

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
имени В.М. Шукшина»
(АГГПУ им. В.М. Шукшина)

Естественно-географический факультет

Кафедра естественнонаучных дисциплин, безопасности жизнедеятельности и туризма

**Оценка состояния среды населенного пункта (на примере города
Бийска) методами изучения флуктуирующей асимметрии**

Выпускная квалификационная работа

Допустить к защите

Зав. кафедрой В.М. Важов

(подпись)
« ____ » _____ 2017 г

Выполнила: студентка

Г-ЗБЭ121 группы

Климошенко Мария Евгеньевна

фамилия имя, отчество

Научный руководитель:

д.б.н, доцент

ученая степень, звание

Псарев Александр

Михайлович

фамилия, имя, отчество

(подпись)

Оценка _____

« ____ » _____ 2017 г.

Председатель ГАК:

Подпись _____
(Председатель ГАК)

Бийск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ПОНЯТИЕ О ЗАГРЯЗНЕНИИ. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.....	6
1.1 Понятие о загрязнении. Классификация загрязнителей.....	6
1.2 Основные источники загрязнения атмосферы.....	10
1.3 Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье человека	20
2 МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДОВ.....	24
2.1 История развития методов биоиндикации. Виды биоиндикации.....	24
2.2 Флуктуирующая асимметрия.....	29
2.3 Влияние различных факторов на уровень флуктуирующей асимметрии.....	36
3 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БИЙСКА МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ.....	40
3.1 Ландшафтно-экологическая характеристика г. Бийска.....	40
3.2 Результаты оценки качества среды в различных районах города.....	43
3.3 Качество атмосферного воздуха г. Бийска.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	54
ПРИЛОЖЕНИЕ	58

ВВЕДЕНИЕ

Способ изучения окружающей среды, базирующийся на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем, дает представление о закономерностях и механизмах формирования реакции биологических систем на совместное действие факторов разной природы, биоиндикационные показатели точно отражают картину состояния самих растительных организмов.

Организм при нормальных условиях реагирует на воздействие среды посредством сложной физиологической системы буферных гомеостатических механизмов, которые обеспечивают оптимальное протекание процессов развития.

Эти механизмы, при неблагоприятных условиях могут быть нарушены, что приводит к развитию изменений. Базовые изменения функционирования живых существ отражать изменение гомеостаза и развития находят свое выражение в происходящих процессах на разных уровнях от организма до молекулярного, и, следовательно, могут быть оценены с помощью различных методов на различных параметрах. Прежде всего, уровень гомеостаза развития может быть оценен с морфологической точки зрения [6].

Метод флуктуирующей асимметрии применяется для этой цели. Небольшие ненаправленные отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы) называют флуктуирующей асимметрией. Как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения величину флуктуирующей асимметрии используют у разных видов организмов.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в оценке экологического состояния города Бийска с помощью метода флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula* Roth).

В соответствии с целью работы определены задачи: 1. Рассмотреть основные загрязнители среды и их влияние на здоровье человека.

2. Изучить теоретические основы применения метода флуиктуирующей асимметрии (ФА);

3. Провести оценку экологического состояния города Бийска с помощью метода флуктуирующей асимметрии.

Предмет исследования – экологическое состояние города Бийска Алтайского края по средствам метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Объект исследования - листовая пластинка березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Новизна работы определена в том, что, полученные в ходе практического исследования результаты и выводы дают определенную характеристику состоянию среды города Бийска и возможность для ее дальнейшего изучения, данная тема исследована мало.

Практическая значимость работы заключается в том, что проведена апробация методики оценки величины флуктуирующей асимметрии по характеризующим общие морфологические особенности листа признакам, путем промеров листа у растений с билатерально симметричными листьями в природно-экологических условиях города Бийска на основании проведенных исследований.

ГЛАВА 1. ПОНЯТИЕ О ЗАГРЯЗНЕНИИ. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

1.1. Понятие о загрязнении. Классификация загрязнителей

Понятие «загрязнитель» разъясняется как «...любой физический агент, химическое вещество или биологический вид, в основном это, микроорганизмы, поступающий в окружающую среду или возникающий в ней в количестве, выходящей за рамки обычного...» [5, с.26].

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых твёрдых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергии (в виде звуков, шумов, излучений) в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

Загрязнители различаются на: антропогенные, естественные, а также первичные, иными словами, непосредственно из источника загрязнения и вторичные, в ходе разложения первичных, или химических реакций. Кроме того, существуют загрязнители стойкие или неразлагающиеся, которые аккумулируются в трофических цепях [6].

По обозначению Н. Реймерса [24], загрязнение – привнесение в среду или же появление в ней свежих, как правило не характерных для нее телесных, химических, информационных или же биологических агентов, или же превышение в рассматриваемое время натурального среднесного значения, в границах его последних шатаний, концентраций перечисленных агентов в среде, зачастую приводящее к негативным результатам

Информаторы антропогенного загрязнения, более критические для популяций каждого организмов – промышленные фирмы, теплоэнергетика, автотранспорт, сельскохозяйственное создание [12].

Природными загрязнениями возможно считать пыльные бури, селевые потоки, лесные пожары, вулканический пепел.

Загрязнение находящейся вокруг среды – поступление в находящуюся вокруг среду препараты и энергии, качества, месторасположение или же численность коих оказывают плохое влияние на находящуюся вокруг среду.

По объектам загрязнения различают [17]: загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха, основ.

В последнее время животрепещущими стали трудности, связанные с загрязнением околоземного пространства в предоставленном случае информаторы загрязнения имеют все шансы быть природные: пыльные бури, вулканическая работа, селевые струи и антропогенные.

Источниками антропогенного загрязнения, наиболее опасного для популяций любых организмов являются [17]:

- промышленные предприятия: химические, металлургические, целлюлозно – бумажные, строительных материалов;
- теплоэнергетика;
- транспорт;
- сельскохозяйственное производство;
- коммунальное хозяйство.

Выделяют следующие виды загрязнения: механическое, химическое, физическое и биологическое (рисунок 1).

В некоторых классификациях типов загрязнений окружающей среды можно встретить также такие виды как информационное загрязнения. По собственному распространению загрязнение может быть локальным, местным, региональным и глобальным.

Физическим загрязнением называют загрязнения, возникающие с изменением физических параметров среды: тепловых, световых, электромагнитных, акустических, радиационных.

Примером может служить термическое загрязнение, которое считается итогом повышения температуры среды в связи с промышленными выбросами теплой воды, потоков нагретого воздуха, дымов, газов.

Термическое воздействие может быть вторичным как результат изменения химического состава среды, в этом случае парниковый эффект, который возникает в результате антропогенного загрязнения воздуха в результате антропогенного загрязнения воздуха углекислым газом, метаном, которые пропускают солнечные лучи, но задерживают тепловое излучение поверхности Земли, тем самым, вызывая повышение температуры атмосферы.



Рисунок 1. Классификация загрязнителей [3].

Радиационное загрязнение возникает в итоге излучения, в собственную очередь радиоактивное происходит в результате повышения уровня естественного содержания радиоактивных веществ в окружающей

среде. И радиоактивное и радиационное загрязнения подвержены строгим регламентам, который позволяет определять превышение нормативов, что может вызвать серьезные изменения в окружающей среде и в организме человека. Мутагенный эффект, вызываемый радиацией, является наиболее опасным последствием этого вида загрязнения.

В эру научно-технического прогресса появляются новые виды загрязнений, в частности, электромагнитное, данный вид загрязнений, возникающий в результате действия линий передач, радио, телевидения, средств коммуникаций, работы промышленных установок [3]. Электромагнитное излучение воздействует на клеточном уровне и вызывает конфигурации клеточных мембран, кроме того, действует на молекулярном уровне, вызывая изменения деятельности живых организмов в целом.

Химическое загрязнение проявляется в изменении химических свойств среды, когда содержание некоторых химических элементов или веществ превышает средние многолетние колебания [27]. Особенно опасны промышленные выбросы, содержащие двуокись серы, окислы азота и продукты их превращений, что приводит к кислотным дождям. По оценкам экспертов, преобладающее влияние на химическое загрязнение окружающей среды и средств, наиболее опасных выбросов, которые приводят вещества, особенно оксида углерода, углеводов.

Биологическое загрязнение окружающей среды подразделяется на [3, 5]: биотические или биогенные, а также микробов или микроорганизмов. Загрязнение питательными веществами, как распространение в среде биологических веществ – выбросы от предприятий по производству определенных видов пищи, например, мясокомбинатов, молокозаводов, производителей медикаментов. Микробиологическое загрязнение происходит в результате массового размножения микроорганизмов на антропогенных субстратах или средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека.

Кроме того, все примеси в зависимости от масштаба можно разделить на: локальные, региональные, глобальные.

Глобальные загрязнения называют также фоново – биосферными, эти виды загрязнения обнаруживаются в любой точке планеты, чаще всего на значительном расстоянии от источников, как правило, эти источники являются антропогенными и связаны с глобальным влиянием человечества как экологического фактора.

Региональное загрязнение – это такое привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических и информационных агентов или превышение естественного среднесуточного уровня концентраций перечисленных агентов в среде [7]. Обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету.

Локальное называют загрязнение небольшого региона, как правило, вокруг населенного пункта, промышленного предприятия, автотранспортного предприятия [7].

В результате вывода в околоземное и космическое пространство объектов со случайными орбитами и общего засорения этого пространства космическими объектами возникает загрязнение космоса. Различают также загрязнения оболочек биосферы - атмосферы, гидросферы, почвы, подземных вод, Мирового океана оборудованием, использующих новейшие технологии.

1.2. Основные источники загрязнения атмосферы

В начале необходимо отметить, загрязнение атмосферы имеет природное и антропогенное происхождение.

Главный природный процесс загрязнения приземной атмосферы-это обычно жидкости и вулканической активности Земли. Крупные извержения вулканов приводят к глобальному и долговременному загрязнению

атмосферы. Это потому, что в высокие слои атмосферы мгновенно выбрасываются огромные количества газов, которые на большой высоте подхватываются с высокой скоростью воздушными потоками и быстро распространилась по всему миру.

Продолжительность загрязненного состояния атмосферы после крупных вулканических извержений достигает нескольких лет.

