

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Лицей №14» г. Пензы
Открытый региональный конкурс исследовательских и проектных работ
школьников «Высший пилотаж - Пенза» 2023

**Оценка состояния загрязненности среды в г. Пенза
методом биоиндикации (на примере асимметрии
листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth))**

Автор: Гапонова Анна,
11 «А» класс, МБОУ «Лицей №14» г. Пензы

Руководитель: учитель биологии
и экологии высшей категории
Бородина Ж.А.

Пенза 2023

Содержание:

Введение	3
Глава I: Анатомо-морфологическая характеристика березы бородавчатой (Betula pendula) в естественных условиях произрастания (по данным литературы).....	4
Глава II: Характеристика мест исследований и использованных методов.....	6
Глава III: Исследуемый вид березы в разных условиях произрастания.	
3.1. Результаты исследования.....	7
3.2. Выводы.....	9
Заключение	10
Литература	11
Приложения	12-15

Введение.

Известно много методов оценки состояния окружающей среды. Важное место среди таких методов занимает биоиндикация - наблюдения за поведением живых организмов или оценка их свойств. Еще античные ученые обратили внимание на связь облика растений с условиями в среде их обитания. Живший в 287 г. до н.э. в Древней Греции Теофраст написал широко известную работу "Природа растений", в которой содержится немало советов, как по характеру растительности судить о свойствах земель. Аналогичные сведения можно встретить в трудах римлян Катона и Плиния Старшего. Идею биоиндикации по растениям сформулировал еще в I в. до н.э. Колумелла: "*Рачительному хозяину подобает по листве деревьев, по травам или по уже поспевшим плодам иметь возможность здраво судить о свойствах почвы и знать, что может хорошо на ней расти*". Методы биоиндикации в наши дни не только не устарели, но находят все более новые и интересные пути развития.

Чем же так привлекательны биологические индикаторы для исследователей? Главное - реакции индикаторных живых организмов очень часто имеют общий биологический смысл и, в частности, могут быть перенесены на человека. Кроме того, такие оценки, как говорят ученые, "интегральны", то есть они учитывают весь комплекс физических и химических факторов, которые присутствуют в среде обитания.

Чтобы живой организм был хорошим биоиндикатором, у него должны проявляться достаточно выразительно ответы на изменения в окружающей среде. Одним из таких выразительных ответов оказалось нарушение симметрии в строении некоторых организмов и их частей.

Отечественные и зарубежные ученые исследовали, насколько строго соблюдают разные организмы симметричность признаков с левой и правой стороны и обнаружили, что при ухудшении состояния среды все чаще возникают сбои в точном соответствии лево- и правосторонних признаков.

Цель данной работы – оценить состояние загрязненности среды в г. Пенза методом биоиндикации на примере асимметрии листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth).

Задачи исследования:

- 1) Освоить методику по оценке стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур.
- 2) Оценить величину асимметрии листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) по ряду морфологических признаков.
- 3) Провести анатомические исследования листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth)

4) По показателю стабильности развития для березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) оценить степень отклонений в качестве природной среды от нормы.

Гипотеза исследования: величина асимметрии листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) и анатомическое их строение в разных условиях произрастания будет отличаться.

Объект исследования: состояние загрязненности среды в г. Пенза.

Предмет исследования: степень загрязненности среды в г. Пенза, выраженная через асимметрию листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) .

Актуальность данного исследования заключается в выявлении степени загрязненности среды в г. Пенза методом биоиндикации.

Глава I: Анатомо-морфологическая характеристика березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) в естественных условиях произрастания (по данным литературы).

Береза бородавчатая, или повислая (*Betula pendula* Roth) из семейства березовых (Betulaceae) образует частые насаждения и входит в состав смешанного леса (**фото 1**). Береза является важнейшей лесообразующей породой, преобладающей в 60% лиственных и хвойно-лиственных лесов. Она прекрасно приспособлена к перенесению низких температур, не страдает от весенних заморозков. Характерная особенность Б. бородавчатой – маленькие бугорки на молодых побегах. Продолжительность жизни от 40 до 120-150 лет. Встречается повислая береза в смешанных и чистых насаждениях, как лесообразующая порода в лесной зоне, в лесостепной зоне, в лесных колках (европейская часть - по всей лесной зоне, кроме севера).

Корневая система мощная, кора белая, гладкая. Листья очередные, с более или менее длинными черешками, с пильчатым или зубчатым краем (**фото 2**). Цветет береза одновременно с распусканием листьев. Пыльца разносится ветром. После опыления мужские соцветия усыхают и отваливаются, женские развиваются, увеличиваются во много раз, видоизменяются и превращаются в соплодия.

Почки у повислой березы голые, липкие, у основания расширенные, на верхушке заостренные. Древесина находит широкое применение (на разные поделки, мебель, фанеру и др.). Березовые дрова и уголь считаются лучшими. Береста используется на изготовление корзин, посуды и т. п. Березовый сок употребляется в свежем виде как питье.

Березу можно встретить во многих странах. Благодаря березе лес быстро затягивает свои раны - места пожаров, вырубок. Береза очень любит свет. Многие народы, живущие на территории России, любят и почитают березу. Основным светильником на Руси столетиями были березовые лучины. Жители Новгородской республики писали на бересте (березовой коре), и их берестяные грамоты дошли до нас целыми, пробыв под землей с XI - XV веков. В честь этого растения написано множество стихов, песен, картин и музыкальных произведений.

В нашем городе данный древесный вид достаточно широко распространен и используется для озеленения в разных городских районах.

Глава II: Характеристика мест исследований и использованных методов.

В условиях исследования береза бородавчатая изучалась на двух площадках: в центре города, на школьном дворе МБОУ «Лицей №14» (площадка 1-экспериментальная), в лесопарковой зоне на Западной Поляне в районе военного городка (площадка 2-контрольная). На экспериментальной площадке площадь питания каждого растения около 4 квадратных метров. Режим увлажнения неблагоприятный, вода стекает. Воздушное увлажнение тоже неблагоприятное. Присутствует сильное антропогенное загрязнение автотранспортом. Контрольная площадка по своим условиям отличается от экспериментальной, в первую очередь отсутствием сильного антропогенного воздействия и является более приближенной к естественным условиям обитания. На каждой площадке для исследования было взято по 5 деревьев. Деревья на площадках были примерно одного возраста (30-40 лет).

Сбор материала проводился после остановки роста листьев в течение августа-октября 2022 г.

У березы бородавчатой листья собирались из нижней части кроны равномерно вокруг дерева со всех доступных веток. Листья выбирались примерно одинаковые, среднего размера. С каждой площадки было исследовано по 200 листьев.

Для измерения лист березы кладется перед собой внутренней стороной вверх. У каждого листа измеряют по пять признаков справа и слева, как показано на *рис. 1*.

Это следующие морфологические признаки, используемые для оценки стабильности развития березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth):

1 - ширина левой и правой половинок листа. Для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Потом разгибают лист и по образовавшейся складке измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа; 2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 - расстояние между концами этих же жилок; 5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (Потапова Т.В).

