

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

Работу выполнила: Молодцова Диана Павловна
учащаяся 6 класса МБОУ «Детских технопарк «Кванториум»

Руководитель работы: Удовенко Анна Станиславовна,
педагог дополнительного образования
МБОУ «Детских технопарк «Кванториум»

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПУТЁМ АНАЛИЗА СТАБИЛЬНОСТИ БЕРЁЗЫ ПЛОСКОЛИСТНОЙ

Введение. Интенсивное воздействие человека на природу, негативные, часто необратимые последствия этого воздействия обуславливают необходимость глубокого и всестороннего анализа проблемы взаимодействия общества и природы. Любое нарушение равновесия, постоянства в окружающей среде не может не сказаться на живых организмах, обитающих в ней, в том числе и на человеке. Всё возрастающее негативное воздействие человека на природную среду диктует необходимость контроля над её состоянием.

За последнее десятилетие накоплен большой материал по изменению природы. Однако он не содержит данных о динамике развития процессов. В связи с этим встал вопрос о формировании экологической информации, организации специальных наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее антропогенными изменениями, с целью их оценки, прогнозирования и своевременного предупреждения о возможных неблагоприятных последствиях. Сегодня под экологической информацией понимается информация о состоянии объектов окружающей среды и биосферы, факторах физических воздействий, состоянии здоровья и безопасности людей, условиях жизни людей, состоянии объектов природного и культурного наследия, включая подготовку и реализацию политических и административных решений в области экологии, а под здоровьем среды понимается качество среды, необходимое для поддержания здоровья человека и других живых существ. В дан-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

ной работе для оценки этого качества используется методика В.М.Захарова [3; стр. 65]. Сущность ее сводится к оценке стабильности развития живых организмов по морфологическим признакам. В основе метода лежит следующая закономерность: в оптимальных для существования вида условиях наблюдается наименьший уровень фенотипических отклонений от нормы. Любые воздействия на природу вызывают появление отклонений от нормального строения различных морфологических признаков растений и животных по причине нарушения индивидуального развития. Последствия этих нарушений могут быть оценены по величине показателей асимметрии, то есть незначительных отклонений от совершенной биотеральной симметрии. Пластические (мерные) признаки используют для оценки стабильности развития разнообразных объектов. К примеру, растения оценивают по линейным размерам листовой пластинки; насекомых – по промерам параметров жилкования крыльев; земноводных – по анализу окраски левой и правой частей тела и т.д.

В исследовательской работе приведена оценка экологического состояния г. Комсомольска-на-Амуре, по интегральным характеристикам асимметрии листьев деревьев. В основу методики положена теория о том, что различие между левой и правой половинами листа - есть взаимосвязь со степенью общей нарушенности окружающей среды. Анализ стабильности развития проводится на примере широко распространенного вида – березы плосколистной (*Betula platyphylla*).

Объект исследования: состояние окружающей среды г. Комсомольска-на-Амуре.

Предмет исследования: берёза плосколистная (*Betula platyphylla*) – биоиндикатор окружающей среды.

Цель работы: провести численную оценку асимметрии листовых пластинок березы плосколистной (*Betula platyphylla*) в шести микрорайонах города и на основе этого показателя определить качество окружающей среды.

Задачи:

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

1. Познакомиться с влиянием промышленных предприятий на окружающую среду города.
2. познакомиться с морфологическим описанием берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*).
3. исследовать признаки ассиметрии листьев берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) в шести микрорайонах города;
4. рассчитать балл стабильности развития березы плосколистной (*Betula platyphylla*) и определить уровни неблагоприятных условий ее развития в различных микрорайонах города;
5. проследить зависимость изменения строения листа берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) от климатических и антропогенных условий.

Методы исследования:

- Контент-анализ;
- Метод наблюдения;
- Статистический анализ данных;
- Математические расчеты, статистическая обработка данных, Microsoft Office Excel;
- Методики:

«Оценка экологического состояния леса по ассиметрии листьев» (разработанная группой ученых Калужского государственного педагогического университета им. К.Э.Циолковского [7]).

«Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой» (Пособие Г.А.Шестаковой, А.Б.Стрельцова, Е.Л.Константинов [7]).

Материалы и оборудование: линейка, циркуль-измеритель, ИКТ, пакеты для сбора листьев, блокнот, карандаши, карта-схема г. Комсомольска-на-Амуре.

Гипотеза: Оценка стабильности экологического состояния окружающей среды можно определить, через природные индикаторы в частности, через

расчеты стабильности развития листовой пластины Березы плосколистой (*Betula platyphylla*).

Актуальность:

Интегральный критерий, показывает, как действует на организм (растения, животного) окружающая среда в целом. Это позволяет выявить территории, где необходимо принимать меры для улучшения экологической ситуации. Наиболее перспективными и доступными являются биологические методы оценки состояния среды, оценка с помощью биоиндикаторов. Один из таких методов - исследование асимметрии живых организмов, в частности, растений.

Глава I. 1.1. Промышленные предприятия и природная среда

Ведущие промышленные отрасли города Комсомольска-на-Амуре: металлургические предприятия, нефтеперерабатывающее предприятие, военно-промышленный комплекс. Велика антропогенная нагрузка на окружающую среду. Интегральный критерий, показывает, как действует на организм (растения, животного) окружающая среда в целом. Это позволяет выявить территории, где необходимо принимать меры для улучшения экологической ситуации. Наиболее перспективными и доступными являются биологические методы оценки состояния среды, оценка с помощью биоиндикаторов. Один из таких методов - исследование асимметрии живых организмов, в частности, растений.

Для оценки экологического состояния окружающей среды проанализировали схему распространения промышленных предприятий по территории города (карта-схема 1) где выделили 6 участков, микрорайонов города: Центральная часть города (участок 1), Привокзальный микрорайон (участок 2, зона завода Амурметалл, предприятия ОАО «Хладокомбинат»), 6б-квартал (участок 3, спальный микрорайон), территория ТЭЦ-3 (участок 4), п. Сортировочный (участок 5), территория Дземги (участок 6, территория, где расположен завод КНПЗ). Транспортно-промышленная зона расположена вблизи города и включает предприятия по обслуживанию железнодорожного транс-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

порта и непосредственно железной дороги (п. Сортировочный, локомотивное депо, вагонное депо, дистанцию пути и т.д.). Промышленная зона – расположена вблизи жилой части города, Привокзальный микрорайон, микрорайон Дземги. Дело в том, что при преобладающих направлениях ветра, выбросы предприятий этих промышленных участков будут выноситься за пределы жилой зоны города, но с другой стороны Привокзальный микрорайон и п. Сортировочный расположены крайне невыгодно с этой точки зрения, так как преобладающие ветра в городе юго-западные и восточные. Значит выбросы предприятий будут накрывать спальные микрорайоны Привокзального района, окраин микрорайона Дземги и п. Сортировочный, который находится на территории города. Расположение части источников загрязнения в городской черте значительно усугубляет воздействие предприятий на атмосферу города.

Влияние факторов среды на физиологические процессы растений. Степень загрязнения воздуха, почвы загрязняющими веществами зависит от деятельности промышленных предприятий, автомобильного транспорта, работы ТЭЦ (в зависимости от сырья, которое используется на предприятии), техногенных аварий в различных сферах деятельности человека. Первым показателем нарушения нормальной жизнедеятельности растений является потеря зелёного пигмента листа, асимметрия в его развитии. Зелёный цвет постепенно выцветает, и все части листа постепенно становятся пожелтевшими и в связи с ослаблением функций тканей, лист принимает коричневые оттенки. Санитарно-защитные зоны у многих предприятий не выдержаны и зачастую промышленные комплексы примыкают вплотную к жилым домам. А так как многоэтажные здания, снижают эффективность турбулентного перемешивания масс и способствуют накоплению вредных примесей в приземном воздушном слое, то в густо заселённой зоне создаются наиболее неблагоприятные с экологической точки зрения условия для проживания населения. Промышленные предприятия, автомобильный транспорт являются основными источниками загрязнения. Наиболее часто в осеннее–зимний период наблюдаются неблагоприятные метеорологические условия, способствующие

накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы (большое количество дней со средней скоростью ветра 0-1 м/сек., часто повторяющиеся температурные инверсии). Ассимилирующая способность атмосферы может быть охарактеризована потенциалом рассеивания атмосферы (ПРА).

$$\text{ПРА} = (\text{Рв} + \text{Рт}) * (\text{Ро} + \text{Рвв}),$$

где Р – повторяемость метеоэлементов, Рв – скорость ветра 0-1 м/сек. Рт – дней с туманом, Ро – дней с осадками, Рвв – скорость ветра более 6 м/сек. Чем выше значение ПРА, тем хуже условия для рассеивания вредных примесей в атмосфере. Для г. Комсомольска-на-Амуре эта величина составляет 0,25 летом и 0,62 зимой. То есть создаются неблагоприятные условия для их рассеивания.

1.2 Влияние факторов среды на физиологические процессы растения

Степень загрязнения воздуха основными загрязняющими веществами находится в прямой зависимости от промышленного развития города. Загрязнение воздуха специфическими веществами зависит от вида промышленности, развитой в городе. Если рассматривать наиболее важные загрязняющие воздух вещества с точки зрения их потенциальной опасности для растительности, то ведущую роль здесь займет CO, CO₂, SO₂, благодаря своему широкому распространению и своей потенциальной фитотоксичности. Видимыми проявлениями выбросов SO₂ на высшие растения являются: некроз обесцвечивание, штриховатость, хлороз листьев, изменение режима роста. Процесс определения природы и особенностей появления болезненного состояния живого организма называется диагностикой. Описание симптомов – особенно важный элемент и средства диагностики. Появление симптомов – результат действия физических или биологических агентов, вызывающих стресс. Но независимо от характера стресса, потеря зеленого пигмента листа является первым показателем нарушения нормальной жизнедеятельности растений. Зеленый цвет выцветает, и все части листа становятся хлоротическими или пожелтевшими, то есть хлороз захватывает все части листа. В связи с ослаблением функций тканей они становятся некротическими, приобретают оттен-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

ки коричневого цвета. Обычно различают два типа видимых повреждений листьев: острые и хронические. Острое поражение листьев происходит при кратковременном воздействии высокими концентрациями загрязняющих веществ. В этом случае у растений появляются некротические или обесцвеченные участки листа. Хронические же поражения вызываются многократными выбросами сублетальных концентраций загрязнителя и обычно проявляются в виде хлороза листьев. Поражение листьев начинается с проникновением загрязняющего вещества в лист и последующего его воздействия на различные клеточные процессы, в том числе и ростовые. Поэтому основной интерес вызывает изменения органов ассимиляции, которые вследствие интенсивного газообмена, в основном, и абсорбируют загрязняющими вещества. [4; стр.21].

Результаты влияния антропогенных факторов среды на состояние растений занесены в таблицу 1.

Таблица 1 Влияние антропогенных факторов на жизнедеятельность растений

Загазованность	Проникая через устьица листьев и чечевички коры вредные химические вещества проникают в растения и нарушают обмен веществ, угнетают клетки
Задымленность и запылённость воздуха	Мелкие грязевые частицы препятствуют газообмену и фотосинтезу
Засоление почвы	Изменение водно-солевых характеристик почвы ведет к физиологическим нарушениям, гибели растений
Асфальтирование, уплотнение и каменистость почвы	Нарушает газообменный и водный режимы и ведет к генетическим и физиологическим изменениям.
Подземное воздействие на корне-	Вибрации и излишнее тепло от

вую систему	теплоцентралей угнетают растения.
Неправильные и стихийные посадки	Деревья утрачивают естественную форму кроны, посадки характеризуются горизонтально- сомкнутыми кронами и не дают солнечным лучам проникнуть к земле; посадки теряют свою защитную функцию.
Освещение в ночное время	Нарушает естественные суточные ритмы.

1.3. Морфологическое описание березы плосколистной (*Betula platyphylla*).