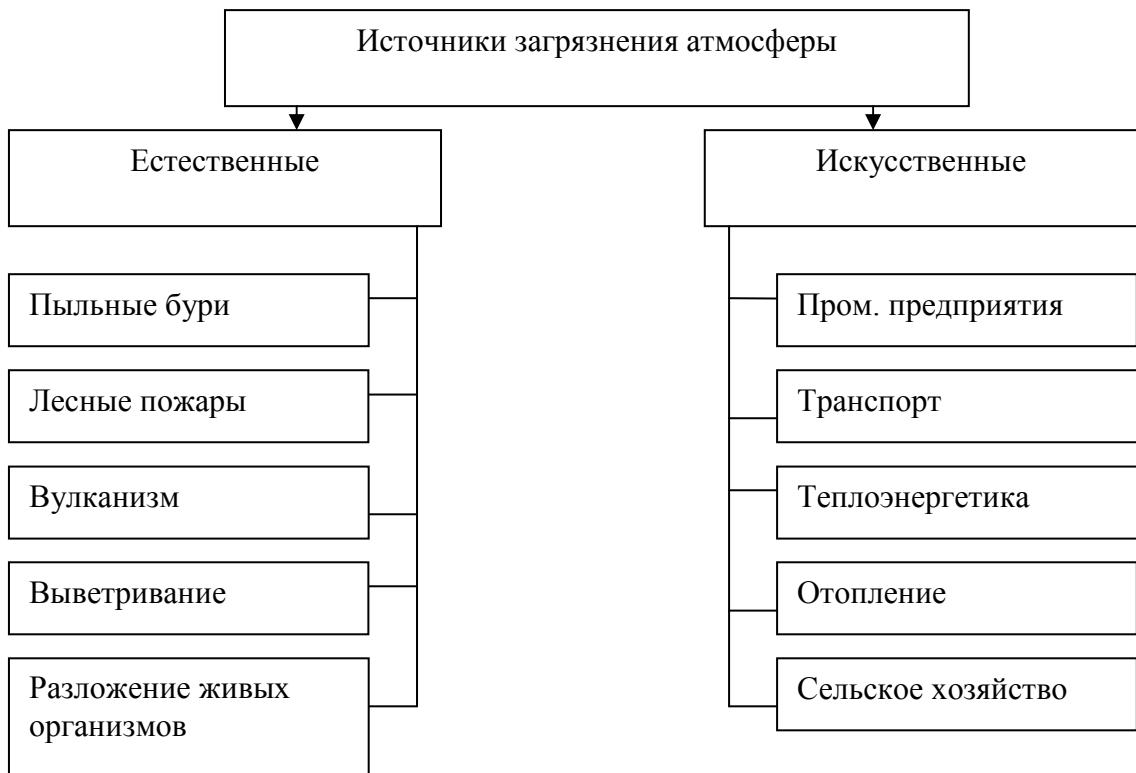


Рисунок 2. Источники загрязнения атмосферы [4].

На долю природных факторов в XXI веке приходится 75% общего загрязнения атмосферы оставшиеся 25% возникают в результате деятельности человека.

Антропогенные источники загрязнения обусловлены хозяйственной деятельностью человека, к ним следует отнести [4]:

1. Сжигание горючих ископаемых, которое сопровождается выбросом 5млрд.т. углекислого газа в год.

2. Работа тепловых электростанций, когда при сгорании высокосернистых углей в результате выделения сернистого газа и мазута образуются кислотные дожди.

3. Выхлопы современных турбореактивных самолётов с оксидами азота и газообразными фтор углеводородами из аэрозолей, которые могут привести к повреждению озонового слоя атмосферы.

4. Выбросы вредных веществ от автомобилей. Производственная деятельность и выбросы различных газов.

5. Загрязнение взвешенными частицами (при измельчении, фасовке и загрузке, от котельных, электростанций, шахтных стволов, карьеров при сжигании мусора).

6. Вентиляционные выбросы с чрезмерной концентрацией озона из помещений с установками высоких энергий (ускорители, ультрафиолетовые источники и атомные реакторы).

7. Сжигание топлива в котлах, сопровождающееся образованием оксидов азота, которые вызывают смог.

При сгорания топлива наиболее интенсивное загрязнение приземного слоя атмосферы происходит в мегаполисах и крупных городах, промышленных центрах ввиду широкого распространения в них автотранспортных средств, ТЭЦ, котельных и других энергетических установках, работающих на угле, нефти, дизельного топлива, природного газа и бензина [20]. Вклад автотранспорта в общее загрязнение атмосферного воздуха достигает 40 – 50%. Мощным и чрезвычайно опасным фактором загрязнения атмосферы являются катастрофы на АЭС и испытаний ядерного оружия в атмосфере. Это из-за быстрого разделения радионуклидов на большие расстояния и долгосрочный характер загрязнения [21].

Высокая опасность химических и биохимических производств заключается в потенциальной возможности аварийных выбросов в атмосферу чрезвычайно токсичных веществ, а также микробов и вирусов, которые могут вызвать эпидемии среди населения и животных.

В реальном времени в приземной атмосфере находятся многие десятки тысяч загрязняющих препаратов антропогенного происхождения. Ввиду продолжающегося роста промышленного и сельскохозяйственного производства появляются новые химические соединения, в том числе сильно токсичные. Ключевыми антропогенными загрязнителями атмосферы кроме крупнотоннажных оксидов серы, азота, углерода, пыли и сажи являются сложные органические, хлорорганические и нитросоединения, техногенные радионуклиды, вирусы и микробы [13]. Наиболее опасны широко распространённые в воздушном бассейне диоксин, бенз(а)пирен, фенолы, формальдегид, сероуглерод.

Твердые взвешенные частицы представлены главным образом сажей, кальцитом, кварцем, гидрослюдой, каолинитом, полевым шпатом, реже сульфатами, хлоридами. В снеговой пыли специально разработанными методами обнаружены окислы, сульфаты и сульфиты, сульфиды тяжелых металлов, а также сплавы и металлы в самородном виде. Под загрязнением понимают изменение состава при поступлении примесей естественного и антропогенного происхождения. Основной вклад в высокий уровень загрязнения вносят предприятия черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, строительства, энергетики, целлюлозно-бумажной промышленности, а также в некоторых городах и котельные.

Источники загрязнения – теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов [27]. Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, другими словами в результате трансформации последнего [27]. Например, входя в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который

взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония.

Подобным образом, в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы, образуются другие вторичные признаки.

Основные вредные примеси пирогенного происхождения [14, 20, 21]: оксид углерода; диоксид серы; сероводород и сероуглерод; окись азота; соединения фтора; хлора соединений.

Двуокись серы. Выбрасываемых при сгорании серосодержащих видов топлива или переработки сульфидных руд, часть соединений серы выделяется при горении органических остатков в горнорудных отвалах. Серный ангидрид. Образуется при окислении сернистого ангидрида. Конечным продуктом реакции является аэрозоль или раствор серной кислоты в дождевой воде, который подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей [8]. Предприятий цветной и черной металлургии, а также ТЭС ежегодно выбрасывают в атмосферу десятки миллионов тонн серного ангидрида.

Оксид углерода. Получается при неполном сгорании углеродистых веществ. В воздух он попадает в результате сжигания твёрдых отходов, с выхлопными газами и выбросами промышленных предприятий. Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете, и созданию парникового эффекта [10].

Сероводород и сероуглерод. Поступают в атмосферу отдельно или вместе с другими соединениями серы. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, коксохимические, нефтеперерабатывающие, а также нефтепромыслы. В атмосфере при взаимодействии с другими загрязнителями подвергаются медленному окислению до серного ангидрида.

Оксиды азота. Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вязкозный шёлк, целлулоид.

Соединения фтора. Источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Фторосодержащие вещества поступают в атмосферу в виде фторида натрия и кальция. Соединения характеризуются токсическим эффектом.

Соединения хлора. Поступают в атмосферу от химических предприятий, производящих соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, хлорную известь, соду [15]. В атмосфере встречаются как примесь молекулы хлора и паров соляной кислоты.

Из естественных и антропогенных источников в атмосферу ежегодно поступают сотни миллионов тонн аэрозолей. Аэрозоли – это твёрдые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе.

Аэрозоли разделяются на первичные: выбрасываются из источников загрязнения, вторичные: образуются в атмосфере, летучие: переносятся на далёкие расстояния и нелетучие: отлагаются на поверхности вблизи зон выбросов [27].

К естественным источникам относятся: пыльные бури, вулканические извержения и лесные пожары.

Не принимая во внимание, что время пребывания в тропосфере аэрозолей исчисляется несколькими сутками, они имеют все шансы вызвать снижение средней температуры воздуха у земной поверхности на $0,1 - 0,3^{\circ}\text{C}$.

Не меньшую опасность для атмосферы и биосферы представляют аэрозоли антропогенного происхождения, образующиеся при сжигании топлива либо содержащиеся в промышленных выбросах.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений атмосферы являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогащённые фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и

сажевые заводы [6]. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода. Пыль, осаждающаяся в промышленных районах, содержит до 20% оксида железа, 15% силикатов и 5% сажи, а также примеси различных металлов, свинец, ванадий, молибден, мышьяк, сурьма.

Большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других предприятий. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы – искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных пород образующихся при добыче полезных ископаемых или отходов перерабатывающих предприятий, тепловых электростанций [9, с. 135]. Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Так, в результате одного среднего массового взрыва в атмосфере около 2 тысяч условных кубических метров углекислого газа и более 150т. пыли. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью

Определение «кислотные дожди» дается всем видам метеорологических осадков – дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, рН которых меньше, чем среднее значение рН дождевой воды, средний рН для дождевой воды равняется 5.6.

Излучаемый в ходе человеческой деятельности являются диоксид серы и оксиды азота $transformirovalsya$ в атмосфере кислотообразующей частицы. Эти частицы вступают в реакцию с водой атмосферы, превращая его в кислоты, которые понижают рН дождевой воды [27].

Двуокись серы и различные оксиды азота выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических

предприятий и электростанций, а также при сжигании угля и древесины [20, 21]. Вступает в реакцию с водой атмосферы, они превращаются в растворы кислот – серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем, вместе со снегом или дождем, они выпадают на Землю.

Кислотные дожди большей частью наблюдаются в районах с развитой промышленностью. Хотя капельки воды и быстро удаляются из атмосферы, они всё же распространяются на сотни километров от производящих выбросы теплостанций, промышленных предприятий [25]. Среди вредных веществ, содержащихся в воздухе городов, имеется большая группа, обладающая канцерогенной активностью.

Кислотный дождь оказывает отрицательное воздействие на водоёмы – заливы, пруды, озёра, реки, – повышая их кислотность до такого уровня, что в них погибает флора и фауна.

По мере скопления органических веществ на дне водоёмов из них начинают выщелачиваться ядовитые металлы, например, повышенная кислотность воды, способствует более высокой растворимости таких опасных металлов, как алюминий, кадмий, ртуть и свинец из донных отложений и почв. Все эти токсичные металлы представляют опасность для здоровья человека, в таком случае, люди, пьющие воду с высочайшим содержанием свинца или принимающие в еду рыбу с высоким содержанием ртути, могут приобрести серьёзные заболевания [36].