Признаки 1-4 оценивают с помощью циркуля-измерителя, угол между жилками (признак 5) измеряется транспортиром. Для этого центр основания окошка транспортира совмещают с точкой ответвления второй жилки второго порядка от центральной жилки. Эта точка соответствует вершине угла. Кромку основания транспортира надо совместить с лучом, идущим из вершины угла и проходящим через точку ответвления третьей жилки второго порядка. Второй луч, образующий измеряемый угол, получают, используя линейку. Этот луч идет из вершины угла и проходит по касательной к внутренней стороне второй жилки второго порядка.

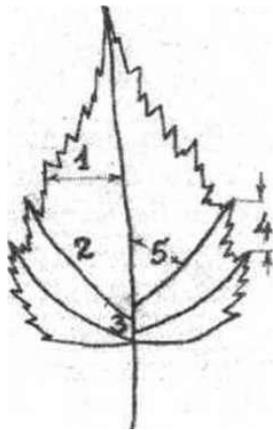


Рис. 1

Были проведены анатомические исследования срезов листьев для определения размеров кутикулы и толщины клеток верхней и нижней эпидермы, толщину палисадной и губчатой ткани.

Измерения анатомо-морфологических признаков листовой пластинки проводили с помощью микроскопа Биолам и окуляр-микрометра. Данные приведены далее в тексте.

Экспериментальная часть работы проводилась на кафедре «Биология, биологические технологии и ветеринарно-санитарная экспертиза» ПГАУ.

Глава III: Исследуемые виды березы в разных условиях произрастания.

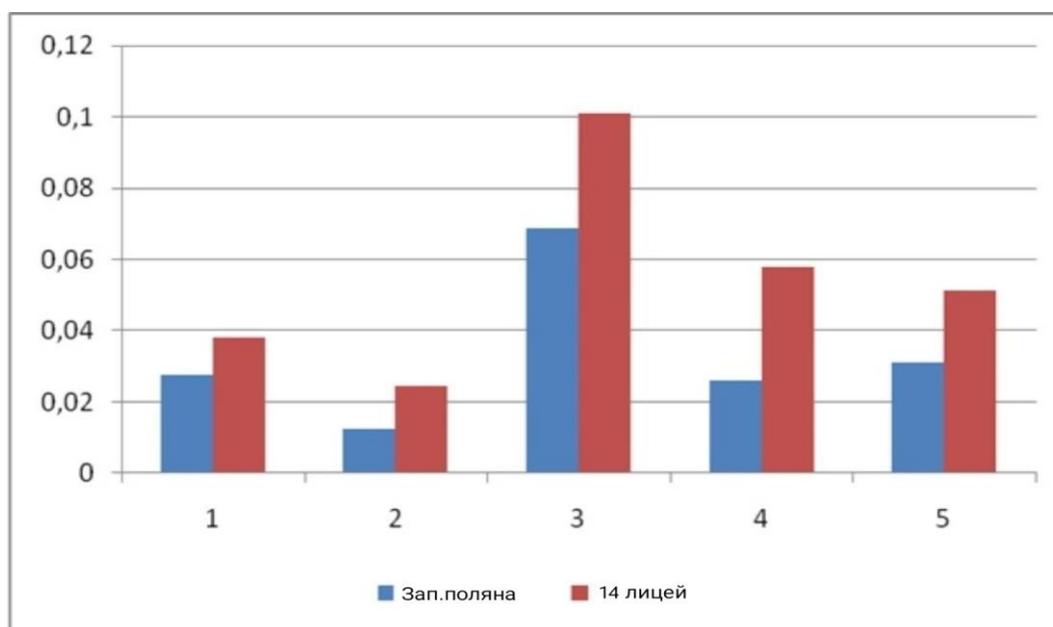
3.1. Результаты исследования.

Величину асимметрии у растений рассчитывали как отношение разницы в оценках слева и справа к сумме этих оценок. Чтобы получить интегральный показатель стабильности развития, сначала рассчитывали среднюю относительную величину асимметрии по всем признакам для каждого листа, сложив относительные величины асимметрии по каждому признаку и поделив эту сумму на число признаков. Затем рассчитали среднее арифметическое по этому показателю для всех листьев с одной площадки. Величины асимметрии по всем морфологическим показателям всех листьев с двух площадок даны в **Приложениях 1 и 2**.

Относительные величины асимметрии, как видно из **диаграммы**, имеют существенные различия.

Асимметрия листьев по всем морфологическим признакам выше на экспериментальной площадке в условиях высокой антропогенной нагрузки.

Относительная величина асимметрии по промерным признакам у листьев березы бородавчатой.



Это среднее арифметическое или относительная величина асимметрии есть показатель стабильности развития данного вида. Показатель стабильности развития переводится в баллы **Табл. 1**.

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	< 0,040
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	> 0,054

Таблица 1

Ученые разработали шкалу, которая помогает оценить степень отклонений в качестве природной среды от нормы. Баллы, полученные ранее, соответствуют определенному качеству природной среды (**Табл. 2**).

Таблица 2

Стабильность развития в баллах	Качество среды
1-й балл	Условно нормальное
2-й балл	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3-й балл	Средний уровень отклонений от нормы
4-й балл	Существенные (значительные) отклонения от нормы
5-й балл	Критическое состояние

По полученным баллам качество среды в условиях контрольной площадки (1 б) соответствует условно нормальному. Качество среды в условиях экспериментальной площадки (граница 4и 5-и баллов) соответствует существенному и критическому состоянию, что определяется высокой антропогенной нагрузкой в центре города.

Для анатомических исследований, листья, собранные в конце сезона вегетации фиксировали в 50% растворе этилового спирта, из средней части листовой пластинки делали поперечные срезы и помещали их в глицерин. В ходе исследования определяли толщину кутикулы, верхней и нижней эпидермы, толщину палисадной и губчатой ткани. Измерения анатомо-морфологических признаков листовой пластинки проводили с помощью микроскопа Биолам и окуляр-микрометра.

В ходе проведенных исследований было установлено, что у березы бородавчатой с увеличением техногенной нагрузки (в центре города район 14 лица) наблюдается тенденция к увеличению толщины кутикулы и толщины клеток нижнего эпидермиса. Так толщина кутикулы листьев берёзы увеличивается на 22,5% (1,6 мкм), ширина клеток нижней эпидермы – на 10% (30,мкм) соответственно в сравнении с листьями березы, расположенными в районе военного городка (1,4 мкм и 27,5 мкм соответственно). Данные изменения, по-видимому, способствуют повышению устойчивости березы в условиях нарастающей техногенной нагрузки.

3.2. Выводы

1. Освоена методика по оценке стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур.
2. Величина асимметрии листьев березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) в условиях экспериментальной площадки выше по всем данным морфологическим признакам .
3. Анатомические исследования листьев березы бородавчатой в условиях экспериментальной площадки имеют существенные отличия по утолщению кутикулы (на 22,5% и ширины клеток нижней эпидермы (на 10%).
4. Значительная степень отклонения в качестве природной среды от нормы на экспериментальной площадке выявлена по показателю стабильности развития для березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth).
5. Гипотеза исследования подтверждена.

Заключение.