Научная классификация	
Царство	Растения
Отдел	Покрытосеменные
Класс	Двудольные
Порядок	Букоцветные
Семейство	Березовые
Род	Береза
Вид	Берёза плосколиственная
Латинское название	<i>Betula platyphylla</i>
<p>Фото1. Берёза плосколиственная (лат. <i>Bétula platyphýlla</i>).</p> <p>Другие русские названия вида — Берёза японская белая и Берёза азиатская.</p>	



Фото 1.



Кора белая или серовато-белая, отслаивающаяся. Ветви не повислые (в отличие от близкого вида Береза повислая - *Betula pendula*), темно-серы или темно-коричневые, голые. Концы молодых ветвей с редкими железками .

Листья оvalsно-треугольные, широкоовальные, ромбически-треугольные, 3-9 x 2-7,5 см, в основании усеченные, широко-клиновидные или сердцевидные (у Березы повислой листья часто ромбические с клиновидным основанием).

Цветёт в апреле-июне. Плодоносит - в июле-сентябре. Плоды узкокрылатые: ширина крыла равна или не более чем в 1,5 раза превышает ширину орешка (у Березы повислой крыло в 2 раза более широкое по сравнению с орешком).

Встречается в составе широколиственных (с кленами - *Acer*, липами - *Tilia*, дубами - *Quercus*), смешанных, светлохвойных (сосновых и лиственничных), темнохвойных (пихтово-кедровых из *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*) лесов. Может присутствовать как примесь или образовывать чистые сообщества.

Распространение. Ареал вида — умеренные и субарктические климатические регионы Евразии. Берёза плосколистная распространена в Сибири (Красноярский край к востоку от Енисея, Бурятия, Читинская область, Якутия), на Дальнем Востоке (Приамурье, Магаданская область, Камчатка, Приморский край, Сахалин), в северном Китае, в Северной Корее, в Японии (на Хоккайдо).

Глава II. Исследования. Биоиндикация загрязнения городской экосистемы по листьям древесных растений. 2.1. Методы исследования.

Учеными отмечено, что экологическая ситуация в любом городе, может кардинально изменится не только за продолжительное время, но и за считанные часы, так как интенсивность выбросов предприятиями отходов в атмосферу, или в водоем иногда катастрофически увеличивается. Поэтому необходимо вести регулярное наблюдение за состоянием экосистем и их элементов. Такие постоянные наблюдения называются экологическим мониторингом (от латинского слова «монитор» - тот, кто напоминает, предупреждает). (5; стр. 42).

Методы оценки абиотических и биотических факторов местообитания при помощи биологических систем часто называют биоиндикацией (лат. - *indicare* - указывать). В соответствии с этим, организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определенными факторами среды, что могут применяться для их оценки, называют биоиндикаторами. При биоиндикации изменения биологической системы всегда зависят как от антропогенных, так и от природных факторов среды. Эта система реагирует на воздействие среды в целом в соответствии со своей предрасположенностью, то есть такими внутренними факторами, как условия питания, возраст, генетически контролируемая устойчивость и уже присутствующими нарушениями. Существуют различные формы биоиндикации. Если две одинаковые реакции вызываются различными антропогенными факторами, то говорят о неспецифической биоиндикации. Если же те или иные происходящие изменения можно связать только с одним фактором, то речь идет о специфической биоиндикации. Если биоиндикатор реагирует значительным отклонением жизненных проявлений от нормы, то он является чувствительным биоиндикатором. Аккумулятивные биоиндикаторы, напротив, накапливают антропогенное воздействие большей частью без быстро проявляющихся нарушений. Для биоиндикации пригодны в основном два метода - пассивный и активный мониторинг. В первом случае у свободно живущих ор-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

организмов исследуются видимые или незаметные повреждения или отклонения от нормы, являющиеся признаками стрессового воздействия. При активном мониторинге пытаются обнаружить те же самые воздействия на тест - организмах, находящихся в стандартизированных условиях на исследуемой территории. [3; стр.14].