Огромный ущерб причинен в результате кислотных дождей леса. Лес сухой, развивается пожар на больших площадях. Кислота увеличивает подвижность в почве алюминия, который токсичен для тонких корней, и это приводит к угнетению листвы и хвои, хрупкости ветвей. Особенно страдают хвойные деревья, потому что хвоя реже заменяется, чем листья, и поэтому накапливает больше вредных веществ за тот же период. Хвойные деревья желтеют, у них повреждаются мелкие корни. Но лиственные деревья меняют цвет листьев, с поврежденной корой. Естественного возобновления хвойных и лиственных лесов не происходит [36, 37].

Увеличивая урон кислотные дожди наносят культурам поврежденной эпителиальной ткани растений, изменяется обмен веществ в клетках, растения замедляют рост и развитие, уменьшается их сопротивляемость к болезням и паразитам, падает урожайность. В атмосферном воздухе, главным образом в промышленных центрах и городах, в результате сложных химических реакций смеси газов, главным образом окислов азота и углеводородов, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, протекающих в нижних слоях под действием солнечного света, образуются различные вещества, ядовитый туман.

Этот ядовитый туман называют «смогом» [12]. Его возникновению способствуют определенные метеорологические условия отсутствие ветра и дождя, а также температурная инверсия. Смог крайне вреден для живых организмов, во время смога ухудшается самочувствие людей, резко возрастает число легочных и сердечно-сосудистых заболеваний, там эпидемия гриппа.

Может произойти следующих типов: влажный, сухой, лед, излучения, фотохимических. Влажный смог лондонского типа – сочетание тумана, смешанного с дымом и производства газовых отходов. Может ледяной Аляски – типа смога, образуется при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых выбросов [38].

Радиационный туман – туман, который происходит в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы.

Одним из вредных компонентов смога является и озон. В крупных городах при образовании смога его естественная концентрация повышается в 10 раз и более. Озон здесь начинает оказывать вредное воздействие на лёгкие и слизистые оболочки человека и на растительность.

Парниковый эффект относится к числу проявлений глобального экологического кризиса. Эта тенденция наметилась в связи с увеличением в

атмосфере концентраций углекислого газа, метана и некоторых других парниковых газов.

В последние десятилетия и, особенно в последние годы, парниковый эффект стал крупной научной проблемой, от решения которой существенно зависит возможность перехода цивилизации на путь устойчивого развития [39].

Под парниковыми газами понимаются газы, создающие в атмосфере экран, задерживающих инфракрасные лучи. В результате этого происходит нагревание нижнего слоя атмосферы [39].

Важнейшей причиной изменения климатической системы является накопление в атмосфере антропогенных парниковых газов и вызываемое ими нарушение рационального баланса атмосферы.

Кроме диоксида углерода в создании парникового эффекта участвуют фреоны, метан и оксид азота (таблица 1).

Таблица 1.1

Опасность парникового эффекта [39].

Парниковый газ	Главные источники	Влияние на глобальное потепление, %
Диоксид углерода (CO ₂)	Сжигание ископаемого топлива (77%), вырубка лесов (23%)	55
Фреоны	Утечка при различных промышленных применениях	24
Метан (CH ₄)	Утечка газа, жизнедеятельность животных	15
Оксид азота (N ₂ O)	Применение удобрений, сжигание ископаемого топлива	6

В настоящее время происходит постоянное увеличение выбросов парниковых газов. Во-первых, что касается диоксида углерода, образующегося, главным образом, от сжигания угля и других

углеродсодержащих топлив, нефти и газа в топках ТЭЦ, двигателях автомобилей и т. д. За последние 30 – 35 лет его выбросов резко увеличилось. Увеличение выбросов метана, оксидов азота. Выбросы, вызванные деятельностью человека, приводят к существенному увеличению концентрации парниковых газов в атмосфере. На основе ученые использовали компьютерные модели показали, что если мы будем продолжать текущего потока парниковых газов в атмосферу, всего за 30 лет средняя температура в мире будет повышаться, примерно, на 1°C. Это необычно большое повышение температуры, если судить из данных палеоклимата [39].

1.3. Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье человека

Многочисленные исследования подтвердили связь широкого спектра заболеваний с загрязнением воздуха, но следует отметить, что выбросы представляют собой смесь различных загрязнителей, поэтому только в редких случаях удастся связать определенное заболевание со специфическим регистром. Выявить последствия могут быть в результате воздействия одного или нескольких загрязнителей воздуха. Самые ранние доказательства того, что загрязнение воздуха негативно влияет на здоровье человека, было получено в Лондоне, Великобритания в 1952 году [13].

В результате специальной метеорологической ситуации в Лондоне погибло несколько тысяч человек. Холодный слой воздуха был в ловушке под слоем теплого воздуха и не может подняться. Это явление известно как температурная инверсия приводит к образованию крышку, проверить загрязненный воздух вблизи поверхности земли. Температурная инверсия продолжалось в течение четырех дней декабря. Из-за холодной погоды население Лондона сжигается огромное количество угля, что привело к образованию радиационного тумана по всему городу. Известно, что около 4000 человек умерли от смога, и гораздо большее количество серьезных

трудностей с дыханием. Загрязнение воздуха действует на людей по-разному. Многих факторов, таких как состояние здоровья, возраст, объем легких и время, проведенное в загрязненной среде могут влиять на влияние загрязняющих веществ на здоровье [13].

Крупные частицы загрязняющих веществ могут отрицательно воздействовать на верхние дыхательные пути, в то время как мелкие частицы могут проникать в мелкие дыхательные пути и альвеолы легких. Люди подвергаются воздействию загрязнителей воздуха могут испытывать как краткосрочные, так и долгосрочные эффекты, в зависимости от соответствующих факторов. Загрязнение окружающей среды в городах влияет на увеличение числа вызовов для скорой помощи и госпитализаций при заболеваниях легких, сердца и инсультов.

Как отметил Келин, Н. Ю.[13], в исследованиях ранее изучалось влияние загрязнения воздуха на легких в основном как места первичного контакта загрязняющих веществ с организмом человека. Тем не менее, растет количество фактов, которые показывают отрицательное влияние загрязнения воздуха на сердце. Следующие симптомы и заболевания связаны с загрязнением воздуха [13]: хронический кашель, выделение мокроты, инфекционные заболевания легких, рак легких, болезни сердца, сердечного приступа. Другие исследования также связана с влиянием загрязняющих веществ в выбросах автотранспорта на задержки внутриутробного развития и преждевременных родов [20, 21].

Влияние загрязнения на здоровье, в первую очередь, обусловлено воздействием множества загрязняющих веществ, а не одного элемента; тем не менее, некоторые исследования определили специфические последствия влияния озона и твердых примесей.

Ответная реакция на воздействие озона зависит от трех факторов [13]: продолжительность – чем дольше воздействие, тем сильнее отрицательный эффект на легкие; концентрация – чем выше уровень содержания озона, тем

больше пострадавших; объем вдыхаемого воздуха – чем выше физическая активность человека, тем сильнее отрицательный эффект на легкие.

Вдоль дорог с интенсивным движением концентрация загрязнителей от выхлопных газов может достигать критически высокого уровня, а наиболее экстремальные условия наблюдаются на узких улицах с высокими зданиями [20, 21].

Люди, которые гуляют, играют или живут рядом с главными дорогами имеют повышенный риск проблем со здоровьем, особенно во время ежедневных поездок на работу и обратно. Это особенно актуально для развития астмы. Большое количество данных подтверждает, что загрязняющих веществ в выбросах автотранспорта способствовать развитию астмы у детей, по крайней мере, среди генетически предрасположенных детей. Антропогенным загрязнением атмосферы связано с механическими, физическими, химическими и биологическими факторами, которые особенно влияют на территориях вблизи человеческого жилья, особенно в городах, где погодные условия заметно отличаются от аналогичных параметров за пределы города. В атмосфере находятся постоянно миллионы тонн загрязняющих веществ [17].

Загрязнение атмосферного воздуха приводит к увеличению заболеваний, как органов дыхания, так и сердечно-сосудистой системы. Почти 20% всех болезней органов дыхания и 10% болезней системы кровообращения связаны с загрязнением атмосферы. В настоящее время промышленные города, где сосредоточено более 50% населения, можно отнести к экологически опасным зонам, так как содержание загрязняющих веществ в их атмосфере значительно превышает предельно допустимые концентрации [19].

К химическим факторам риска для здоровья примыкает и такой физический фактор, как радиация, избежать воздействия которой невозможно. Излучение поступает как из космоса, так и от радиоактивных

веществ, содержащихся в земной коре и в различных объектах окружающей среды.

Величины доз внутреннего облучения, поступление радиоактивных веществ внутрь организма с воздухом или с загрязненной пищей и водой, от природных источников радиации примерно в два раза выше доз внешнего облучения. Наибольший вклад в дозу внутреннего облучения (примерно в 80%) вносят короткоживущие продукты распада ^{222}Rn и ^{220}Rn , около 11% - ^{40}K и 7% - ^{210}Pb и ^{210}Po [13].

Основная часть дозы облучения населения от воздействия радона накапливается при нахождении людей в закрытых непроветриваемых помещениях. Основными источниками радона также могут быть грунты, на которых построены дома, строительные материалы, кроме того природный газ и артезианская вода.

Темпы развития мер по охране атмосферного воздуха в городах отстают от темпов развития автотранспорта и промышленности. В связи с этим становится весьма актуальной проблема долгосрочного прогноза рисков заболеваний населения, обусловленных химическим и радиационным загрязнением.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДОВ

2.1. История развития методов биоиндикации. Виды биоиндикации

Биоиндикация и биотестирование – две основные группы методов биологического контроля окружающей среды. Наличие в окружающей среде того или иного загрязнителя определяется методами биоиндикации и биотестирования на наличие или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т. е. обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции живых организмов и их сообществ [1].

Использование биологических методов для оценки среды подразумевает выделение видов животных или растений, которые реагируют на определенные виды воздействия. В определенных условиях, методом биоиндикации с использованием подходящих индикаторных организмов может быть количественной и качественной оценки, без определения степени загрязнения, влияние природных и антропогенных воздействий на окружающую среду [5].

На Руси в XV и XVI веках, уже упоминались такие понятия, как «лес непашенный» и «лес пашенный», иными словами участки леса непригодные и пригодные для сведения под пашню [6].

Основатель оценки свойств почв и подстилающих горных пород по составу растительности и развития растений бесспорно считают А. П. Карпинского. А. П. Карпинский писал о возможности биоиндикации растений, и используется распределения растений для составления геологических карт. Например, если вы ищите различные минералы служат в качестве индикаторных растений и почвенных микроорганизмов. Также упоминания о растениях признаки горных пород, подземных вод, почв в трудах А. Н. Радищева и Ломоносова [30, 34].

Как отметил Кашин, Иванов (1980), «растения весьма информативным показателем уровня доступных форм химических элементов в окружающей среде и их основным источником для человека и животных. В этом отношении они представляют большой интерес в качестве эффективного объекты мониторинга окружающей среды загрязнение окружающей среды ...» [3]. Мэннинг Д. У., и У. А. Федер (1985) определять растение как "растение, у которого признаки повреждения появляются при воздействии концентраций фитотоксическая одного загрязняющего вещества или смеси таких веществ.