На основе полученных результатов можно достаточно уверенно сказать, что исследуемый вид березы наиболее комфортно чувствуют себя на второй, контрольной площадке - на территории лесопарка в районе Западной Поляны. На основе сделанных выводов можно сказать об антропогенном влиянии на данный вид, о чем свидетельствуют различия в величине асимметрии по всему ряду морфологических признаков, в анатомическом строении листьев. Таким образом, адаптационный ответ *Betula pendula* Roth на воздействие атмосферного загрязнения заключается в приобретении некоторых черт ксероморфности; в частности утолщение листовой пластинки за счет увеличения высоты клеток эпидермиса и увеличения толщины кутикулы.

Подобные адаптационные изменения позволяют березе бородавчатой выживать в условиях высокой антропогенной нагрузки и сохранять ее декоративность. Все изложенное говорит о загрязненности среды в нашем городе.

Литература.

- 1) Абаимов В. Ф. Дендрология. 3-е издание. Academia, 2018.-368с.
- 2) Антонов И.С. Морозовский дендрарий. Очерк-путеводитель. Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1979. – 64 с.
- 3) Антонов И.С. С любовью к природе.- Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1984-104 с.
- 4) Васюков В.М. Растения Пензенской области. Пенза, издательство ПГУ,2004. - 181 с.
- 5) Камерилова Г.С. Экология города: урбоэкология. М.: Просвещение, 1997. – 192 с.
- 6) Красильникова, Л. А. Биохимия растений [Текст] / Л. А. Красильникова, О. А. Аксентьева, В. В. Жмурко ,. – Ростов: Феникс, 2020. - 224с.
- 7) Маврищев В. В. Экскурсии в природу. Лес: учебное пособие. Высшая школа, 2021г.-223с.
- 8) Потапова Т.В. Секрет зеленого листа. Методические рекомендации по исследованию качества природной среды.-Москва: РЭФИА, 2004.-30 с.
- 9) Солянов А.А. Флора Пензенской области, Пенза, ПГПУ,2001 - 310с.

Фото 1



Фото 2



Приложение I

Оценка стабильности развития березы бородавчатой на Западной Поляне.

Номер листа	Номер признака															Величина асимметрии листа
	1			2			3			4			5			
1	1	31	0,0322	1	49	0,020408	0	8	0	0	14	0	10	70	0,142857	0,03910
2	0	38	0	1	57	0,017544	0	6	0	1	21	0,047619	0	80	0	0,01303
3	1	35	0,0285	0	60	0	2	6	0,333333	0	18	0	5	75	0,066667	0,08571
4	2	36	0,0555	0	54	0	1	7	0,142857	1	19	0,052632	5	85	0,058824	0,06197
5	2	34	0,0588	2	54	0,037037	1	7	0,142857	0	20	0	0	80	0	0,04774
6	3	35	0,0857	1	55	0,018182	0	8	0	1	19	0,052632	5	85	0,058824	0,04307
7	0	38	0	1	57	0,017544	0	10	0	0	18	0	0	60	0	0,00350
8	1	39	0,0256	2	56	0,035714	1	5	0,2	1	19	0,052632	0	80	0	0,06279
9	0	38	0	1	61	0,016393	0	8	0	1	21	0,047619	0	60	0	0,01280
10	0	36	0	1	59	0,016949	0	8	0	0	16	0	0	80	0	0,00339
11	2	36	0,055556	1	53	0,018868	1	9	0,111111	0	18	0	5	85	0,058824	0,04887
12	0	34	0	0	56	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,04190
13	1	39	0,025641	1	63	0,015873	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0,00830
14	1	33	0,030303	2	58	0,034483	1	9	0,111111	1	19	0,052632	0	70	0	0,04570
15	0	30	0	0	50	0	0	6	0	1	13	0,076923	5	75	0,066667	0,02871
16	1	35	0,028571	0	58	0	0	8	0	1	21	0,047619	0	80	0	0,01523
17	0	36	0	0	54	0	1	7	0,142857	1	19	0,052632	0	80	0	0,03909
18	0	34	0	2	62	0,032258	1	11	0,090909	0	20	0	5	65	0,076923	0,04001
19	1	33	0,030303	0	60	0	1	7	0,142857	1	19	0,052632	0	60	0	0,04515
20	1	35	0,028571	0	54	0	0	10	0	0	18	0	0	70	0	0,00571
21	0	38	0	0	62	0	1	9	0,111111	1	19	0,052632	5	75	0,066667	0,04608
22	0	34	0	1	57	0,017544	0	8	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,01684
23	3	35	0,085714	0	58	0	1	7	0,142857	0	20	0	0	60	0	0,04571
24	1	37	0,027027	0	56	0	0	8	0	0	20	0	5	85	0,058824	0,01717
25	1	35	0,028571	1	57	0,017544	1	7	0,142857	0	18	0	5	75	0,066667	0,05112
26	1	41	0,02439	0	64	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	80	0	0,0271
27	0	36	0	1	55	0,018182	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,04554
28	0	32	0	1	57	0,017544	1	7	0,142857	1	19	0,052632	0	70	0	0,04260
29	0	36	0	0	58	0	0	10	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,01333
30	1	37	0,027027	1	61	0,016393	0	8	0	1	19	0,052632	0	70	0	0,01921