Используемые для целей экомониторинга виды-биоиндикаторы отвечают следующим требованиям:

- являются доказательно исследованными;
- методически хорошо отработаны;
- имеют адекватный отклик измеряемых параметров на изменение экологической ситуации;
- обладают достаточной чувствительностью;
- зарекомендовали себя как виды-биоиндикаторы в аналогичных исследованиях;
- широко распространены по всей обследуемой территории, являются массовыми видами;
- удобны для сбора (коллекционирования);
- удобны для обработки и хранения;
- имеют четкие (заметные) и удобно читаемые изменяющиеся признаки, удобные для замеров в практической работе. [4; стр.35].

Заслуживает внимание индикаторная роль растений. Наблюдая за растениями, человек еще в глубокой древности усваивал ориентиры в пространстве и времени – растения, верно, служили ему вместо компаса. Некоторые растения довольно точно показывали человеку время суток. Другие растения выполняли функцию барометра и гигрометра, являлись индикаторами пресных и соленых вод. В настоящее время растения – индикаторы используют в своих исследованиях и практической деятельности геологии, гидрологии, землестроители, почвоведы, климатические экологи, лесоводы, археологи и др. Например, с помощью растений удастся обнаружить кимберлитовые

трубки, скрывающие алмазы. Растения могут служить индикаторами плодородия почв. [6; стр.31]

2.2. Оценка здоровья окружающей среды для берёзы путём анализа стабильности ее развития. Методы исследования: исследования проводим по методике «Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев» (разработанная группой ученых Калужского государственного педагогического университета им. К.Э.Циолковского). Пособие Г.А.Шестаковой, А.Б.Стрельцова, Е.Л.Константинов «Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы» [7].

Используем в процессе работы линейку, циркуль-измеритель, ИКТ, Microsoft Office Excel, пакеты для сбора листьев, блокнот, карандаши, карта-схема г. Комсомольска-на-Амуре.

Ход выполнения работы.

1. Берем образцы листовых пластинок с 3-4 берез в количестве до 150 штук на определенных в процессе работы территориальных участках города.

2. Из взятых образцов выбираем 100 наиболее сохранных (имеющих минимум повреждений).

3. На правой стороне листовой пластинки с помощью штангенциркуля выполняем измерения следующих признаков (рис. 1):

признак № 1 – ширина листовой пластинки в средней ее части;

признак № 2 – длина второй от основания жилки;

признак № 3 – расстояние между концами первой и второй жилок.

Все измерения проводим с точностью до миллиметра. Рис. 1

Рис. 1. Уровни измерения листовой пластины Березы плосколистной (*Betula platyphylla*).

4. Повторяем те же измерения на левой стороне той же пластинки.

5. Результаты записываем в таблицу 2 (где “L” и “R” – значения признака на левой и правой сторонах пластинки, соответственно).

6. Действия повторяем 3 и 4 для всех отобранных образцов.

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

7. Для каждого образца определяем показатель “А” – число асимметричных признаков. Результаты записываем в таблицу 2.

8. Рассчитываем сумму асимметричных признаков для всех 100 образцов (ΣA).

9. Для каждого образца определите показатель “А/п” – частоту асимметричного проявления признаков. Для этого число асимметричных признаков “А” делим на количество меристических (счетных) признаков “п” (в данной работе $n = 3$). Результаты записываем в таблицу 2.

10. Рассчитываем сумму частот асимметричного проявления признаков $\Sigma(A/n)$.

11. Определяем величину асимметрии в выборке, то есть среднюю частоту асимметричного проявления признаков \bar{X} по формуле: $\bar{X} = \Sigma (A/n)/m$,

где “m” – число листовых пластинок.

12. Определяем балл стабильности развития по таблице 1. Делаем вывод о качестве здоровья среды и анализируем возможные причины его ухудшения. (Чем меньше балл стабильности развития, тем реже проявляется асимметрия у организма в биотопе, и, соответственно, тем меньше он подвергается различным стрессовым воздействиям).

Таблица 2. Балл стабильности развития природных объектов.