Индикаторными имеют все шансы, так же те растения, которые аккумулируют в тканях загрязняющие вещества или продукты метаболизма, получаемые в результате взаимодействия растения и загрязняющего вещества. Не имеет возможности недооцениваться роль растений, как объектов генетических исследований, поскольку лишь благодаря им были установлены основные положения и принципы генетики и цитогенетики.

Русский ученый-почвовед в. в. Докучаев [3] внес весомый вклад в развитие биоиндикации. Определить типы почв и их изменение под влиянием деятельности человека может быть на комплексы почвенных животных. В XIX веке началось бурное развитие биоиндикации. Это хорошее время, чтобы говорить о степени влияния факторов на природную среду, и не только о наличии или отсутствии фактора. Степень влияния на окружающую среду различных. Это позволяет ввести масштаб воздействия, например, сильный – слабый – не влияет. Это масштаб экологических факторов позволяет более правильной оценки исследуемой территории. В этом случае следует говорить о методе количественной оценки воздействия экологических факторов на природную среду.

При помощи биоиндикации определяют интенсивность различных химических нейтральных содержание солей и физических факторов: радиоактивность, а также устанавливают содержание в субстрате витаминов, гормонов, антибиотиков и других биологически активных веществ [18].

На современном этапе биоиндикации и биомониторинга, наиболее важные задачи, состоят в разработке теоретических основ и методологии анализа реакции биологических систем на многофакторные воздействия с учетом дифференциальных отличий факторов риска, патогенных агентов, патотропных ситуаций, и патологических явлений в зависимости от экологических условий и состояния ценозов, популяций, организмов и отдельных экосистем [19].

По прогрессивным представлениям биоиндикаторы – организмы, наличие, численность или же особенности становления коих работают показателями натуральных процессов, критерий и ли же антропогенных перемен среды обитания.

Как уже отмечалось, биоиндикация – способ, который разрешает осуждать о состоянии находящейся вокруг среды по прецеденту встречи, недоступности, особенностям становления организмов - биоиндикаторов.

Обстоятельства, определяемые с поддержкой биоиндикаторов, именуется объектами биоиндикации.

Ими имеют все шансы быть как конкретные типы природных объектов к примеру, грунт, вода, воздух, например и всевозможные качества данных объектов: машинальный, химического состав и иные и конкретные процессы, протекающие в находящейся вокруг среде: эрозия, дефляция, заболачивание, в что количестве происходящие под воздействием человека.

При выборе биоиндикаторов один из крупнейших американских экологов р. Ф. Реймерс [24] предлагает рассматривать следующие вопросы: типы копытные Банка, иными словами, виды, приспособленные к существованию в строго определенных условиях, более редкие в сообществах, как правило, имеют лучшие показатели, чем широкое, с широким диапазоном экологической выносливости; более крупные виды, как правило, лучше показатели, чем мелкие, так как скорость оборота последних

в сообществах выше и они могут не попасть в пробу в момент исследований, при наблюдениях с длительной периодичностью; выделение видов или группа видов, используемых в качестве индикатора воздействия того или иного фактора, необходимо иметь полевые и экспериментальные сведения о лимитирующих значениях данного фактора с учетом возможных компенсаторных реакций организма и толерантности вида или группы видов; соотношение различных видов, популяций или сообществ более показательно и является более надежным индикатором, чем номер один «...целое лучше, чем часть, отражающая общую сумму условия».

Биоиндикационные исследования подразделяются на два уровня [17, 19, 24]: видовой и биоценотический.

Видовой уровень включает в себя констатацию присутствия организма, учет частоты его встречаемости, изучение его анатомо-морфологических, физиолого-биохимических свойств. При биоценотическом мониторинге учитываются различные показатели разнообразия видов, продуктивность данного сообщества.

Существуют различные виды биоиндикации. Если одна и та же реакция вызывается различными 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. Например, лишайники и хвойные деревья могут характеризовать чистоту воздуха и наличие промышленных загрязнений в местах их произрастания. Видовой состав животных и низших растений, обитающих в почвах, является специфическим для различных почвенных комплексов, поэтому изменения этих группировок и численности видов в них могут свидетельствовать о загрязнении почв химическими веществами или изменении структуры почв под влиянием хозяйственной деятельности [9].

Методы биоиндикации подразделяются на два вида: регистрирующая биоиндикация и биоиндикация по аккумуляции (рисунок 3).

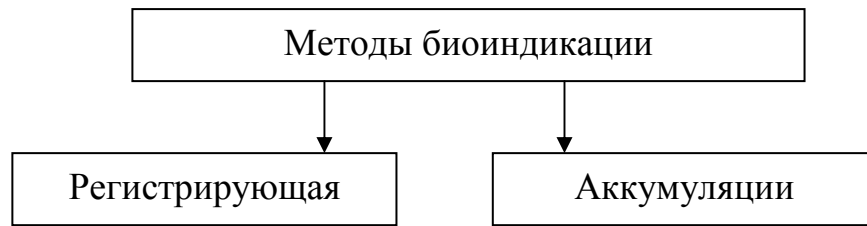


Рисунок 3 – Виды методов биоиндикации [9, 11].

Регистрирующая биоиндикация позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида или популяции, а биоиндикация по аккумуляции использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества, например, содержание свинца в печени рыб, находящихся на конце пищевой цепочки, может достигать 100-300 ПДК. В соответствии с этими методами различают регистрирующие и накапливающие индикаторы.

Зарегистрированы биоиндикаторы реагируют на изменения условий окружающей среды в число, фенооблик, повреждением тканей, соматическими проявлениями, включая уродства, изменение темпов роста и других видимых симптомов. В качестве примера, зарегистрированы биоиндикаторов можно назвать лишайники, хвою деревьев: хлороз, некроз и их высушивание [12]. Однако, с уставным биоиндикаторов не всегда удается установить причины изменений, факторы, определяющие численность, распространение, конечный облик или форму биоиндикатора. Это один из главных недостатков биоиндикации, поскольку наблюдаемый эффект может быть следствием различных причин или их комплекс.

Накопление показателей, которые концентрируют загрязняющие вещества в своих тканях, отдельных органах и частях тела, которые впоследствии используются для определения степени загрязнения окружающей среды или химического анализа. Примером таких индикаторов могут служить хитиновые панцири ракообразных и личинок насекомых,

живущих в воде, мозг, почки, селезенка, печень млекопитающих, раковины моллюсков, мхи [10]. Что бы ни было современное оборудование для контроля загрязнения и определения вредных примесей в окружающей среде, его можно сравнить со сложностью живого организма.

Для данного метода существует серьезный недостаток – живые организмы не могут установить концентрацию какого-либо вещества в многокомпонентной смеси, реагируя сразу на весь комплекс веществ. В то же время физические и химические методы дают количественные и качественные характеристики фактора, но позволяют лишь косвенно судить о его биологическом действии.

С помощью биоиндикаторов можно получить информацию о биологических последствиях и сделать только косвенные выводы об особенностях самого фактора. Мониторинг с помощью сбора биоиндикаторов часто требует использования сложного и дорогостоящего оборудования, трудоемким методам, которые в специальных лабораториях [13, 16]. Но в основном методы биоиндикации не требуют значительных затрат труда, сложного и дорогостоящего оборудования, и поэтому может широко использоваться в школе экологического менеджмента.

Наиболее конструктивно использовать биоиндикаторы одновременно с инструментальным контролем за состоянием окружающей природной среды, применяемым при локальном мониторинге источников или объектов загрязнения.

Методы биоиндикации, позволяющие изучать влияние техногенных загрязнителей на растительные и животные организмы, на неживую природу.

2.2. Флуктуирующая асимметрия

Флуктуирующая асимметрия крайне широко распространенное явление. Им охвачены практически все билатеральные структуры у самых разных живых существ. Нужно отметить, что невозможно подвергнуть

анализу известные признаки всех билатерально - симметричных структур, но у исследованных структур флуктуирующая асимметрия регистрировалась [7]. 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.

Для решения задач биомониторинга могут использоваться только те виды живых организмов, которые отвечают требованиям, применяемым к биоиндикаторам. Наиболее удобными для целей биоиндикации являются следующие виды растений [28]:

- травянистые – сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*);
- мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara*);
- древесные: тополь бальзамический (*Populus balsamifera*); клен остролистный (*Acer platanoides*) и ясенелистный (*Acer negundo*); береза бородавчатая (*Betula pendula*);
- водные – рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*); рдест блестящий (*Potamogeton lusens*); рдест плавающий (*Potamogeton natans*).

Все перечисленные растения имеют четко выраженную двустороннюю симметрию, что является главным требованием метода.

Кроме указанных растений часто для биомониторинга используют [34]:

- подорожник большой (*Plantago major*) как наиболее пластичный вид травянистых растений;
- клевер гибридный (*Trifolium hybridum*) и ползучий (*Trifolium repens*) как луговые виды;
- ячмень (*Hordeum* sp.), овес (*Avena* sp.) и пшеницу (*Triticum* sp.) как сельскохозяйственные культуры для оценки состояния агроценозов.

Береза бородавчатая (повислая) *Betula pendula* и близкий к ней вид береза пушистая *B. alba* способны скрещиваться между собой, образуя межвидовые гибриды, которые обладают признаками обоих видов. Во избежание ошибок следует выбирать деревья с четко выраженными признаками одного вида.

Явление симметрии в природе, как вид согласованности отдельных частей, который объединяет их в единое целое - одно из наиболее общих явлений, которые характерны для неживой и живой материи на разных уровнях организации.

Флуктуирующая асимметрия – это асимметрия является следствием несовершенства онтогенетических процессов. Это незначительные, ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии. Рассматривая основные особенности флуктуирующей асимметрии, мы можем выделить три основные функции [11]:

- незначительность – определяется природой этого явления, случайная изменчивость развития, а значит, если эти различия случайны, то они должны быть незначительны. Возникающие существенные различия между сторонами, обычно элиминируются отбором. Если этого не происходит, а появление этих различий постоянно, то можно говорить об их адаптивном характере, и они не могут быть случайны;

- ненаправленность – эта черта свидетельствует о взаимогашении случайных разнонаправленных различий между сторонами у отдельных особей.

- независимость проявления – исходя из случайности нарушений развития признака, зависимость в появлении различий слева или справа должна отсутствовать. Это неизменно имеет место, если все фенотипическое разнообразие в рассматриваемой группе особей является следствием случайных нарушений развития, в достаточно однородных, с точки зрения генотипа и среды, условиях.