31	1	39	0,025641	0	62	0	0	10	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,01846
32	1	29	0,034483	0	50	0	1	9	0,111111	1	17	0,058824	0	80	0	0,04088
33	1	35	0,028571	0	58	0	1	9	0,052632	1	19	0,052632	0	80	0	0,03846
34	1	35	0,028571	0	52	0	0	8	0	1	19	0,052632	0	90	0	0,01624
35	1	33	0,030303	0	50	0	0	8	0	0	18	0	0	80	0	0,00606
36	0	34	0	2	52	0,038462	0	10	0	0	20	0	0	70	0	0,00769
37	0	40	0	0	60	0	0	10	0	0	20	0	0	60	0	0
38	5	35	0,142857	2	52	0,038462	2	8	0,25	3	17	0,176471	5	75	0,066667	0,13489
39	3	37	0,081081	2	62	0,032258	1	5	0,2	0	18	0	5	75	0,066667	0,07600
40	2	32	0,0625	2	56	0,035714	0	10	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,03297
41	1	37	0,027027	2	58	0,034483	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,05420
42	2	38	0,052632	2	62	0,032258	1	9	0,111111	1	19	0,052632	0	70	0	0,04972
43	0	36	0	0	56	0	2	8	0,25	0	20	0	0	80	0	0,05
44	3	41	0,073171	2	68	0,029412	0	8	0	2	22	0,090909	0	60	0	0,03869
45	0	38	0	0	60	0	1	7	0,142857	1	21	0,047619	0	70	0	0,03809
46	0	40	0	0	60	0	0	14	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,01333
47	0	30	0	0	50	0	1	11	0,090909	1	21	0,047619	5	75	0,066667	0,04103
48	3	37	0,081081	0	60	0	0	8	0	0	20	0	0	60	0	0,01621
49	1	35	0,028571	0	60	0	1	7	0,142857	1	19	0,052632	5	65	0,076923	0,06019
50	0	40	0	0	60	0	1	13	0,076923	1	19	0,052632	10	60	0,166667	0,05924
51	2	38	0,052632	0	60	0	0	10	0	0	30	0	10	80	0,125	0,03552
52	1	37	0,027027	2	58	0,034483	1	9	0,111111	0	20	0	0	60	0	0,03452
53	1	37	0,027027	0	60	0	0	6	0	0	20	0	0	70	0	0,00540
54	2	32	0,0625	5	65	0,076923	0	6	0	2	18	0,111111	5	75	0,066667	0,06344
55	0	34	0	0	60	0	0	10	0	0	20	0	0	60	0	0
56	1	35	0,028571	2	52	0,038462	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,05531
57	0	30	0	0	50	0	0	6	0	0	16	0	5	65	0,076923	0,01538
58	1	35	0,028571	0	60	0	1	9	0,111111	1	21	0,047619	5	65	0,076923	0,05284
59	1	31	0,032258	0	52	0	1	7	0,142857	0	20	0	0	80	0	0,03502
60	3	33	0,090909	5	55	0,090909	0	6	0	1	19	0,052632	0	80	0	0,04689
61	1	35	0,028571	0	54	0	0	10	0	0	20	0	0	60	0	0,00571
62	1	39	0,025641	0	60	0	0	12	0	0	20	0	0	70	0	0,00512
63	1	39	0,025641	0	58	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	80	0	0,02735
64	0	38	0	2	56	0,035714	0	8	0	0	20	0	5	85	0,058824	0,01890
65	1	39	0,025641	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,047033
66	0	36	0	0	60	0	0	10	0	0	20	0	0	60	0	0
67	1	35	0,028571	1	55	0,018182	1	11	0,090909	2	18	0,111111	0	70	0	0,049755
68	0	38	0	0	60	0	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0
69	0	40	0	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	60	0	0,022222
70	1	41	0,02439	0	60	0	0	12	0	0	20	0	0	70	0	0,004878
71	0	34	0	0	60	0	0	10	0	1	19	0,052632	0	70	0	0,010526
72	0	36	0	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	80	0	0,022222
73	2	38	0,052632	0	60	0	1	11	0,090909	0	20	0	0	70	0	0,028708
74	1	35	0,028571	0	60	0	0	10	0	0	22	0	5	65	0,076923	0,021099
75	1	39	0,025641	0	62	0	1	11	0,090909	0	20	0	0	70	0	0,02331
76	1	35	0,028571	1	57	0,017544	1	9	0,111111	1	19	0,052632	5	75	0,066667	0,055305
77	0	40	0	0	60	0	1	11	0,090909	0	20	0	0	80	0	0,018182
78	0	36	0	0	60	0	0	10	0	0	20	0	0	70	0	0
79	0	40	0	0	60	0	2	10	0,2	0	20	0	5	75	0,066667	0,053333
80	1	37	0,027027	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	70	0	0,027628
81	2	42	0,047619	2	64	0,03125	0	8	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,029108
82	0	40	0	0	60	0	1	11	0,090909	0	20	0	5	65	0,076923	0,033566
83	0	32	0	0	60	0	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0
84	0	40	0	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	70	0	0,022222
85	0	36	0	0	60	0	0	10	0	0	20	0	5	65	0,076923	0,015385
86	1	35	0,028571	1	55	0,018182	0	14	0	1	23	0,043478	5	65	0,076923	0,033431
87	1	39	0,025641	0	60	0	0	8	0	1	21	0,047619	5	75	0,066667	0,027985
88	2	38	0,052632	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	80	0	0,032749
89	1	41	0,02439	1	63	0,015873	1	9	0,111111	0	20	0	0	70	0	0,030275
90	1	37	0,027027	0	60	0	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0,005405
91	1	35	0,028571	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	0	70	0	0,034