Балл стабильности развития	Средняя частота асимметричного проявления признаков (\bar{X})
I	< 0,50
II	0,50 – 0,54
III	0,55 – 0,59
IV	0,60 – 0,64
V	> 0,64

Данную методику можно использовать для многолетнего мониторинга развития природных объектов на одной и той же модельной площадке. Изменность показателей в одной точке на протяжении ряда лет будет свидетель-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

ствовать о поддержании состояния живого организма примерно на одном уровне.

Использование балльной шкалы возможно не только для фонового мониторинга, но и для оценки последствий разных видов антропогенного воздействия.

2.3. Результаты исследований

Учитывая все вышеуказанные факты и материалы, в экспериментальной части были выбраны следующие объекты исследования: Береза плосколистная (*Betula platyphylla*)

18 сентября 2010 года согласно выбранной методике было собрано:

- 100 образцов листьев березы плосколистной (*Betula platyphylla*) в окрестностях г. Комсомольска-на-Амуре: в Центральной части города (участок № 1), Привокзальном микрорайоне (участок 2, зона завода Амурметалл, предприятия ОАО «Хладокомбинат»), на 66-квартале (участок 3, спальный микрорайон), на территории жилмассива прилегающего к ТЭЦ-3 (участок 4), п. Сортировочный (участок 5), территория микрорайона Дземги (участок 6, территория где расположен завод КНПЗ).

Результаты измерений приведены в таблицах 3 – 8 (См. Приложение 1, 2, 3).

Глава 3. Результаты исследований.

Расчет статистических показателей стабильности развития с использованием меристических (счетных) признаков. Приложение 1.

Таблица 2 Участок №1 (Центральная часть города)

Контрольная точка	Величина асимметрии (\bar{X})	Показатель стабильности развития, в баллах
Участок №1	0,56	V

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$,

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

мы узнали, что уровень стабильности для берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) = 0,56, этот коэффициент больше V баллов стабильности развития, т. к. район обследования находится близ города, есть незначительная подверженность антропогенным воздействиям: выхлопные газы близ автомобильной трассы, промышленного предприятия. Данная часть города также используется как рекреационная зона. Также на уровень стабильности повлияли абиотические факторы: суровая зима, перепад температур в течение лета. Следовательно, в Центральной части города мы наблюдаем нестабильность развития берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*), что показали и математические расчёты. Предполагаем загрязнение атмосферы из-за большого потока автомобилей.

Таблица 3. Участок № 2 (Привокзальный микрорайон, зона завода Амурметалл, предприятия ОАО «Хладокомбинат»)

Контрольная точка	Величина асимметрии (\bar{X})	Показатель стабильности развития, в баллах
Участок № 2 (Привокзальный микрорайон, зона завода Амурметалл, предприятия ОАО «Хладокомбинат»)	0,65	V

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$, мы узнали, что уровень стабильности для берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) = 0,65, это больше чем V коэффициент стабильности развития, есть незначительная подверженность антропогенным воздействиям: выхлопные газы (на обочине автомобильной трассы),. Также на уровень стабильности повлияли абиотические факторы: суровая зима, перепад температур в течение лета. Следова-

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

тельно, на участке мы наблюдаем нестабильность развития берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*), что показали и математические расчёты.

Таблица 4. Участок № 3 (центральная часть города ул. Краснофлотская, Красногвардейская, Кирова, Пионерская)

Контрольная точка	Величина асимметрии (\bar{X})	Показатель стабильности развития, в баллах
Участок № 2 (66-квартал)	0,46	I

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$,

мы узнали, что уровень стабильности для берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*), равно 0,49, что соответствует первому баллу стабильности. Коэффициент стабильности средний есть незначительная подверженность антропогенным воздействиям: выхлопные газы близ автомобильной трассы. Также на уровень стабильности, скорее всего, повлияли абиотические факторы: суровая зима, перепад температур в течение лета. Следовательно, на участке 3 мы наблюдаем очень слабую нестабильность развития берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*), что показали и математические расчёты.