Анализ таких разнородных группах, как естественного прироста населения, выявлено наличие переходов от сильных позитивных отношений между сторонами до его полного отсутствия или слабой отрицательной, что вполне естественно в флуктуирующей асимметрии, как в общей фенотипической изменчивости изучаемых характеристик составляют другие

формы изменчивости. Преимущество такого подхода заключается в том, что в этой указанной нормой, т. е. то, что должно быть в отсутствии эффектов.

Важным показателем метода, подчеркивая его универсальность, является то, что он может быть использован по отношению к представителям разных групп живых существ. Особенностью этого способа является простота метода измерений и расчетов флуктуирующей асимметрии. Среди всех растений биоиндикаторов наиболее удобны, так как они являются основными производителями, стоят на границе двух сред – почвы и воздуха и ведут прикрепленный образ жизни, доступный и удобный материал. Для биоиндикационных характеристик больших территорий лучше использовать древесные растения, потому что травянистые растения в значительной степени отражают условия микробиологические [32].

Как уже отмечалось, работы по оценке уровня стабильности растений с использованием анализа флуктуирующей асимметрии немногочисленны и основная их доля появилась за последние несколько лет. В научной литературе есть данные об использовании различных видов растений [8, 21, 25]: травянистых и древесных.

Интерес к использованию березы повислой (*Betula pendula* Roth.) возрос в последнее время, после рекомендации этого вида Центром экологической политики как модельного для оценки стабильности развития, цикла работ по оценке качества среды на территории России [28, 27].

Одна из первых работ, где береза повислая был использован как индикатор химического загрязнения окружающей среды, состоялось в городе Чапаевск, Самарской области [36]. В ходе этой работы была предпринята попытка оценить стабильность березы в серии проб из точек, которые находятся на разных расстояниях от источника химического загрязнения. Оценка комплексной антропогенной нагрузки с использованием березы проводилось в ряде работ [37]. Суть этого подхода является сравнение территорий с высокой антропогенной нагрузкой (как правило, городская среда) с контролем.

В этом отношении особый интерес представляет работа, проводимая на территории города Москвы. В данной работе показана корреляция между государствами изменение показателей флуктуирующей асимметрии у разных видов живых организмов, которые живут в условиях сильного антропогенного воздействия. В анализ включены растения, такие как береза, рыб, земноводных, мелких млекопитающих. Оценка наземных экосистем с использованием березового и грызунов выявили аналогичную реакцию на антропогенное воздействие, увеличение асимметрии. Эти данные являются еще одним доказательством универсальности выбранного подхода.

Для сбора материала в полевых условиях необходимы карандаш, блокнот, компас, курвиметр или линейка, атласы-определители высших растений; пакеты для сбора листьев [38].

Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины древесных и травянистых форм растений под действием антропогенных факторов.

Чтобы начать сбор материала после завершения интенсивного роста листьев. В Центральной России это соответствует концу мая - началу июня. Образец листьев древесных растений должно быть сделано с нескольких близко растущих деревьев на площади 10×10 м или на Аллее длиной 30-40 м, в исключительных случаях, с 2-3 растений. Образец листьев травянистых растений делается с несколькими экземплярами на площади 1 м². Используются только растения среднего возраста, кроме молодых и старых. Просто нужно собрать как минимум 25 листьев среднего размера с одного вида растений. Листья собирают из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток, условно направленные на север, Запад, Восток и Юг. Березы использовать листья с укороченных побегов. На каждом сайте, изучить максимальное количество видов (но не менее одной древесной и один травянистый), однако, Размер выборки должен быть определен на основе статистических методов.

Обработку материала удобно проводить в лаборатории. Весь собранный материал должен быть снабжен точной информацией о месте сбора, наличии вблизи возможного загрязнения интенсивности движения транспорта, времени сбора и исполнителе. Хранить собранный материал можно не более недели на нижней полке холодильника.

Обработка заключается в измерении длин жилок на листьях справа и слева (рисунок 4).

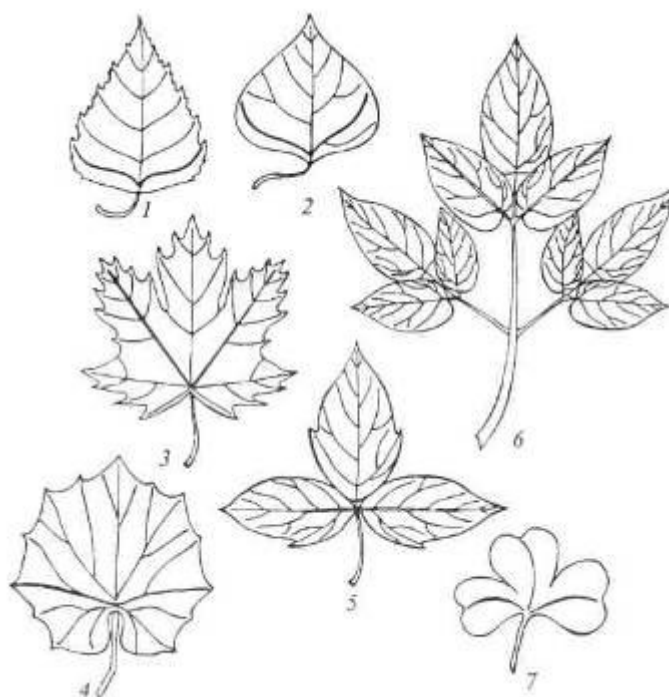


Рисунок 4 – Измерение длин жилок на листьях травянистых и древесных пород [28]

На рисунке 4 цифрами обозначены листья следующих деревьев:

- 1 – березы, измеряется первая жилка от основания листа;
- 2 – тополя, первая жилка от основания листа;
- 3 – остролистного клена, средняя жилка боковых пластин справа и слева;
- 4 – мать-и-мачехи, вторая жилка от основания черешка;
- 5 – клена американского, первая жилка от основания черешка;
- 6 – сныти, первая жилка от основания черешка;

7 – клевера ползучего, первая жилка от основания черешка. Жилки измеряются курвиметром или линейкой с точностью до 1 мм.

Интерес представляют не размеры жилок, а разница их длины справа и слева.

Существуют более детальные расчеты флуктуирующей асимметрии. С одного листа снимают показатели по пяти параметрам (рисунок 5). Данные измерений заносят в таблицу, где величину флуктуирующей асимметрии оценивают с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия по признакам (среднее арифметическое отношение разности к сумме промеров листа справа и слева, отнесенное к числу признаков).

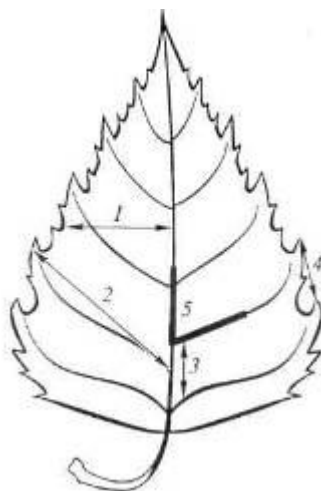


Рисунок 5 – Параметры промеров листьев для детального расчета [28]

1 – ширина половинки листа (лист складывают пополам, потом разгибают и по образовавшейся складке проводят измерения);

2 – длина второй жилки от основания листа;

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок;

4 – расстояние между концами этих жилок;

5 – угол между главной и второй от основания жилками

Коэффициент флуктуирующей асимметрии определяют по формуле, предложенной В.М. Захаровым [9, 10]:

$$\delta_d^2 = \frac{\sum (d_{l-r} - M_d)^2}{n-1}, \quad (1)$$

где $M_d = \frac{\sum d_{l-r}}{n}$ – среднее различие между сторонами;

$d_{l-r} = \frac{2(d_l - d_r)}{d_l + d_r}$ – различие значений признаков между левой (l) и правой (r) сторонами; n – число выборок.

Качественные признаки считают по проценту суммы асимметричных листьев:

$$M_A = \frac{n_a}{n_a + n_c}, \quad (2)$$

где n_a – число асимметричных особей; n_c – число симметричных листьев.

Показатель асимметрии указывает на наличие в среде обитания живых организмов негативного фактора. Это может быть химическое загрязнение, изменение температуры, обитание биологического объекта на краю ареала и др. Показатель откликается повышением на изменение фактора и стабилен при адаптации к имеющимся условиям. Таким образом, на основании периодического вычисления показателя можно проследить изменения условий обитания объекта. При балльной оценке используют таблицу соответствия баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии.

2.3. Влияние различных факторов на уровень флуктуирующей асимметрии

Несмотря на отсутствие генетической детерминированности различий между левой и правой стороной при флуктуирующей асимметрии, выявлена ее чувствительность к общей коадаптированности генома.

Захаровым в ходе эксперимента было установлено что, при разных типах скрещиваний, при близкородственном скрещивании и при отдаленной гибридизации величина флуктуирующей асимметрии возрастает [10, 17].

Выяснение влияния уровня гетерозиготности популяции на уровень флуктуирующей асимметрии показало, что определяющей оказывается не гетерозиготность как таковая по всем локусам, а по тем из них, которые связаны с какой-либо характеристикой например, быстрым и медленным ростом опосредованно влияющей на асимметричность.

Зависимость рассматриваемого показателя от средовых воздействий, говорит о том, что забуференность развития действительно лишь в определенном диапазоне условий и оказывается менее действенной в необычных условиях среды. В серии научных работ и исследований [27, 28, 38], выполненных на растениях, было показано, что если общая стабильность развития контролируется генотипом, то сами по себе различия между левой и правой половинами листа ненаправлены и независимы, и их нельзя свести ни к генотипическим, ни к средовым различиям.

Влияние половых различий на уровень флуктуирующей асимметрии не выявлено, даже на фоне существенных половых различий по анализируемым признакам.

Анализ медленно и быстрорастущих группировок особей в популяциях выявил существенное различие между ними по уровню флуктуирующей асимметрии. Более высокий уровень асимметрии у медленно растущих индивидуумов, можно рассматривать как следствие пониженной стабильности развития по сравнению с быстро растущими.

Популяционная динамика данного показателя во времени оказалась зависимой от стабильности изменений численности особей. У видов с небольшими скачками численности от поколения к поколению показатель флуктуирующей асимметрии является весьма стабильной популяционной характеристикой при условии, что разные поколения развиваются в неизменных условиях.

У видов, численность которых значительно изменяется в течение популяционных циклов. Исследования, проведенные на обыкновенной бурозубке, динамика численности которой подвержена четкому

четырёхлетнему циклу, и максимально достигает 70-кратного размера показали увеличение уровня флуктуирующей асимметрии у особей, родившихся в год максимальной численности, и уменьшение асимметричности у их потомков при спаде численности [26].

Индивидуальное развитие организма обеспечивается сложным регуляторным аппаратом, который защищает нормальное формообразование от возможных нарушений, а равно с отклонением на внутренние факторы и изменения факторов окружающей среды.