99	0	36	0	0	62	0	1	9	0,111111	0	20	0	0	60	0	0,022222
100	1	39	0,025641	0	60	0	2	8	0,25	1	19	0,052632	0	70	0	0,065655
101	0	40	0	1	61	0,016393	1	9	0,111111	0	20	0	5	75	0,066667	0,038834
102	0	40	0	1	61	0,016393	0	10	0	1	19	0,052632	5	65	0,076923	0,02919
103	1	35	0,028571	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	5	75	0,066667	0,04127
104	2	38	0,052632	1	57	0,017544	0	10	0	0	20	0	0	80	0	0,014035
105	0	36	0	1	57	0,017544	1	11	0,090909	0	20	0	5	75	0,066667	0,035024
106	0	40	0	0	60	0	1	13	0,076923	1	21	0,047619	5	75	0,066667	0,038242
107	1	35	0,028571	1	55	0,018182	0	6	0	0	20	0	0	90	0	0,009351
108	0	38	0	3	67	0,044776	0	8	0	2	24	0,083333	0	80	0	0,025622
109	1	35	0,028571	0	56	0	0	8	0	0	23	0,043478	5	85	0,058824	0,026175
110	0	38	0	1	59	0,016949	1	9	0,111111	0	20	0	5	85	0,058824	0,037377
111	1	35	0,028571	0	54	0	1	11	0,090909	0	20	0	0	70	0	0,023896
112	1	35	0,028571	2	56	0,035714	1	11	0,090909	0	20	0	0	70	0	0,031039
113	0	40	0	0	64	0	1	13	0,076923	0	20	0	0	80	0	0,015385
114	2	38	0,052632	1	61	0,016393	1	9	0,111111	1	21	0,047619	0	70	0	0,045551
115	2	38	0,052632	0	60	0	2	10	0,2	0	20	0	5	75	0,066667	0,06386
116	1	41	0,02439	1	61	0,016393	1	5	0,2	1	19	0,052632	5	75	0,066667	0,072016
117	1	37	0,027027	0	60	0	0	8	0	1	21	0,047619	0	70	0	0,014929
118	2	36	0,055556	0	60	0	1	9	0,111111	0	20	0	5	75	0,066667	0,046667
119	1	41	0,02439	2	68	0,029412	1	7	0,142857	0	20	0	0	80	0	0,039332
120	1	39	0,025641	0	62	0	0	10	0	0	20	0	0	70	0	0,005128
121	2	42	0,047619	2	64	0,03125	0	10	0	0	20	0	0	60	0	0,015774
122	2	36	0,055556	1	59	0,016949	1	9	0,111111	1	19	0,052632	0	70	0	0,04725
123	2	38	0,052632	2	64	0,03125	0	10	0	0	20	0	5	65	0,076923	0,032161
124	0	40	0	1	61	0,016393	1	11	0,090909	1	21	0,047619	5	75	0,066667	0,044318
125	0	38	0	1	63	0,015873	0	8	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,016508
126	0	40	0	3	63	0,047619	1	9	0,111111	0	20	0	0	70	0	0,031746
127	2	38	0,052632	1	61	0,016393	1	9	0,111111	1	19	0,052632	5	75	0,066667	0,059888
128	1	35	0,028571	2	58	0,034483	0	10	0	0	20	0	0	70	0	0,012611
129	2	36	0,055556	2	58	0,034483	1	9	0,111111	1	19	0,052632	0	70	0	0,050756
130	2	36	0,055556	3	57	0,052632	2	12	0,166667	0	20	0	0	70	0	0,054971
131	1	35	0,028571	2	60	0,033333	0	10	0	7	9	0,777778	5	75	0,066667	0,18127
132	1	20	0,8	0	60	0	0	12	0	1	19	0,052632	0	70	0	0,170526
133	1	39	0,025641	2	60	0,033333	2	10	0,2	0	20	0	0	70	0	0,051795
134	0	40	0	1	69	0,014493	1	9	0,111111	0	20	0	5	65	0,076923	0,040505
135	0	40	0	1	63	0,015873	0	12	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,016508
136	2	40	0,05	1	69	0,014493	0	8	0	0	20	0	5	85	0,058824	0,024663
137	1	35	0,028571	2	56	0,035714	1	3	0,333333	2	22	0,090909	15	75	0,2	0,137705
138	3	39	0,076923	4	62	0,064516	0	6	0	1	21	0,047619	0	80	0	0,037812
139	1	35	0,028571	0	58	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	85	0,058824	0,04605
140	1	39	0,025641	1	61	0,016393	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,050312
141	0	38	0	1	61	0,016393	0	6	0	0	20	0	0	80	0	0,003279
142	2	44	0,045455	1	67	0,014925	1	7	0,142857	0	24	0	0	70	0	0,040647
143	1	35	0,028571	1	61	0,016393	0	6	0	1	19	0,052632	0	80	0	0,019519
144	1	37	0,027027	0	54	0	0	6	0	1	19	0,052632	5	85	0,058824	0,027697
145	0	40	0	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,041905
146	1	39	0,025641	0	60	0	0	6	0	0	20	0	0	90	0	0,005128
147	1	39	0,025641	0	62	0	1	7	0,142857	0	20	0	0	80	0	0,0337
148	1	37	0,027027	1	57	0,017544	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0,008914
149	0	40	0	0	60	0	0	8	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,013333
150	0	40	0	0	66	0	0	8	0	1	21	0,047619	0	70	0	0,009524
151	0	40	0	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	75	0,066667	0,041905
152	2	40	0,05	2	64	0,03125	0	6	0	0	24	0	5	75	0,066667	0,029583
153	1	41	0,02439	0	62	0	0	6	0	2	22	0,090909	5	75	0,066667	0,036393
154	0	38	0	0	60	0	1	5	0,2	1	19	0,052632	0	70	0	0,050526
155	2	34	0,058824	1	53	0,018868	1	9	0,111111	1	19	0,052632	0	90	0	0,048287
156	1	37	0,027027	0	58	0	0	6	0	0	19	0,052632	0	70	0	0,015932
157	1	39	0,025641	2	58	0,034483	1	7	0,142857	1	19	0,052632	0	90	0	0,051123
158	0	40	0	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	85	0,058824	0,040336
159	1	37	0,027027	2	58	0,034483	1	9	0,111111	0	20	0	0	70	0	0,034524
160	1	37	0,027027	0	62	0	0	8	0	0	22	0	0	80	0	0,005405
161	2	34	0,058824	0	58	0	1	7	0,142857	0	20	0	0	70	0	0,040336
162	0	38	0	0	60	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	85	0,058824	0,040336
163	1	37	0,027027	2	56	0,035714	1	7	0,142857	0	20	0	0	90	0	0,04112
164	0	40	0	0	60	0	1	7	0,142857	2	22	0,090909	0	90	0	0,046753
165	2	40	0,05	1	63	0,015873	1	7	0,142857	1	21	0,047619	5	85	0,058824	0,063035
166	1	37	0,027027	0	70	0	0	10	0	1	21	0,047619	5	65	0,076923	0,030314
167	2	38	0,052632	0	70	0	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0,010526
168	0	38	0	1	65	0,015385	1	7	0,142857	0	20	0	0	80	0	0,031648
169	0	40	0	0	60	0	1	7	0,142857	0	22	0	0	90	0	0,028571
170	1	41	0,02439	2	68	0,029412	0	6	0	0	20	0	5	75	0,066667	0,024094
171	1	35	0,028571	2	54	0,037037	1	7	0,142857	1	19	0,052632	0	70	0	0,052219
172	0	40	0	0	60	0	0	8	0	0	20	0	0	70	0	0
173	1	39	0,025641	0	60	0	0	10	0	0	20	0	0	90	0	0,005128
174	0	38	0	0	60	0	1	9	0,111111	0	22	0	5	85	0,058824	0,033987
175	1	39	0,025641	1	59	0,016949	0	6	0	1	19	0,052632	0	90	0	0,019044
176	0	34	0	0	58	0	1	7	0,142857	0	20	0	5	85	0,058824	0,040336
177	2	40	0,05	0	60	0	0	6	0	0	20	0	0	90	0	0,01
178	2	36	0,055556	2	58	0,034483	0	8	0	1	19	0,052632	5	65	0,076923	0,043919
179	0	34	0	0	56	0	0	8	0	1	19	0,052632	0	90	0	0,010526
180	2	36	0,055556	1	59	0,016949	0	6	0	1	21	0,047619	0	80	0	0,024025
181	1	41	0,02439	0	62	0	1	9	0,111111	0	18	0	0	80	0	0,0271
182	0	36	0	0	60	0	0	10	0	1	19	0,052632	5	85	0,058824	0,022291
183	1	41	0,02439	1	61	0,016393	0	4	0	0	20	0	0	90	0	0,008157
184	0	44	0	2	68	0,029412	0	6	0	2	20	0,1	5	75	0,066667	0,039216
185	2	38	0,052632	0	56	0	0	6	0	0	20	0	0	70	0	0,010526
186	1	35	0,028571	2	56	0,035714	1	7	0,142857	1	19	0,052632	5	85	0,058824	0,06372
187	0	38	0	1	59	0,016949	0	6	0	1	19	0,052632	5	75	0,066667	0,02725
188	0	40	0	2	68	0,029412	1	7	0,142857	1	19	0,052632	5	65	0,076923	