Таблица 5. Участок № 4 (территория жилмассива прилегающего к ТЭЦ-3)

Контрольная точка	Величина асимметрии (\bar{X})	Показатель стабильности развития, в баллах
Участок № 4 (территория жилмассива прилегающего к ТЭЦ-3)	0,54	III

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$,

ты узнали, что уровень стабильности для берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) рано 0,54, коэффициент стабильности развития равен трем, т. к. район обследования находится в черте города, есть незначительная подверженность антропогенным воздействиям: находится вблизи автомобильной трассы Комсомольск-на-Амуре – п. Солнечный, возможно также на уровень стабильности повлияли абиотические факторы: суровая зима, перепад температур в течение весны – лета (дождливое лето, ранняя весна). Следовательно, нестабильность развития берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) выражена не ярко, что показали и математические расчёты.

Таблица 6. Участок № 5 (п. Сортировочный)

Контрольная точка	Величина асимметрии (X)	Показатель стабильности развития, в баллах
Участок №5 (ПМС)	0,72	V

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$,

мы узнали, что уровень стабильности для берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) равно 0,72 балла, этот коэффициент больше V баллов стабильности развития, т. к. район обследования находится близ железнодорожных путей, автомобильной трассы, локомотивного депо. Также на уровень стабильности повлияли абиотические факторы: суровая зима, перепад температур в течение лета, данные выводы нам позволили сделать математические расчёты.

Таблица 7. Участок № 6 (микрорайон Дземги, территория где расположен завод КНПЗ)

Контрольная точка	Величина асимметрии (\bar{X})	Показатель стабильности
-------------------	-----------------------------------	-------------------------

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

		развития, в баллах
Участок № 6 (микрорайон Дземги, территория где расположен завод КНПЗ)	0,59	V

Вывод: из наших расчетов по формуле $X = \sum (A/n) / m$,

мы узнали, что балл показателя стабильности развития листовых пластинок участка № 6 равен 0,59, он больше V балла стабильности, что говорит о том, что береза плосколистной (*Betula platyphylla*) испытывает на себе большое стрессовое воздействие со стороны окружающей среды. На наш взгляд этому результату есть вполне логичное объяснение. Дело в том, что зима 2009-2010 годов (декабрь - февраль) была суровой (по температурному режиму – t^0 (была очень низкая (max = - 42⁰ С ночью и до - 35⁰ С днем, снега очень много, а также участок подвергается антропогенному воздействию, так как с южной стороны проходит автодорога. Следовательно, береза плосколистной (*Betula platyphylla*) испытывает воздействие шумового загрязнения, вибрации и загрязнения выхлопными газами автомобильного транспорта (рядом автомобильной трассы Комсомольск-на-Амуре – п. Галичный).

Заключение.

Изучив экономическую карту-схему города Комсомольска-на-Амуре и его окрестностей, мы выявили шесть территориальных участков и объекты, оказывающие влияние на загрязнение окружающей среды. На участках выбрали места где произрастает берёза плосколистной (*Betula platyphylla*). Исследования признаков ассиметрии листовых пластинок берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*) на пробных площадках показали, что в данных районах присутствуют антропогенные загрязнения в различных формах (промышленные предприятия, выхлопные газы автомобилей, шумовое загрязнение и пр.), а также оказывают влияние абиотические факторы (температура, направление ветра, сезонное количество осадков).

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

Данные расчетов наглядно подтверждает, что показатель стабильности развития берёзы различен, самый высокий в листовых пластинах берёзы плосколистной (*Betula platyphylla*), находящейся в городской черте, участок 2, 5, 6. вблизи промышленных объектов и испытывающие на себе антропогенное воздействие. Низкий – в спальном микрорайоне 66-квартала, где практически отсутствуют промышленные предприятия и автодороги с интенсивным движением, но на берёзу плосколистной (*Betula platyphylla*) большое влияние оказали абиотические факторы. Таким образом, незначительное воздействие на окружающую среду изменения природных условий ведёт к её ухудшению.