Появляется этот механизм под синонимичные названия: стабильность развития, гомеостаз, развитие, администратор стабильный поток. Иными словами, понятно, что развитие идет по определенному пути, и с высокой стабильности, развития направлены, т. е. за счет буферных механизмов протекает же, несмотря на ряд генетических и экологических воздействий. Развитие переключения на другой путь происходит при пороговом уровне генотипического или окружающей среды.

Основные показатели стабильности развития являются нарушения развития и онтогенетический шум. Если в самом деле развития заболевание, phenodeviant, что значительные изменения в морфологии, как правило, найти в природных популяциях с частотой не выше нескольких процентов, онтогенетический шум операционного критерия в природных популяциях [9]. Онтогенетический шум, случайная спонтанная изменчивость развития и наиболее четко вариативность реализации и просто может быть оценен по флуктуирующей асимметрии двусторонних структур. Преимущество данного подхода заключается в том, что в этой указанной нормой, т. е. то, что должно быть при отсутствии воздействий, - симметрия, отклонения от которой в ходе развития и представляют собой онтогенетический шум.

К настоящему моменту накоплено много данных, убедительно доказывающих чувствительность уровня флуктуирующей асимметрии к различным по происхождению антропогенным воздействиям.

Некоторые из основной информации о чувствительности флуктуирующей асимметрии к химическому загрязнению антропогенного происхождения была получена путем Валентин и соавт [29]. Они проанализировали три вида рыб из разных семей, живущих вдоль побережья Калифорнии. Были взяты образцы для временной и пространственный анализ. В ходе работы выявлено, что увеличение асимметрии у южного побережья Калифорнии, самом густонаселенном и промышленно развитых район характеризуется повышенным уровнем загрязнения различными токсикантами.

Промежуточный анализ показал значительные асимметрии в молодых людей, чем у пожилых, что также согласуется с данными о динамике загрязнения. Несмотря на то, что, по мнению автора, полученные данные следует рассматривать как ориентировочные, в дальнейшем экспериментальные исследования показали четкую корреляцию возрастания уровня флуктуирующей асимметрии у рыб при повышении концентрации ДДТ.

В другой работе было проведено сравнение выборок из одной и той же популяции до и после начала интенсивного антропогенного воздействия на примере серого тюленя (*Halichoerus grypus*) Балтийского моря. Были исследованы коллекционные черепа до 1940 года и после 1960 года. По данным шведских исследователей, интенсивное загрязнение Балтийского моря у побережья Швеции началось в 50-х - 60-х годах, что привело к резкому возрастанию уровня таких поллютантов, как ДДТ и ПХБ в теле балтийских тюленей после 1955 г. По полученным данным и величина дисперсии асимметрии и процент асимметрично выраженных неметрических признаков, среднее число асимметричных признаков существенно выше во второй выборке [9, 31].

Таким образом, нарушение стабильности развития имеет место при ухудшении состояния организма в силу различных причин, но не является причиной его гибели.

Глава 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БИЙСКА МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ

3.1. Ландшафтно-экологическая характеристика г. Бийска

Климат района расположения городских лесов – резко континентальный, с суровой зимой и жарким летом. Абсолютный минимум температур - (-42°C - 44°C), максимум - ($+33^{\circ}\text{C}$ - 34°C), средняя многолетняя температура - ($+1,5^{\circ}\text{C}$).

Среднее количество осадков – 500-800 мм с максимумом в мае-июле. Продолжительность устойчивых морозов - около 120 дней, продолжительность вегетационного периода – 165 дней. Преобладают ветры юго-западного и северо-восточного направлений со скоростью [40]:

- летом – (2-3 у. сек.);
- зимой – (3-4 м/сек.).

Наиболее сильные ветры фиксируются в осенне-зимний период и слабые – в июле-августе.

В летний период над городом Бийском, как и над другими городами Западной Сибири, формируется летние инверсии температур, способствующие накоплению вредных веществ в воздушном бассейне города и их осаждению на селитебной его части.

Характерной особенностью климата города Бийска является обилие солнечного света. Территория города входит в зону ультрафиолетового комфорта, подзону оптимального комфорта. Ультрафиолетовая радиация участвует в образовании фотохимического смога, усиливая негативное влияние вредных выбросов в атмосферу.

Максимум продолжительности солнечного сияния приходится на весенний и летний периоды, т. е. на время самого усиленного роста и развития растительности.

Климатические факторы, отрицательно влияющие на рост и развитие древесной растительности [40]:

- неравномерность выпадающих осадков;
- низкая влажность воздуха в мае и июне;
- вредодействующие ветра восточного направления в летний период;
- частая повторяемость поздних весенних и ранних осенних заморозков.

Территория города Бийска расположения городских лесов как правило типичной равниной. Рельеф формировался под воздействием рек Бии и Оби и представляет собой, волнистую поверхность, изобилующую возвышениями, лощинами и западинами.

В почвах под лесом в основном представлены супесями и легкими суглинками редко. Материнской породы песок. Тип почвы-подзолистые, дерново-подзолистые и очень редко подзолисто-болотные. Выраженных эрозионных процессов на территории, занятой городскими лесами не наблюдается.

Возвышенной Речной террасе под основным лесу, на правом берегу реки Бии и Оби, предотвращает отток грунтовых вод, что создало условия для образования в бывших совхозных земель подзолисто-болотные почвы, в частности – «Волчье болото» [40].

В Алтайском крае очень много рек и озер. Главная река – полноводная Обь (в пределах края – 493 км), которая образуется при слиянии Бии и Катуня, в 20 км юго-западнее Бийска. Вскрывается Обь в середине апреля, в период ее половодья случаются частые разливы. Осенний ледостав начинается в первой декаде ноября, наибольшая толщина льда к концу зимы достигает 80-130 см. Среди крупных притоков Оби – два левых – Алей и Чарыш и правый – Чумыш.

Бийск – город в России, крупный промышленный и научный центр на юге Сибири, второй по численности населения город Алтайского края.

Расположенном в г. Бийске проводит фундаментальные исследования научно-производственные предприятия, основным направлением работы является создание специальных фондов для обеспечения обороноспособности страны и специальных химических продуктов для ракетной техники.

В городе находится Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской Академии наук. Промышленный комплекс Донецкой представлен предприятиями машиностроительной, приборостроительной, химической и пищевой промышленности. Бийск является важным транспортным узлом Алтайского края.

Одним из основных промышленных предприятий города АО «ФНПЦ «Алтай». В основу деятельности заложен принцип полной завершенности работ. Создание любой продукции сопровождается проведением всего комплекса НИР и ОКР с последующим переходом на опытное производство. Все работы завершаются созданием серийного производства и освоением на нем выпуска готовой продукции [41].

Процессы конверсии предприятия привели к созданию на базе научных и производственных подразделений более 60 предприятий малого и среднего бизнеса, объединенные в холдинговую компанию Научно-производственный концерн «Алтай».

Сегодня ФНПЦ - НПК «Алтай» является научным центром города Бийска – наукограда РФ.

«Бийский олеумный завод» (ФКП «БОЗ») – предприятие химической промышленности. Специализируется на производстве взрывчатых веществ промышленного и специального назначения, олеума, серной кислоты и электролитов, присадок к дизельному топливу, дорожных и фасадных красок.

Вся продукция завода производится в соответствии с технологическими регламентами и требованиями ГОСТ, ОСТ, ТУ; проходит апробацию в ведущих научно-исследовательских учреждениях России.

Высокое качество продукции подтверждено многочисленными сертификатами, результатами многоцентровых испытаний, отмечено наградами. Система менеджмента качества на предприятии сертифицирована по ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

В последние годы завод активно развивает производства, расширяет ассортимент выпускаемой продукции. Ведется реконструкция и модернизация ранее действовавших производств, создание новых.

Одно из старейших предприятий основано в 1942 году ОАО «Бийский котельный завод» (ОАО «БиКЗ») – ведущее предприятие в России по изготовлению паровых и водогрейных котлов средней и малой мощности, котельно-вспомогательного оборудования для промышленной и коммунальной энергетики.

Заказчиками ОАО «БиКЗ» являются крупные предприятия, со всей России, машиностроения, металлургии, нефтегазовой, пищевой, легкой, химической, фармакологической, деревообрабатывающей промышленности.

Предприятия промышленности в городе создают сложности экологического состояния Бийска.

Состояние окружающей среды в Алтайском крае постоянно контролируется органами Госкомгидромета на 11 стационарных постах и 3 маршрутах в Барнауле, Бийске, Заринске, Славгороде. Судя по его данным, ежегодно в атмосферу края выбрасывается более 200 тыс. тонн загрязняющих веществ, а очистка воздуха проводится лишь, примерно, на 70%. Основной причиной загрязнения воздуха являются предприятия нефтехимической и пищевой промышленности, электроэнергетики, черной металлургии, коксохимии, машиностроения.

3.2. Результаты оценки качества среды в различных районах города

На территории города Бийска для экспресс – оценки были отобраны пробы листьев березы повислой в следующих точках города:

1) район главного корпуса Алтайской государственной академии образования, ул. Короленко (АГАО); 2) район Вокзала ул. Максимовой,5; 3) в районе промышленной зоны БОЗ; 4) в частном секторе города: Мочище и Заречье; 5) район АБ; 6) Старый центр, ул. Льва Толстого; 7) район Приобье.

Расположение выбранных точек находится в зоне транспортного потока с разной степенью интенсивности. Исследован материал с деревьев, расположенных на расстоянии 10 – 20 метров от проезжей части.

Для оценки степени выявленных отклонений от нормы использовали балльную шкалу оценки, характеризующую уровень загрязнения территории на основе показателя ФА (таблица 3.1).

Таблица 3.1

Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития

Балл	Величина показателя ФА	Характеристика
1	< 0,040	Условная норма
2	0,040 – 0,044	Растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов
3	0,045 – 0,049	Загрязнённые районы
4	0,050 – 0,054	Сильно загрязнённые районы
5	>0,054	Крайне неблагоприятные условия, растения находятся в сильно угнетённом состоянии

Камеральная обработка и последующий анализ результатов позволили определить состояние среды в обследованных точках. В приложении к работе приведены результаты расчета средней относительной величины асимметрии на учитываемые признаки растений.