Приложение II

Оценка стабильности развития березы бородавчатой в районе лица 14.

Номер листа	Номер признака															Величина асимметрии листа	
	1			2			3			4			5				
1	1	41	0,02439	1	61	0,01639	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,295093	
2	0	36	0	6	50	0,12	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	95	0,05263	0,368121	
3	2	40	0,05	1	55	0,01818	0	10	0	1	17	0,05882	10	80	0,125	0,252006	
4	0	36	0	1	55	0,01818	1	11	0,09091	1	21	0,04762	10	70	0,14286	0,299571	
5	2	40	0,05	5	59	0,08475	1	9	0,11111	3	19	0,1579	0	80	0	0,403752	
6	1	41	0,02439	2	60	0,03333	1	9	0,11111	1	21	0,04762	10	80	0,125	0,341451	
7	1	39	0,02564	1	55	0,01818	1	9	0,11111	1	21	0,04762	0	80	0	0,202552	
8	1	35	0,02857	3	63	0,04762	1	11	0,09091	2	24	0,08333	0	80	0	0,250431	
9	1	39	0,02564	1	57	0,01754	0	10	0	1	15	0,06667	0	70	0	0,109847	
10	0	38	0	1	61	0,01639	0	8	0	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,130677	
11	1	37	0,02703	1	59	0,01695	1	7	0,14286	1	21	0,04762	10	70	0,14286	0,377313	
12	2	42	0,04762	3	67	0,04478	1	9	0,11111	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,361084	
13	2	44	0,04546	1	69	0,01449	0	10	0	2	24	0,08333	0	70	0	0,143278	
14	2	36	0,05556	1	55	0,01818	0	10	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,193041	
15	1	41	0,02439	3	63	0,04762	1	11	0,09091	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,277206	
16	1	39	0,02564	1	59	0,01695	0	8	0	1	21	0,04762	0	80	0	0,09021	
17	3	41	0,07317	2	58	0,03448	1	9	0,11111	1	21	0,04762	10	90	0,11111	0,377491	
18	2	38	0,05263	1	59	0,01695	0	10	0	3	21	0,14286	10	80	0,125	0,33744	
19	1	35	0,02857	1	51	0,01961	1	7	0,14286	1	17	0,05882	5	85	0,05882	0,308684	
20	3	39	0,07692	2	60	0,03333	1	7	0,14286	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,410689	
21	2	38	0,05263	1	51	0,01961	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	85	0,05882	0,300999	
22	1	31	0,03226	1	55	0,01818	1	5	0,2	0	20	0	5	85	0,05882	0,309264	
23	2	36	0,05556	1	59	0,01695	0	6	0	3	21	0,14286	5	75	0,06667	0,282029	
24	0	36	0	2	58	0,03448	0	8	0	2	20	0,1	0	80	0	0,134483	
25	1	35	0,02857	2	56	0,03571	2	8	0,25	1	17	0,05882	5	85	0,05882	0,431933	
26	1	35	0,02857	1	55	0,01818	2	10	0,2	0	18	0	10	90	0,11111	0,357864	
27	1	41	0,02439	1	57	0,01754	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,272344	
28	2	40	0,05	1	61	0,01639	1	11	0,09091	2	24	0,08333	5	65	0,07692	0,317558	
29	0	34	0	1	55	0,01818	1	9	0,11111	2	16	0,125	5	75	0,06667	0,32096	
30	1	35	0,02857	0	56	0	1	9	0,11111	1	19	0,05263	0	70	0	0,192314	
31	1	37	0,02703	0	58	0	2	10	0,2	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,346326	
32	1	37	0,02703	1	53	0,01887	0	10	0	1	15	0,06667	5	75	0,06667	0,179229	
33	2	36	0,05556	2	56	0,03571	1	7	0,14286	2	16	0,125	5	75	0,06667	0,425794	
34	2	32	0,0625	3	53	0,0566	1	9	0,11111	0	14	0	5	75	0,06667	0,296882	
35	1	33	0,0303	1	59	0,01695	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,277662	
36	1	41	0,02439	1	61	0,01639	0	8	0	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,155069	
37	1	43	0,02326	2	62	0,03226	1	9	0,11111	0	20	0	0	80	0	0,166625	
38	2	38	0,05263	1	55	0,01818	2	10	0,2	1	19	0,05263	10	80	0,125	0,448446	
39	2	40	0,05	0	60	0	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,286602	
40	1	35	0,02857	3	53	0,0566	0	10	0	1	15	0,06667	0	70	0	0,151842	
41	1	39	0,02564	1	61	0,01639	0	6	0	0	20	0	5	85	0,05882	0,100858	
42	1	37	0,02703	1	61	0,01639	1	13	0,07692	1	19	0,05263	0	70	0	0,172975	
43	1	39	0,02564	0	60	0	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,298053	
44	1	39	0,02564	2	60	0,03333	1	9	0,11111	2	20	0,1	10	80	0,125	0,395085	
45	0	36	0	0	3	57	0,05263	1	11	0,09091	3	19	0,1579	0	80	0	0,301436
46	1	37	0,02703	2	58	0,03448	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,315823	
47	2	38	0,05263	1	55	0,01818	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,293381	
48	1	39	0,02564	0	60	0	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,262243	
49	1	41	0,02439	1	61	0,01639	1	9	0,11111	0	20	0	0	80	0	0,151894	
50	1	35	0,02857	0	54	0	0	10	0	0	16	0	5	75	0,06667	0,095238	
51	1	39	0,02564	1	57	0,01754	0	8	0	1	15	0,06667	0	80	0	0,109852	
52	2	38	0,05263	0	58	0	0	10	0	1	19	0,05263	0	80	0	0,105264	
53	0	36	0	2	56	0,03571	1	9	0,11111	2	18	0,11111	10	80	0,125	0,382936	
54	1	37	0,02703	3	57	0,05263	1	9	0,11111	0	20	0	5	85	0,05882	0,249594	
55	2	38	0,05263	3	59	0,05085	1	9	0,11111	1	19	0,05263	0	80	0	0,267222	
56	0	40	0	2	58	0,03448	1	9	0,11111	1	17	0,05882	0	80	0	0,204418	
57	1	39	0,02564	2	66	0,0303	1	11	0,09091	1	21	0,04762	0	70	0	0,194472	
58	1	35	0,02857	0	54	0	0	10	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,14787	
59	2	32	0,0625	2	52	0,03846	0	8	0	3	21	0,14286	5	85	0,05882	0,302643	
60	2	40	0,05	3	63	0,04762	1	9	0,11111	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,323016	
61	2	36	0,05556	1	55	0,01818	0	10	0	1	17	0,05882	0	70	0	0,132562	
62	1	41	0,02439	1	59	0,01695	1	11	0,09091	2	20	0,1	5	85	0,05882	0,291072	
63	1	45	0,02222	1	63	0,01587	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,295238	
64	1	41	0,02439	1	59	0,01695	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,295652	
65	2	36	0,05556	0	58	0	1	7	0,14286	1	17	0,05882	0	90	0	0,257237	
66	1	39	0,02564	1	59	0,01695	1	9	0,11111	2	18	0,11111	5	75	0,06667	0,331479	
67	2	38	0,05263	1	59	0,01695	0	10	0	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,181037	
68	1	35	0,02857	1	51	0,01961	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,284781	
69	1	39	0,02564	1	59	0,01695	0	8	0	1	19	0,05263	0	80	0	0,095222	
70	2	40	0,05	2	58	0,03448	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,338796	
71	1	35	0,02857	1	51	0,01961	1	9	0,11111	1	17	0,05882	0	70	0	0,218114	
72	1	33	0,0303	0	50	0	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,266905	
73	2	36	0,05556	1	57	0,01754	0	10	0	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,198591	
74	1	39	0,02564	0	60	0	1	9	0,11111	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,251038	
75	0	40	0	1	59	0,01695	1	9	0,11111	1	17	0,05882	0	70	0	0,186884	
76	1	41	0,02439	1	61	0,01639	1	9	0,11111	2	20	0,1	5	85	0,05882	0,310718	
77	2	36	0,05556	1	55	0,01818	1	11	0,09091	0	20	0	5	65	0,07692	0,24157	
78	1	37	0,02703	1	59	0,01695	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,274386	
79	1	33	0,0303	1	53	0,01887	1	9	0,11111	1	21	0,04762	5	65	0,07692	0,284824	
80	2	38	0,05263	1	51	0,01961	2	8	0,25	2	18	0,11111	5	65	0,07692	0,510274	
81	1	39	0,02564	2	62	0,03226	2	10	0,2	2	16	0,11111	0	70	0	0,36901	
82	1	39	0,02564	4	62	0,06452	1	11	0,09091	2	22	0,09091	5	65	0,07692	0,348898	
83	2	40	0,05	2	58	0,03448	1	9	0,11111	4	16	0,25	10	70	0,14286	0,588451	

