

Во-вторых, наиболее благоприятное состояние (яркий зеленый цвет, значения показателя NDVI от 0,5 до 0,8) растительного покрова наблюдается в массивах мелколиственных участков, а также на луговинах по опушкам и понижениям. Участок интенсивного зеленого цвета в границах инженерного сооружения на юге территории может свидетельствовать о поддержании здесь вне запечатанных площадей газонной, возможно поливаемой растительности.

В-третьих, даже в пределах лесных участков и кустарников наблюдается изменение индекса в широких пределах. Причиной тому являются:

– наличие мертвых и угнетенных участков древесной растительности. Такие «пятна» требуют особого внимания лесников и принятия решений по проведению лесоустроительных мероприятий.

– снижение фотосинтетической активности на участках наиболее высокого древостоя в связи с влиянием очень высокой дневной температуры в краткосрочной ретроспективе. Листья деревьев на таких участках либо подвядают, либо включают адаптационные механизмы, позволяющие избежать «ожогов» и высыхания. Кроме того, на снижение индекса косвенно влияет рельеф – на высоких относительно окружающих участков поверхностях в условиях высоких температур наблюдается недостаток влаги, что, в свою очередь, также снижает активность процессов фотосинтеза.

**Заключение.** Анализ NDVI демонстрирует высокий уровень деградации растительного покрова, выделены участки мертвой древесной растительности в мелколиственных массивах. Кроме того, выявлена неоднородность фотосинтетической активности растительного покрова и определены основные естественные факторы его определяющие – микроклиматические условия, высота древостоя и рельеф.

1. Потапов, В.П. Использование данных дистанционного зондирования земли для оценки антропогенного воздействия на водные объекты / В.П. Потапов, О.Л. Гиниятуллина, Н.А. Андреева // ГИАБ. – 2013. – №6. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-otsenki-antropogenного-vozdeystviya-na-vodnyie-obekty-465>. – Дата доступа: 02.08.2022.

2. Multispectral P4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dji.com/p4-multispectral>. – Дата доступа: 05.07.2022.

3. Торбенко, А. Б. Использование индекса NDVI в сельском хозяйстве севера Беларуси / А. Б. Торбенко, А. В. Казак // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 73-й Регион. науч.-практ. конф. преподавателей, науч. сотрудников и аспирантов, Витебск, 11 марта 2021 г. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. – С. 124-125. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/26905>. – Дата доступа: 08.09.2022.

## БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТА «ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТА»

**Буко А.С.,**

*магистрант 1 года обучения ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Литвенкова И.А., канд. биол. наук, доцент*

Ключевые слова. Биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, береза повислая, городская среда.

Keywords. Bioindication, fluctuating asymmetry, drooping birch, urban environment.

Селитебные территории, как правило, подвергаются одновременному воздействию многих факторов внешней среды. Применение методов биоиндикации позволяет оценить суммарное негативное воздействие на организм и экосистему. Флуктуирующая асимметрия является довольно чутким индикатором качества среды для существования животных и растений: в оптимальных и близких к ним условиях ее величина минимальна, но возрастает при любых природных или антропогенных воздействиях, вызывающих стресс [3]. Кроме того, нельзя не учесть такое преимущество этого метода, как быстрота получения исследуемых материалов, простота расчета значения индекса стабильности развития исследуемого объекта, по которому осуществляется оценка состояния окружающей среды. Выбор березы повислой (*Bétula péndula*) в качестве биоиндикатора обусловлен

тем, что она характеризуется высокой экологической пластичностью, интенсивным ростом и долговечностью, а также обладает высокими пыле- и газоулавливающими свойствами. Кроме того, следует отметить, что оценка качества среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой не требует больших финансовых затрат [2].

Цель работы – провести оценку качества среды по показателю флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в отдельных районах г. Витебска.

**Материал и методы.** Сбор материала и расчет показателя флуктуирующей асимметрии были проведены согласно методике В.М. Захарова [1]. С каждого листа были сняты показатели по пяти промерам с обеих сторон листа: ширина половинки листа, длина второй от основания листа жилки второго порядка, расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка, расстояние между концами этих жилок, угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Исследования проводились в г. Витебске на проспекте Черняховского, улице Калинина (Парк Победителей), площади Свободы и улице Гагарина вблизи автомобильной дороги. В каждой точке было обследовано по 5 деревьев. С каждого дерева было собрано по 10 листьев. В сумме обследовано 20 деревьев, собрано 200 листьев и совершено 1000 измерений. Для оценки общего состояния городской среды рассчитывали коэффициент флуктуирующей асимметрии. Статистическая обработка данных проводилась с использованием «Пакета анализа» в программе Microsoft Excel. Использован метод корреляции для оценки связи между параметрами правой и левой половиной листа.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования провели корреляционный анализ исследуемых пяти признаков листовой пластины березы повислой. Все значения коэффициента корреляции оказались положительными и колебались от 0,37 до 0,94. Это означает, что вслед за увеличением показателей на одной стороне листа увеличивались показатели и на другой стороне листа. В итоге были получены следующие результаты коэффициента корреляции:

- На проспекте Черняховского первый признак (ширина половинки листа) имеет значение 0,85; второй (длина второй от основания листа жилки второго порядка) – 0,91; третий (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) – 0,37; четвертый (расстояние между концами этих жилок) – 0,81; пятый (угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка) – 0,87.