Место сбора и значение ФА

Место сбора	Значение качества ассиметричности	Балл	Качества среды
Промышленная Зона БОЗ	0,074	5	Критическое состояние
Мартьянова, 43 Приобье	0,060	3	Средний уровень отклонений от нормы
Приобская, 24 Мочище	0,042	1	Условно нормальное
Короленко, 43 Район АГАО	0,061	3	Средний уровень отклонений от нормы
Прибыткова, 4 АБ	0,066	4	Существенные отклонения от нормы
Прибыткова, 27 АБ	0,066	4	Существенные отклонения от нормы
Льва Толстого, 168 Старый центр	0,069	4	Существенные отклонения от нормы
Тургенева, 147 Заречье	0,069	4	Существенные отклонения от нормы
Байкальский, 41 Заречье	0,055	2	Начальные отклонения нормы
В. Максимовой ,5 Вокзал	0,072	5	Критическое состояние

Величина флуктуирующей асимметрии в выборке составляет 0,042 и имеет 1 балла по шкале оценки отклонений, что соответствует среднему загрязнению выбранных точек. Полученные данные можно объяснить интенсивной антропогенной нагрузкой в данном районе города Бийска, а именно частный сектор Мочище. Все обследованные пробные площади характеризовались уровнем ФА листьев березы, превышающим величину условной нормы ($< 0,040$). Наиболее высокий показатель (0,072 и 0,074)

зафиксированы в районе зоны БОЗ и Вокзал. Данное значение ФА соответствует 5 баллам по шкале оценки отклонений от условной нормы. В загрязнении атмосферы в районе Вокзал занимает автомобильный транспорт (более 80%), а в промышленной зоне БОЗ деятельность промышленных предприятий, которые влияют на экологическую обстановку.

Преобладающие юго-западные ветры приносят на территорию города Бийска вредные выбросы. Показатели других выборок соответствуют 3 и 4 баллам по шкале оценки отклонений. Значения ФА в этих точках находятся в пределах от 0,060 до 0,069. Наименьший уровень ФА отмечен в районе Мочище – 0,042 (рисунок 3.1).

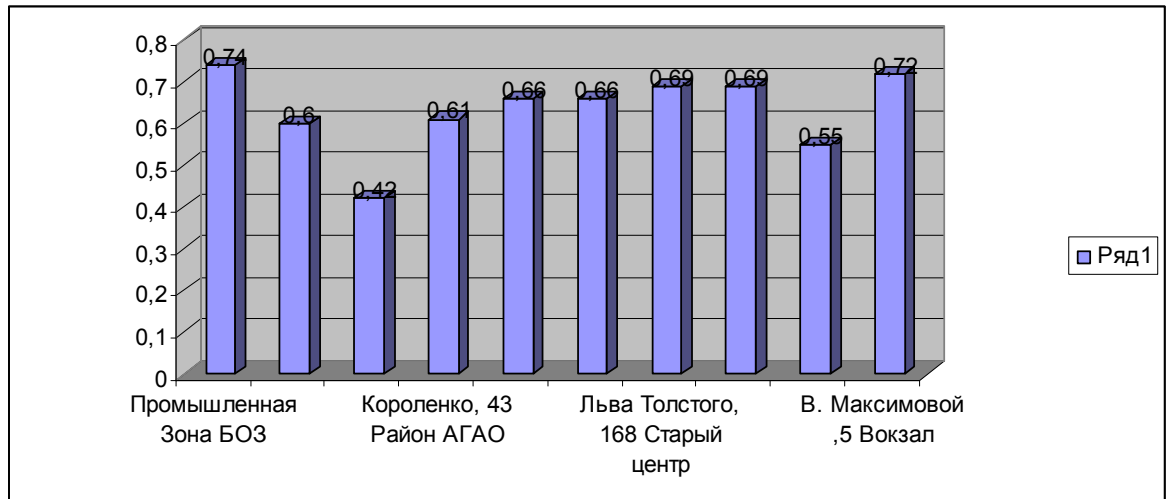


Рисунок 3.1 – Соотношение величин флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой в разных районах города Бийска

Таким образом, полученные результаты в целом указывают на экологическое неблагополучие в районах исследования.

В период с 1 мая по 1 июня были определены виды берёз на территории города Бийска и пригороде, а именно промышленная зона БОЗ: береза пушистая (*Betula pubescens*), береза повислая (*Betula pendula*).

Наибольшие величины асимметрии зафиксированы на улице Прибыткова 4 и 27, Короленко 43, Промзона БОЗ: 0,066, 0,066, 0,061, 0,074

соответственно. Это объясняется большим потоком автотранспорта по центральным магистралям города, а также большой концентрацией вредных выбросов в атмосферу. В связи с этим эти участки города следует отнести к наиболее проблемным с экологической точки зрения.

Наименьшие показатели зафиксированы в частном секторе по улице Приобская 24 и переулок Байкальский (район Заречье) 0,42 и 0,55 соответственно. Это обусловлено благоприятными условиями для данных зеленых насаждений – почва, свет, количество веществ в атмосфере.

3.3. Качество атмосферного воздуха г. Бийска

Современный Бийск – второй по величине город Алтайского края. В городе 132 промышленных предприятия, из них 44 – больших и средних, 88 – малых [42]. Основным источником загрязнения окружающей среды Бийска являются предприятия топливной энергетики: ОАО «Бийскэнерго», отопительные котельные, а также отрасли химической промышленности: ОАО «Бийская химическая компания», ФГУП «Бийский олеумный завод», ФГУП «ФНПЦ Алтай», машиностроения: ГУП БПО «Сибприбормаш», ОАО «Бийский котельный завод», ООО ПКФ «Бийский машиностроительный завод», деревообрабатывающей промышленности: ЗАО «Бийская мебельная фабрика».

Основными загрязняющими веществами являются оксид углерода, твердые вещества, диоксид азота. Веществами, загрязняющими атмосферу города, являются также бензапирен, диоксид азота, формальдегид, оксид углерода [41, 42].

Почти все предприятия расположены в городской черте и сосредоточены, главным образом, в Приобском районе города. В этом районе концентрации сероводорода, хрома, серной кислоты превышают норму в 2 раза, свинца – в 14 раз, хлористого и фтористого водорода – в 20 раз.

Характерной чертой воздуха Бийска является запыленность. В городе наиболее высокие уровни запыленности в районе спичечной фабрики и котельного завода. В остальной части города небольшие очаги запыленности отмечены вблизи малых котельных, вокзала, в районе табачной фабрики, ДРСУ, льнокомбината и олеумного завода.

В целом экологическое состояние на территории города, по оценке ГП «Алтай-Гео», условно-благоприятное – на 30% площади и неблагоприятное – на 70%.

Средний темп роста выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от автотранспорта в крае за период 2006–2016 годы составил 105,4%, среднее ежегодное увеличение на 5,4% [42].

В период 2011–2016 годы в городских и сельских поселениях бралось от 60393 в 2011 год до 71313 в 2013 год проб воздуха для исследования по определяемым ингредиентам на превышение предельно допустимой концентрации (ПДК). По данным краевого центра Госсанэпиднадзора структуре лабораторных исследований наибольший процент проб от общего количества исследований атмосферного воздуха в городских поселениях в 2016 году приходился на взвешенные вещества (13,1%), азота диоксид (12,2%), окись углерода (11,7%), серы диоксид (12,08%) [42].

В 2014 году наибольший процент проб от общего количества исследований приходился на взвешенные вещества (12,86%), азота диоксид (12,73%), окись углерода (12,6%), серы диоксид (12,08%).

Организации проводят определенные мероприятия по уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу. Так, за счет повышения эффективности действующих очистных установок, включая их ремонт, реконструкцию и модернизацию, уменьшились выбросы загрязняющих веществ в МУУП Бийска «ТЭП» на 179 т.

Непростая ситуация сложилась в крае с отходами производства и потребления. В целях сохранения окружающей среды и проведения мероприятий по ее защите и благоприятному воздействию на население на

территориях муниципальных образований края организована работа по сбору и вывозу твёрдых коммунальных отходов (ТКО). В 47 муниципальных образованиях края осуществляют деятельность по сбору и вывозу ТКО – 154 организации. В 23 муниципальных образованиях края не создано организаций по сбору и вывозу ТКО, работа по организации сбора и вывоза ТКО проводится силами администраций сельсоветов, населения.

Из 705 полигонов твердых бытовых отходов, поселковых свалок, функционирующих в Алтайском крае, 377 не соответствует требованиям СП 2.1.7.1038–01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов твердых бытовых отходов», что составляет 53,8%. Хотя данные полигоны и свалки твердых бытовых отходов не благоустроены, однако приспособлены, обвалованы, расположены за пределами населенных мест, размер санитарно-защитных зон соответствует нормативным требованиям.

На территории Алтайского края полигоны для токсичных промышленных отходов отсутствуют. В Алтайском крае накоплено 30 292 766,050 т различных отходов (Приложение А).

За период 2000–2014 гг. количество промышленных отходов увеличилось в 8,8 раза. Из общего количества образовавшихся в 2014 г. отходов было использовано в организации 1 013 236,436 т., что составляет 34,3% от количества образовавшихся отходов, обезврежено в организации 8 278,676 т., что составляет 0,3% от количества образовавшихся, передано другим организациям для использования и обезвреживания, для хранения, захоронения 709 439,909 т., что составляет 23,9% от количества образовавшихся [42].

Промышленные отходы 1-го и 2-го классов временно хранятся на территориях промышленных предприятий, затем передаются на утилизацию в специализированные организации по договорам или вывозятся на утилизацию в другие регионы. Некоторые виды твердых промышленных отходов 3 – 4-го класса опасности размещаются на полигоны ТБО.

Статистическая информация о количестве образовавшихся промышленных отходов в крае в 2017 году находится в обработке.

До настоящего времени окружающей среде наносился огромный ущерб, вызванный неэффективным использованием природных ресурсов и тем обстоятельством, что вопросы охраны окружающей среды были неприоритетными по сравнению с производственными процессами. В переходный период возникают финансовые трудности, а вместе с ними появляются и серьезные ограничения по инвестициям в восстановление и охрану окружающей среды. Поэтому совершенно необходимо заново расставить приоритеты и создать методику эффективной передачи специальных знаний и технологий в сфере экологии.

Произвести точную оценку размеров экологического ущерба и затрат, необходимых на его возмещение, весьма трудно. Затраты на возмещение экологического ущерба, включая ущерб здоровью, обычно экстернализованы, и существуют лишь ограниченные факторы регулирования, которые могут интернализировать эти издержки с помощью предупредительных мер. А ввиду вообразимых потенциальных издержек катастрофических аварий для экологии и здравоохранения необходимо пересмотреть существующие процессы управления, чтобы они включали комплексную и последовательную деятельность по предупреждению кризиса, а не по его урегулированию.

В переходный период существуют серьезные финансовые ограничения, препятствующие усовершенствованию существующих технологий. Поэтому нужны надежные механизмы финансирования, способные обеспечить и повышение уровня безопасности, и охрану окружающей среды, и эффективность производства. Это будет способствовать укреплению региональной и международной стабильности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрев с точки зрения теории особенности применения методов изучения загрязнения окружающей среды можно заключить что, оценка качества среды и антропогенных изменений в экосистемах может производиться по их абиотическим параметрам, и по биотическим, т.е. с применением методов биоиндикации.

Для измерения абиотических параметров в основном используется инструментальный метод, характеризующей состав среды, но и получить его полное описание состояния окружающей среды невозможно, поскольку не учитывается реакция биоты. Преимущество метода биоиндикации является то, что они позволяют судить о качестве окружающей среды как отдельных компонентов сообщества, хотя и не дают понимание того, какие факторы ее определяют [1, 4].