84	1	39	0,02564	1	65	0,01539	1	9	0,11111	1	19	0,05263	0	70	0	0,204769	
85	1	37	0,02703	1	59	0,01695	1	13	0,07692	1	17	0,05882	0	70	0	0,179723	
86	2	36	0,05556	1	63	0,01587	1	11	0,09091	1	17	0,05882	5	65	0,07692	0,298085	
87	1	37	0,02703	2	58	0,03448	1	15	0,06667	1	19	0,05263	0	70	0	0,180809	
88	1	35	0,02857	1	63	0,01587	1	11	0,09091	1	21	0,04762	0	60	0	0,182972	
89	2	38	0,05263	3	63	0,04762	0	10	0	2	22	0,09091	0	70	0	0,191116	
90	2	34	0,05882	1	63	0,01587	1	7	0,14286	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,37513	
91	3	37	0,08108	1	59	0,01695	1	11	0,09091	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,318494	
92	1	39	0,02564	1	63	0,01587	3	9	0,33333	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,504402	
93	2	36	0,05556	1	61	0,01639	1	9	0,11111	1	23	0,04348	5	65	0,07692	0,303461	
94	1	37	0,02703	1	65	0,01539	1	7	0,14286	1	19	0,05263	0	70	0	0,237901	
95	0	38	0	1	63	0,01587	1	7	0,14286	2	20	0,1	0	70	0	0,25873	
96	1	37	0,02703	1	61	0,01639	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,284086	
97	0	32	0	6	60	0,1	1	9	0,11111	2	16	0,125	5	65	0,07692	0,413034	
98	1	37	0,02703	1	61	0,01639	1	7	0,14286	0	20	0	5	75	0,06667	0,252944	
99	3	37	0,08108	2	60	0,03333	1	7	0,14286	0	18	0	0	70	0	0,257271	
100	3	37	0,08108	3	59	0,05085	1	9	0,11111	0	20	0	5	75	0,06667	0,309706	
101	1	33	0,0303	2	62	0,03226	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,324717	
102	0	36	0	0	58	0	0	10	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,119299	
103	1	35	0,02857	3	57	0,05263	1	11	0,09091	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,301667	
104	1	35	0,02857	2	58	0,03448	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,320197	
105	2	44	0,04546	2	62	0,03226	1	13	0,07692	1	19	0,05263	0	70	0	0,207268	
106	1	37	0,02703	0	64	0	1	9	0,11111	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,252424	
107	1	33	0,0303	0	60	0	0	10	0	0	18	0	0	60	0	0,030303	
108	5	43	0,11628	2	68	0,02941	0	10	0	1	21	0,04762	0	60	0	0,19331	
109	1	39	0,02564	3	67	0,04478	2	8	0,25	1	19	0,05263	0	70	0	0,373049	
110	5	41	0,12195	2	62	0,03226	2	12	0,16667	1	19	0,05263	0	60	0	0,373508	
111	2	40	0,05	2	66	0,0303	0	8	0	1	19	0,05263	0	70	0	0,132935	
112	1	33	0,0303	2	58	0,03448	2	10	0,2	1	17	0,05882	5	85	0,05882	0,382434	
113	2	36	0,05556	1	61	0,01639	0	8	0	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,229525	
114	2	34	0,05882	6	55	0,10909	1	9	0,11111	1	17	0,05882	0	70	0	0,33785	
115	1	37	0,02703	1	68	0,01471	1	11	0,09091	2	22	0,09091	5	65	0,07692	0,300474	
116	3	35	0,08571	1	65	0,01539	0	10	0	0	20	0	0	80	0	0,101099	
117	0	40	0	5	70	0,07143	1	11	0,09091	1	19	0,05263	0	70	0	0,21497	
118	0	34	0	2	60	0,03333	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,295489	
119	1	35	0,02857	1	62	0,01613	1	5	0,2	2	18	0,11111	5	85	0,05882	0,414635	
120	2	38	0,05263	3	64	0,04688	4	14	0,28571	0	18	0	5	65	0,07692	0,462144	
121	0	36	0	1	61	0,01639	0	6	0	1	15	0,06667	5	75	0,06667	0,149727	
122	0	34	0	1	63	0,01587	3	13	0,23077	1	17	0,05882	0	60	0	0,305466	
123	1	33	0,0303	1	60	0,01667	1	5	0,2	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,358426	
124	1	33	0,0303	3	63	0,04762	0	6	0	0	20	0	5	85	0,05882	0,136746	
125	1	31	0,03226	1	67	0,01493	1	5	0,2	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,376738	
126	2	36	0,05556	1	66	0,01515	1	11	0,09091	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,291172	
127	1	37	0,02703	3	66	0,04546	0	10	0	1	19	0,05263	0	70	0	0,125114	
128	2	40	0,05	1	65	0,01539	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,322528	
129	1	37	0,02703	2	66	0,0303	2	8	0,25	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,421616	
130	1	39	0,02564	1	72	0,01389	1	13	0,07692	1	17	0,05882	5	65	0,07692	0,2522	
131	1	35	0,02857	1	61	0,01639	1	7	0,14286	0	16	0	5	65	0,07692	0,264744	
132	0	36	0	2	66	0,0303	1	7	0,14286	1	17	0,05882	5	65	0,07692	0,308907	
133	1	37	0,02703	1	68	0,01471	1	7	0,14286	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,342166	
134	2	38	0,05263	1	70	0,01429	1	11	0,09091	0	20	0	0	70	0	0,157827	
135	4	38	0,10526	1	67	0,01493	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,377331	
136	3	39	0,07692	2	68	0,02941	0	6	0	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,23589	
137	3	37	0,08108	2	70	0,02857	2	8	0,25	1	23	0,04348	0	90	0	0,40313	
138	1	39	0,02564	1	70	0,01429	2	10	0,2	2	18	0,11111	0	60	0	0,351038	
139	0	40	0	1	70	0,01429	1	11	0,09091	1	19	0,05263	0	60	0	0,157827	
140	1	33	0,0303	1	71	0,01409	1	7	0,14286	1	21	0,04762	10	70	0,14286	0,377721	
141	1	41	0,02439	1	69	0,01449	1	7	0,14286	1	21	0,04762	0	70	0	0,229359	
142	1	37	0,02703	0	60	0	0	8	0	1	17	0,05882	5	75	0,06667	0,152518	
143	3	35	0,08571	0	70	0	0	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,342857
144	1	33	0,0303	1	61	0,01639	0	8	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,165995	
145	1	35	0,02857	2	66	0,0303	2	10	0,2	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,388429	
146	4	36	0,11111	3	68	0,04412	1	7	0,14286	1	19	0,05263	0	60	0	0,350718	
147	1	35	0,02857	1	48	0,02083	0	10	0	1	19	0,05263	0	80	0	0,102036	
148	3	39	0,07692	1	59	0,01695	0	10	0	1	15	0,06667	5	65	0,07692	0,237462	
149	1	37	0,02703	2	62	0,03226	1	9	0,11111	0	18	0	5	65	0,07692	0,247319	
150	3	35	0,08571	1	58	0,01724	1	9	0,11111	1	21	0,04762	5	85	0,05882	0,320509	
151	2	36	0,05556	0	58	0	1	9	0,11111	2	22	0,09091	0	90	0	0,257576	
152	3	35	0,08571	3	57	0,05263	0	10	0	1	21	0,04762	0	80	0	0,185965	
153	1	37	0,02703	1	62	0,01613	1	7	0,14286	1	19	0,05263	10	70	0,14286	0,381502	
154	2	34	0,05882	1	62	0,01613	1	9	0,11111	2	20	0,1	5	75	0,06667	0,352731	
155	2	38	0,05263	0	65	0	1	11	0,09091	1	19	0,05263	10	70	0,14286	0,33903	
156	1	37	0,02703	2	64	0,03125	1	5	0,2	1	21	0,04762	5	85	0,05882	0,36472	
157	2	40	0,05	3	61	0,04918	1	13	0,07692	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,333679	
158	1	35	0,02857	2	61	0,03279	1	5	0,2	0	18	0	5	85	0,05882	0,320182	
159	2	38	0,05263	1	66	0,01515	0	4	0	0	20	0	5	85	0,05882	0,126608	
160	3	39	0,07692	0	61	0	0	10	0	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,191209	
161	5	35	0,14286	1	61	0,01639	1	11	0,09091	3	21	0,14286	0	60	0	0,393016	
162	1	31	0,03226	0	67	0	2	8	0,25	1	21	0,04762	10	70	0,14286	0,472734	
163	1	35	0,02857	1	61	0,01639	0	10	0	1	19	0,05263	0	60	0	0,097596	
164	3	37	0,08108	0	64	0	1	7	0,14286	1	21	0,04762	5	75	0,06667	0,338224	
165	1	33	0,0303	2	62	0,03226	1	11	0,09091	0	18	0	0	60	0	0,15347	
166	2	38	0,05263	3	65	0,04615	1	7	0,14286	1	19	0,05263	0	70	0	0,294275	
167	1	35	0,02857	3	57	0,05263	1	9	0,11111	0	20	0	5	95	0,05263	0,244946	
168	3	35	0,08571	2	62	0,03226	1	11	0,09091	2	22	0,09091	5	75	0,06667	0,366457	
169	2	36	0,05556	2	68	0,02941	1	5	0,2	0	18	0	0	70	0	0,284968	
170	0	36	0														

