асимметрии листа березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в г. Красноярске (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-zagryazneniya-sredy-i-pochvennyh-faktorov-na-pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-lista-berezy-povisloy-betula>)**

Авторы: Шабалина О. М., Демьяненко Т. Н.

Год публикации: 2011. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-zagryazneniya-sredy-i-pochvennyh-faktorov-na-pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-lista-berezy-povisloy-betula>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-zagryazneniya-sredy-i-pochvennyh-faktorov-na-pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-lista-berezy-povisloy-betula>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

1.18%

**17. Оценка относительного жизненного состояния и стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) города Салават (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-otnositelnogo-zhiznennogo-sostoyaniya-i-stabilnosti-razvitiya-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-goroda-salavat>)**

Авторы: Аралбаева Л. С., Уразгильдин Р. В., Кулагин А. Ю.

Год публикации: 2009. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-otnositelnogo-zhiznennogo-sostoyaniya-i-stabilnosti-razvitiya-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-goroda-salavat>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-otnositelnogo-zhiznennogo-sostoyaniya-i-stabilnosti-razvitiya-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-goroda-salavat>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

1.17%

**18. Совершенствование системы мониторинга воздушного бассейна г. Чита (<http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-monitoringa-vozdushnogo-basseyna-g-chita>)**

Авторы: Турушева Татьяна Викторовна.

Год публикации: 2009. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-monitoringa-vozdushnogo-basseyna-g-chita>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-monitoringa-vozdushnogo-basseyna-g-chita>)

[Показать заимствования \(8\)](#)

1.09%

**19. Оценка экологического состояния урбоэкосистемы г. Павлодара с использованием растительных объектов (<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004600090?get=pdf>)**

Авторы: Асылбекова, Гулмира Ермухановна.

Год публикации: 2010. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004600090?get=pdf> (<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01004600090?get=pdf>)

[Показать заимствования \(7\)](#)

1.04%

**20. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАСТЕНИЙ К УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192475>)**

Авторы: Савинцева Лариса Сергеевна.

Год публикации: 2015. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192475>

(<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192475>)

[Показать заимствования \(8\)](#)

1.03%

**21. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАСТЕНИЙ К УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192481>)**

Авторы: Савинцева Лариса Сергеевна.

Год публикации: 2015. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192481>

(<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/192481>)

[Показать заимствования \(8\)](#)

1.03%

**22. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth. В условиях антропогенного воздействия (на примере Г. О. Тольятти) (<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-usloviyah-antropogennogo-vozdeystviya-na-primere-g-o-tolyatti>)**

Авторы: Беляева Юлия Витальевна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-usloviyah-antropogennogo-vozdeystviya-na-primere-g-o-tolyatti>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-usloviyah-antropogennogo-vozdeystviya-na-primere-g-o-tolyatti>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

1.03%

**23. Оценка качества атмосферного воздуха по величине флуктуирующей асимметрии березы повислой (на примере урбанизированных и ООПТ Восточного Забайкалья) (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-na-primere-urbanizirovannyh-i-oopt>)**

Авторы: Звягинцева О. Ю..

Год публикации: 2012. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-na-primere-urbanizirovannyh-i-oopt>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-berezy-povisloy-na-primere-urbanizirovannyh-i-oopt>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

1%

**24. Оценка благополучия среды по показателям стабильности развития растений и животных (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-blagopoluchiya-sredy-po-pokazatelyam-stabilnosti-razvitiya-rasteniy-i-zhivotnyh>)**

Авторы: Левых Алёна Юрьевна, Пузынина Галина Георгиевна.

Год публикации: 2012. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-blagopoluchiya-sredy-po-pokazatelyam-stabilnosti-razvitiya-rasteniy-i-zhivotnyh>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-blagopoluchiya-sredy-po-pokazatelyam-stabilnosti-razvitiya-rasteniy-i-zhivotnyh>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.99%

**25. Изменение морфометрических параметров листовой пластинки березы повислой *Betula pendula* Roth. В условиях Барнаула (<http://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-morfometrcheskih-parametrov-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-usloviyah-barnaula>)**

Авторы: Ерещенко Ольга Владимировна, Хлебова Любовь Петровна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-morfometrcheskih-parametrov-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-usloviyah-barnaula>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-morfometrcheskih-parametrov-listovoy-plastinki-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-usloviyah-barnaula>)

[Показать заимствования \(7\)](#)

0.99%

**26. Оценка качества атмосферного воздуха по величине флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth>)**

Авторы: Звягинцева О. Ю..

Год публикации: 2012. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-atmosfernogo-vozduha-po-velichine-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.95%

**27. Оценка техногенного загрязнения по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth. ) в окрестностях г. Братска (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnogennogo-zagryazneniya-po-pokazatelyu-fluktuiruyushey-assimetrii-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-okrestnostyah-g>)**

Авторы: РУНОВА Е.М., КОСТРОМИНА О.А..