Наше исследование помогло выявить наиболее экологически чистые зоны города и его окрестностей, которые можно использовать в рекреационных целях. Для зоны отдыха мы предлагаем участок № 2, 3. Однако следует отметить, что полученные результаты не являются абсолютно точными, т.к. ряд ученых, в частности М. Козлов из лаборатории Экологии Университета Турку (Финляндия), считает, что «рассматриваемое методическое руководство отражает оптимистичный взгляд на универсальность соотношения между неблагоприятным воздействием на организм и уменьшением устойчивости развития. В последние годы преобладает более осторожное, если не сказать скептическое, отношение к использованию флуктуирующей асимметрии для выявления стресса у животных и, в особенности у растений» Для получения точных данных требуется соблюдение целого ряда условий и дополнительные исследования.

Список литературы

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. М.: Агар, 2000 -385с.
2. Захаров В. М., Кларк Д. М., Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. Московское отд. Международного фонда «Биотест», М., 1993.

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

3. Зверев В. Экология, М. Вентана-Граф, 2000-120 с.
4. Кузнецов М.А. Полевой практикум по экологии. М., 1994, 68 с.
5. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России 1996 год.
6. Рослова Л.О., Шарыгин И.Ф. Симметрия: Учебное пособие, М.: Изд-во гимназии «Открытый мир», 1995.
7. Шестакова Г.А., Стрельцов А.Б. и Константинов Е.Л. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития берёзы повислой. – Калуга, 1997.
8. Коновалова Т. Ю., Шевырёва Н. А. Декоративные деревья и кустарники: Атлас-определитель. — М: ЗАО «Фитон+», 2007. — С. 90. — ISBN 978-5-93457-157-4
9. Шадрин Д.Я., Вольперт Я.Л., Данилов В.А. Шадрин Д.Я. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера. Новосибирск: Наука, 2003. 105 с.
10. Козлов М. К вопросу о методике изучения стабильности развития, с критикой публикаций наших исследователей, Заповедники и национальные парки. 2001. 33. С. 43.
11. Гроздова Н. Б., Некрасов В. И., Глоба-Михайленко Д. А. Деревья, кустарники и лианы: Справочное пособие. — М.: Лесн. пром-сть, 1986. — С. 110—111.
12. Лищинская С. Н. Эколого-биологические особенности берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) как компонента антропогенных лесонасаждений г. Самары. — Автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. биол. наук. — Самара. — 2003. — 18 с.
13. Древесные породы мира. В 3-х т. Т. 3. Древесные породы СССР. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — С. 54—57.
14. Жизнь растений. В 6-ти т. Т. 5. Ч. 1. Цветковые растения. — 1980. — С. 320.

Сборник исследовательских работ/ проектов «ОТКРЫВАЮ МИР»

15. Корчагина И. А. Семейство берёзовые (Betulaceae) // Жизнь растений. В 6-ти т. / под ред. А. Л. Тахтаджяна. — М.: Просвещение, 1980. — Т. 5. Ч. 1. Цветковые растения. — С. 311—324. — 300 000 экз.
16. Данченко А. М. Популяционная изменчивость берёзы / Отв. ред. В. Л. Черепнин; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачёва. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. — 202 с. — ISBN 5-02-028957-4
17. Данченко А. М., Трофименко Н. М. Экология семенного размножения берёзы / Отв. ред. Воробьёв В. Н.; Рос. АН, Сиб. отд-ние, Ин-т экологии и природ. комплексов. — Новосибирск: Наука, Сиб. изд. фирма, 1993. — 182 с. — ISBN 5-288-00236-2
18. Ботаника. Энциклопедия «Все растения мира»: Пер. с англ. = Botanica / ред. Д. Григорьев и др. — М.: Könemann, 2006 (русское издание). — С. 142—144. — ISBN 3-8331-1621-8
19. Пономарёв Н. А. Берёзы СССР. — М.: Гослестехиздат, 1932. — 247 с.
20. Черняева Г. Н., Долгодворова С. Я., Бондаренко С. М. Экстрактивные вещества берёзы / Отв. ред. Чудинов Б. С.; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачёва. — Красноярск: 1986. — 122 с.