175	1	33	0,0303	1	57	0,01754	1	9	0,11111	2	22	0,09091	0	70	0	0,249867
176	1	35	0,02857	1	50	0,02	1	11	0,09091	1	19	0,05263	0	80	0	0,192112
177	1	35	0,02857	0	61	0	1	9	0,11111	2	16	0,125	5	65	0,07692	0,341605
178	2	42	0,04762	1	71	0,01409	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,32386
179	2	32	0,0625	1	51	0,01961	1	7	0,14286	2	20	0,1	5	85	0,05882	0,383789
180	1	37	0,02703	1	57	0,01754	1	9	0,11111	1	19	0,05263	0	70	0	0,208314
181	2	34	0,05882	1	62	0,01613	0	8	0	0	20	0	5	75	0,06667	0,14162
182	2	44	0,04546	2	64	0,03125	1	11	0,09091	1	21	0,04762	0	80	0	0,215233
183	1	43	0,02326	1	62	0,01613	2	10	0,2	0	20	0	0	90	0	0,239385
184	1	37	0,02703	0	56	0	0	8	0	0	20	0	5	85	0,05882	0,085851
185	0	30	0	1	51	0,01961	1	5	0,2	2	14	0,14286	5	75	0,06667	0,429132
186	1	35	0,02857	0	57	0	0	8	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,14787
187	2	42	0,04762	1	63	0,01587	1	11	0,09091	2	22	0,09091	5	85	0,05882	0,304134
188	1	37	0,02703	1	59	0,01695	1	11	0,09091	0	20	0	5	75	0,06667	0,201552
189	1	41	0,02439	1	64	0,01563	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,294328
190	1	33	0,0303	1	52	0,01923	0	8	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,168833
191	0	34	0	1	53	0,01887	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	65	0,07692	0,29128
192	0	40	0	1	56	0,01786	1	9	0,11111	0	20	0	5	85	0,05882	0,187792
193	2	36	0,05556	2	54	0,03704	1	7	0,14286	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,346906
194	4	32	0,125	4	48	0,08333	0	12	0	1	19	0,05263	5	75	0,06667	0,327632
195	1	31	0,03226	2	55	0,03636	1	5	0,2	2	16	0,125	5	75	0,06667	0,460289
196	1	33	0,0303	1	50	0,02	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,27287
197	0	30	0	1	57	0,01754	1	9	0,11111	1	17	0,05882	5	65	0,07692	0,264402
198	2	36	0,05556	1	59	0,01695	1	9	0,11111	1	19	0,05263	5	85	0,05882	0,295072
199	1	41	0,02439	2	66	0,0303	0	8	0	1	23	0,04348	0	80	0	0,098171
200	2	42	0,04762	1	70	0,01429	1	7	0,14286	1	21	0,04762	10	70	0,14286	0,395238

Величина асимметрии в выборке

0,054527

Рецензия

на научно-исследовательскую работу Гапоновой Анны, учащейся 11 «А» класса
МБОУ «Лицей №14» г. Пензы на тему: «Оценка состояния загрязненности среды в
г. Пенза методом биоиндикации (на примере асимметрии листьев березы
бородавчатой (*Betula pendula* Roth))

Антропогенное загрязнение окружающей среды и атмосферы, в частности, в последние десятилетия-это одна из серьезнейших экологических проблем человечества. Хотя антропогенное загрязнение среды играло важную роль во время всего периода индустриализации, но его значение и негативная роль возросла особенно в связи с интенсивной урбанизацией. Последнее столетие на Земле характеризуется высоким ростом численности населения. Этот рост происходит за счет роста доли городского населения, ибо в городах проживают наибольшее число жителей Земли.

Учащейся 11 «А» класса, Гапоновой Анной, проделана большая работа в данном направлении. Она изучила зависимость ассиметрии листьев березы бородавчатой от степени загрязнения окружающей среды.

Важна практическая значимость данного исследования. Оно может использоваться в рамках научного образования и на уроках экологии в разделе «Загрязнение окружающей среды». Сведения о методе биоиндикации и его роли в выявлении загрязнений окружающей среды помогут детям и подросткам лучше ориентироваться в окружающей среде и современных экологических проблемах.

Работа четко структурирована: поставленная цель соответствует теме исследования; определены задачи и методы исследования. Изложение материала логично. Содержание материала, представленное в работе, соответствует понятию «исследование», т.к. содержит большой объем собранного и переработанного материала с использованием различных методик.

Выводы, полученные в результате данного исследования, соответствуют поставленной цели.

В своей работе учащаяся показала возможность и важность изучения и работы в данном направлении на благо сохранения окружающей среды.

Учитель биологии высшей категории,
Почетный работник общего образования
МБОУ «Лицей №14»



Ж.А. Бородина