Год публикации: 2007. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnogennogo-zagryazneniya-po-pokazatelyu-fluktuiruyushey-assimetrii-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-okrestnostyah-g>

(<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-tehnogennogo-zagryazneniya-po-pokazatelyu-fluktuiruyushey-assimetrii-berezy-povisloy-betula-pendula-roth-v-okrestnostyah-g>)

[Показать заимствования \(7\)](#)

0.93%

**28. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth. В естественных и антропогенных условиях Тольятти**  
 (<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-estestvennyh-i-antropogennyh-usloviyah-tolyatti>)

Авторы: Беляева Ю. В.

Год публикации: 2014. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-estestvennyh-i-antropogennyh-usloviyah-tolyatti> (<http://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-fluktuiruyushey-asimmetrii-betula-pendula-roth-v-estestvennyh-i-antropogennyh-usloviyah-tolyatti>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

0.82%

**29. Сравнение морфологических признаков листа *Betula pendula* в условиях урбаноcреды**  
 (<http://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-morfologicheskikh-priznakov-lista-betula-pendula-v-usloviyah-urbanosredy>)

Авторы: Хикматуллина Гульшат Радиковна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-morfologicheskikh-priznakov-lista-betula-pendula-v-usloviyah-urbanosredy> (<http://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-morfologicheskikh-priznakov-lista-betula-pendula-v-usloviyah-urbanosredy>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.77%

**30. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения г. Чита (Забайкальский край)**  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/159431>)

Авторы: Звягинцева Ольга Юрьевна.

Год публикации: 2014. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/159431>  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/159431>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.74%

**31. Стабильность развития *Betula pendula* Roth. В урбоэкосистемах Гомельского Полесья**  
 (<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-betula-pendula-roth-v-urboekosistemah-gomelskogo-polesya>)

Авторы: МАЛАЩЕНКО В.В., СТАРШИКОВА Л.В., ГАЙДУЧЕНКО Е.С..

Год публикации: 2013. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-betula-pendula-roth-v-urboekosistemah-gomelskogo-polesya> (<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-betula-pendula-roth-v-urboekosistemah-gomelskogo-polesya>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

0.71%

**32. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131667>)

Авторы: Хикматуллина Гульшат Радиковна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131667>  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131667>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.7%

**33. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ**  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131669>)

Авторы: Хикматуллина Гульшат Радиковна.

Год публикации: 2013. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131669>  
 (<http://vak2.ed.gov.ru/idcUploadAutoref/renderFile/131669>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.7%

**34. Сирень венгерская - перспективный биоиндикатор для сравнительной оценки степени загрязнения городской среды**  
 (<http://cyberleninka.ru/article/n/siren-vengerskaya-perspektivnyy-bioindikator-dlya-sravnitelnoy-otsenki-stepeni-zagryazneniya-gorodskoy-sredy>)

Авторы: Полонский В. И., Полякова И. С..

Год публикации: 2014. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/siren-vengerskaya-perspektivnyy-bioindikator-dlya-sravnitelnoy-otsenki-stepeni-zagryazneniya-gorodskoy-sredy> (<http://cyberleninka.ru/article/n/siren-vengerskaya-perspektivnyy-bioindikator-dlya-sravnitelnoy-otsenki-stepeni-zagryazneniya-gorodskoy-sredy>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.69%

**35. Аprobация методов биоиндикации атмосферного воздуха в городе Калининграде (<http://cyberleninka.ru/article/n/aprobatsiya-metodov-bioindikatsii-atmosfernogo-vozduha-v-gorode-kaliningrade>)**

Авторы: Ахмедова Наталья Равиловна, Великанов Николай Леонидович, Корягин Сергей Иванович.

Год публикации: 2015. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/aprobatsiya-metodov-bioindikatsii-atmosfernogo-vozduha-v-gorode-kaliningrade> (<http://cyberleninka.ru/article/n/aprobatsiya-metodov-bioindikatsii-atmosfernogo-vozduha-v-gorode-kaliningrade>)

[Показать заимствования \(5\)](#)

0.65%

**36. Стабильность развития березы бородавчатой как индикатор здоровья среды (<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-berezy-borodavchatoy-kak-indikator-zdorovya-sredy>)**

Авторы: Парфирьева Анна Юрьевна.

Год публикации: 2015. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-berezy-borodavchatoy-kak-indikator-zdorovya-sredy> (<http://cyberleninka.ru/article/n/stabilnost-razvitiya-berezy-borodavchatoy-kak-indikator-zdorovya-sredy>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.36%

**37. Оценка стабильности развития дуба черешчатого на территории национального парка «Орловское Полесье» (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stabilnosti-razvitiya-duba-chereshchatogo-na-territorii-natsionalnogo-parka-orlovskoe-polesie>)**

Авторы: Гераськина Н. П..

Год публикации: 2009. Тип публикации: статья научного журнала.

<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stabilnosti-razvitiya-duba-chereshchatogo-na-territorii-natsionalnogo-parka-orlovskoe-polesie> (<http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-stabilnosti-razvitiya-duba-chereshchatogo-na-territorii-natsionalnogo-parka-orlovskoe-polesie>)

[Показать заимствования \(4\)](#)

0.32%

[Дополнительно](#)

[Значимые оригинальные фрагменты](#)

[Библиографические ссылки](#)

[Искать в Интернете](#)