Одним из наиболее перспективных методов является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур [2].

Флуктуирующая асимметрия (ФА) представляет собой незначительные ненаправленные различия между правой и левой сторонами и является результатом развития аномалий в ходе онтогенеза. При нормальном состоянии окружающей среды их уровень минимален, при возрастающем отрицательном воздействии асимметрия увеличивается. Показатель ФА позволяет фиксировать незначительные отклонения параметров среды, еще не приводящих к существенному снижению жизнеспособности особи.

За состоянием атмосферного воздуха в городе производится недостаточный контроль. Качество здоровья среды позволила определить вышеуказанная методика путем изучения асимметрии листьев березы повислой. В результате работы были выявлены оптимальные районы и районы, на которые необходимо обратить внимание общественности и администрации города, для проведения независимой экспертизы с целью

установления решающих факторов, влияющих на здоровье среды, и дальнейшего их устранения.

В ходе практического исследования в выпускной квалифицированной работе результаты и выводы дают определенную характеристику состоянию среды города Бийска и возможность для ее дальнейшего изучения.

Исследования проводились в течении мая – июня 2016 года в различных участках города Бийска, характеризующихся различным уровнем антропогенного воздействия – промышленного, рекреационного, транспортного – а также в пригородной зоне.

В период с 1 мая по 1 июня были определены виды берёз на территории города Бийска и пригороде, а именно промышленная зона БОЗ: береза пушистая (*Betula pubescens*), береза повислая (*Betula pendula*).

Наибольшие величины асимметрии зафиксированы на улице Прибыткова 4 и 27, Короленко 43, Пром зона БОЗ: 0,066, 0,066, 0,061, 0,074 соответственно. Это объясняется большим потоком автотранспорта по центральным магистралям города, а также большой концентрацией вредных выбросов в атмосферу. В связи с этим эти участки города следует отнести к наиболее проблемным с экологической точки зрения.

Наименьшие показатели зафиксированы в частном секторе по улице Приобская 24 и переулок Байкальский (район Заречье) 0,42 и 0,55 соответственно. Это обусловлено благоприятными условиями для данных зеленых насаждений – почва, свет, количество веществ в атмосфере.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы.

В городе Бийске наблюдается высокий уровень загрязнения окружающей среды, что может быть вызвано деятельностью промышленных предприятий и большим количеством автотранспорта.

Наибольший уровень загрязнения наблюдается в непосредственной близости промышленной зоны БОЗ.

Наименьший уровень загрязнения наблюдается в районе частного сектора города Бийска – «Мочище».

Флуктуирующая асимметрия является чувствительным индикатором состояния природных популяций. На основании необходимых измерений и расчетов был рассчитан показатель стабильности развития березы повислой в десяти местах города Бийска. В результате работы были выявлены те территории, на которые необходимо обратить внимание. Кроме того, результаты данных исследований могут быть использованы на уроках биологии в 6 классе в теме «Основные экологические факторы и их влияние на растения».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК*Научная литература*

1. *Алиев, Р. А.* Основы общей экологии и международной экологической политики. [Текст]: учебное пособие / Р.А. Алиев, А.А. Авроменко и др. - М.: Аспект-Пресс, 2014. - 384 с.
2. *Андросова, Н. К.* Экология. Основы геоэкологии. [Текст]: учебник для бакалавров / Н.К. Андросова, А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин. - М.: Юрайт, 2013. - 542 с.
3. *Берлянд, М. Е.* Прогноз и регулирование загрязнения атмосфер. [Текст]: монография/ М.Е. Берлянд. - Международный книжный дом, Лайма - Москва, 2012. - 312 с.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. - М.: Мир, 1988. - 350 с.
5. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Мелехова, О.П., Егорова, Е.И., Евсеева Т.И. и др.; под ред. Мелеховой, О.П. и Егоровой, Е. И. [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 288 с.
6. *Ветошкин, А. Г.* Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. [Текст]: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - СПб.: Лань, 2014. - 512 с.
7. *Волкова, П. А.* Основы общей экологии. [Текст]: учебное пособие / П.А. Волкова. - М.: Форум, 2012. - 128 с.
8. *Захваткин, Ю. А.* Основы общей и сельскохозяйственной экологии. [Текст]: Методология, традиции, перспективы / Ю.А. Захваткин. - М.: КД Либроком, 2013. - 352 с.
9. *Захаров, А. С.* Баранов, В. И. Борисов, А. В. Валецкий, Н. Г. Кряжева, Е. К. Чистякова, А. Т. Чубинишвили. - М.: Центр экологической политики России, 2000. – 215с.

10. *Захаров В. М.*, Здоровье среды: практика оценки. [Текст]: / В.М. Захаров, А.Т.Чубинишвили, С.Г.Дмитриев, А.С.Баранов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 180с.

10. *Горышина, Т. К.* Экология растений. [Текст]: / Т.К. Горышина - М.: Высшая школа, 1991.- 315 с.

12. *Костицын, В. А.* Эволюция атмосферы, биосферы и климата. [Текст]:/ В.А. Костицын. Учебное пособие для вузов. М.: Наука - Москва, 2013. - 464 с.

13. *Келина, Н. Ю.* Экология человека, Келина Н.Ю., Безручко Н.В., [Текст]: учебное пособие / М.В. Курганский Гидрометеоздат - Москва, 2012. – 373 с.

14. *Коростелева, Л. А.* Основы экологии микроорганизмов. [Текст]: Учебное пособие / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощаев. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.

15. *Коростелева, Л. А.* Основы экологии микроорганизмов. [Текст]: Научная литература / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощаев. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.

16. *Коростелёва, Л. А.* Основы экологии микроорганизмов. [Текст]: Учебное пособие / Л.А. Коростелёва, А.Г. Кощаев. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.

17. *Кривенко, В. П.* Биологические основы экологии. [Текст]: Учебно-методическое пособие / В.П. Кривенко. - СПб.: ГУАП, 2012. - 144 с.

18. *Наац В. И.*, Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы. [Текст]: Учебное пособие / В.И. Наац. ; ФИЗМАТЛИТ - Москва, 2013. - 328 с.

19. *Новиков, А. Н.* Загрязнение Почвы Нефтью и Нефтепродуктами. [Текст]: Учебное пособие / А.Н. Новиков; М.: Дельта НБ - Москва, 2014. - 890 с.

20. *Новиков, А. Н.* Ивашук О. А.; Ставчикова Л. Ф. Влияние технического состояния парка автомобилей на загрязнение атмосферного воздуха. [Текст]: Учебное пособие - Чувашия - Москва, 2015. - 868 с.

21. *Подольский, В. П.,* Артюхов В. Г., Турбин В. С., Канищев А. Н. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. [Текст]: Учебное пособие. - Издательство Воронежского Университета - Москва, 2013. - 264 с.

22. *Ступин, Д. Ю.* Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления. [Текст]: научное практическое пособие. - Лань - Москва, 2013. - 432 с.

23. *Радько, Т. Н.* Основы геоэкологии. [Текст]: Учебное пособие. / Т.Н. Радько. - М.: КноРус, 2013. - 352 с.

24. *Реймерс, Н. Ф.* Экологизация. Введение в экологическую проблематику. [Текст]: Учебное пособие. - / Н.Ф. Реймерс - М.: Изд-во РОУ, 2002.- 240с.

25. *Тарасов, В. В.* Мониторинг атмосферного воздуха. [Текст]: Учебное пособие. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2012. – 280с.

26. *Туровцев, В. Д.,* Краснов, В.С. Биоиндикация. [Текст]: Учебное пособие. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. - 260 с.

27. Химия окружающей среды: Учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» направления подготовки дипломированных специалистов «Защита окружающей среды» М.: Мир: ИНФРА-М, 2014 – 296с.

28. *Шуберт, Р.* Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем. [Текст]: Учебное пособие. - /Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1998.- 220 с.

29. *Шакуров, М. Ш.* Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. [Текст]: Учебное пособие / М.Ш. Шакуров. - СПб.: Лань, 2014. - 512 с.

30. *Шарп, С.* Основы экологии микроорганизмов. [Текст]: Учебное пособие / С. Шарп. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.

31. *Эрхард, Ж. П.;* Сежен, Ж. Планктон. Состав, экология, загрязнение; Л.: Гидрометеиздат - Москва, 2009. - 256 с.

32. Юрин, В. М. Основы ксенобиологии. [Текст]: Учеб. пособие / В.М. Юрин. - Мн.: БГУ, 2001. - 234 с.

33. Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. [Текст]: учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2013. - 188 с.

34. Якушина, Э. И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения города. [Текст]: Учебное пособие. / Э.И Якушина - М: Наука, 2013. – 316с.

Электронные ресурсы

35. Применение метода ФА выпускная квалификационная работа. Режим доступа : http://kpfu.ru/portal/docs/F314845130/Kustova.L.M._.2013.pdf
Tuesday, 18 apr.2017 09:31:15

36. Флуктуирующая асимметрия древесных и травянистых форм растений как тест-система оценки качества среды. Режим доступа: <http://infopedia.su/3x814d.html> Wensday, 20 apr.2017 19:31:00

37. Сущность метода флуктуирующей асимметрии. Режим доступа: <http://megaobuchalka.ru/4/7117.html> Wensday, 01 June 2017 14:01:00

38. Применение метода флуктуирующей асимметрии. Режим доступа: <http://biofile.ru/geo/23924.html> Wensday, 13 January 2017 14:15:02

39. Парниковый эффект. Режим доступа: <http://mirznanii.com/a/328383/parnikovyuy-effekt-prichiny-i-posledstviya>
Wensday, 16 March2017 10:00:00

40. Леспромэкспорт. Режим доступа: <http://lespromexport.ru/index.php/gorod/102-prirodno-klimaticheskie-usloviya>
Wensday, 22 March2017 15:35:25

41. Промышленность города Бийска. Режим доступа: <http://www.biysk22.ru/> Wensday, 01 June.2017 14:01:00

Приложение А

Таблица 1

Динамика негативного воздействия хозяйственной деятельности
на окружающую среду в Алтайском крае в период 2000-2015 гг.

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Забор воды из природных водных объектов для использования, млн. куб. м	636	523	465	449	442	439	440	412
Загрязнённых сброс сточных вод (без очистки и недостаточно очищенных) в поверхностные водные объекты, млн куб. м	31	35	15	12	8	8	11	16
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т: – от стационарных источников – автотранспорта от	248 250	233 169	207 225	204 228	217 215	201 226	203 233	205 233
Образовано промышленных отходов, тыс. т	333	1204	3048	2736	3119	3309	2957	н/д
Нарушено земель в связи с несельскохозяйственной деятельностью (на конец года), га	3328	3371	н/д	н/д	н/д	3509	н/д	н/д
Лесная площадь, пройденная пожарами, га	9350	1810	11755	1111	4831	94	н/д	н/д