- На улице Калинина (Парк Победителей) наблюдаются следующие корреляционные показатели соответственно: по первому признаку – 0,52, по второму – 0,79, по третьему – 0,73, по четвертому – 0,45 и по пятому – 0,93.

- На площади Свободы для первого и третьего признаков характерно значение – 0,86, для второго 0,94, для четвертого и пятого 0,63 и 0,83, соответственно.

- На улице Гагарина наблюдаются следующие коэффициенты корреляции: 0,81, 0,94, 0,84, 0,78, 0,92 для первого, второго, третьего, четвертого и пятого признаков, соответственно.

Таким образом, степень взаимосвязи между правой и левой сторонами листа на первой и второй исследуемых точках находится в диапазоне от умеренной до очень высокой; на третьей – от значительной до очень высокой; на четвертой – от высокой до очень высокой.

В результате расчета коэффициента флуктуирующей асимметрии (ФА) получены следующие результаты: на проспекте Черняховского величина ФА равна 0,051, на улице Калинина (Парк Победителей) – 0,048, на площади Свободы – 0,044, на улице Гагарина – 0,05. Таким образом, наибольшее значение флуктуирующей асимметрии характерно для листьев, собранных на проспекте Черняховского и улицы Гагарина. Состояние среды в данных местах исследования характеризуется как загрязненное и соответствует 4 баллам по шкале оценки отклонений флуктуирующей асимметрии. Аналогичное состояние среды характерно и для улицы Калинина (Парк Победителей), но здесь рассчитываемый коэффициент имеет меньший диапазон значений, который соответствует 3 баллам. Наименьший уровень флуктуирующей асимметрии обнаружен у листьев, собранных на площади Свободы, где состояние среды можно оценить в 2 балла, соответственно, для данного места исследо-

вания характерно слабое влияние неблагоприятных факторов. Изменение показателя флуктуирующей асимметрии на исследуемых улицах отражено на рисунке.

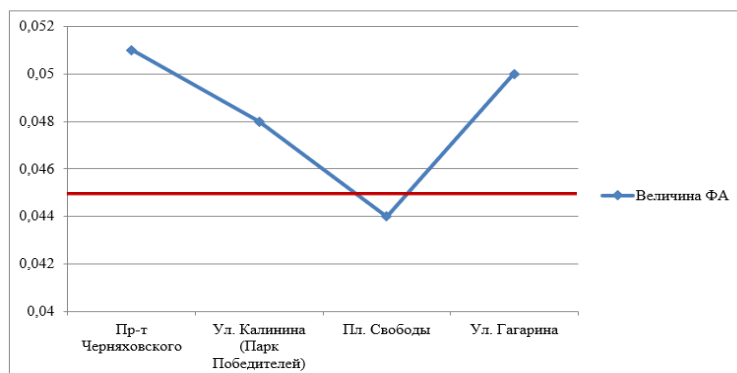


Рисунок – Изменение среднего балла величины ФА

Примечание — 0,045 – показатель флуктуирующей асимметрии, выше которого окружающая среда характеризуется как загрязненная

На основании полученных результатов можно оценить состояние среды города Витебска на выбранных участках. Найдя среднее арифметическое величин флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в отдельно исследуемых районах, мы видим, что средний показатель равен  $0,048 \pm 0,0051$ . Согласно шкале оценки отклонений по величине показателя флуктуирующей асимметрии данное значение лежит в диапазоне 0,045 – до 0,049 (3 балла). Это указывает на то, что исследуемые территории г. Витебска относятся к категории «загрязненных районов».

**Заключение.** Средний показатель флуктуирующей асимметрии листа березы повислой составил  $0,048 \pm 0,0051$ , что ориентировочно характеризует выбранные участки города Витебск как загрязненные. Поскольку исследования проводились вблизи автомобильных дорог, можно предположить, что данный результат обоснован преимущественно большим количеством выбросов от автомобильного транспорта. Хотя не стоит забывать о том, что биоиндикация позволяет оценить состояние среды при воздействии на нее не одного, а целого комплекса неблагоприятных факторов. Степень корреляции между правой и левой сторонами листа варьирует от умеренной до очень высокой (0,37-0,94).

1. Захаров, В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов. – М : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

2. Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин. – М.: Наука, 2005. – 190 с.

3. Литвенкова, И.А. Флуктуирующая асимметрия как показатель стабильности развития популяции / И.А. Литвенкова // Фундаментальные и прикладные проблемы стресса: мат. II Междунар. науч.-практ. конф. Витебск, 21 апр. 2011 г. – Витебск, 2011. – С. 192–194. – Режим доступа: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/14383>. – Дата доступа: 02.09.2022.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ ЭПИЛИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ «ПАРКА ВАЛУНОВ» г. БРЕСТА

**Вабищевич М.М.,**

*студент 4 курса УО «БрГУ имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Шкуратова Н.В., канд. биол. наук, доцент*

Ключевые слова. Лишайники, валуны, парк, Брест.

Keywords. Lichens, boulders, park, Brest.

Благодаря инициативе преподавателей и студентов факультета естествознания БрГУ им. А.С. Пушкина и поддержке Брестского горисполкома в 2022 г. на территории Городского парка г. Бреста был создан «Парк валунов», который представляет собой экспозицию ледниковых валунов, являющихся неотъемлемой частью природы Брестской области.