



**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЭП ПО ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ  
БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.) НА  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF POWER LINES ON THE  
FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE HANGING BIRCH (*BETULA  
PENDULA* ROTH.) ON THE ENVIRONMENT**

**Стрельцов Алексей Борисович**, доктор биологических наук, профессор кафедры Биологии и экологии, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

**Наумова Александра Александровна**, аспирантка 3-го курса, направление Экология, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

**Гончарова Татьяна Александровна**, аспирантка 3-го курса, направление Экология, Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского, г. Калуга

**Streltsov Alexey Borisovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biology and Ecology, Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky, Kaluga, biomona@mail.ru

**Naumova Alexandra Alexandrovna**, 3rd year postgraduate student, Ecology, Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky, Kaluga, aleksandra\_al.10@mail.ru

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»  
**Goncharova Tatiana Aleksandrovna**, 3rd year postgraduate student, Ecology,  
Kaluga State University named after K. E. Tsiolkovsky, Kaluga,  
tnay2812@mail.ru

#### **Аннотация**

В настоящее время экологический кризис стал проблемой всего человечества. Большинство стран мира работают над тем, как эффективно можно улучшить экологию окружающей среды. Качество среды зависит от многих факторов. В статье мы рассмотрим влияние линий электропередач на окружающую среду и живые организмы, обитающие в ней, находящиеся вблизи них. На основании проведенных исследований, мы выяснили, что чем ближе находятся объекты исследования к ЛЭП, тем больше они оказывают отрицательное на них влияние. Уже на расстоянии 100 и более метров резко снижается напряженность электромагнитного поля, в связи с этим уменьшается его влияние на окружающую среду и живые организмы. Объектом исследования является листовая пластинка березы повислой (*Betula pendula* Roth.).

#### **Annotation**

Currently, the ecological crisis has become a problem of all mankind. Most countries of the world are working on how to effectively improve the ecology of the environment. The quality of the environment depends on many factors. In the article we will consider the impact of power lines on the environment and the living organisms living in it, located near them. Based on the conducted research, we found out that the closer the objects of research are to the power lines, the more they have a negative impact on them. Already at a distance of 100 meters or more, the intensity of the electromagnetic field decreases sharply, and therefore its impact on the environment and living organisms decreases. The object of the study is a leaf blade of a hanging birch (*Betula pendula* Roth.).

**Ключевые слова:** окружающая среда, линии электропередач, флуктуирующая асимметрия, электромагнитное поле.

**Keywords:** environment, power lines, fluctuating asymmetry, electromagnetic field.

Окружающая среда в последние десятилетия испытывает неблагоприятные воздействия вызываемые различными факторами. Одним из них являются строительство ЛЭП. Протяженность линий электропередач (ЛЭП) в РФ составляет свыше 2,67 млн. км. При этом ЛЭП пересекают пространство нашей страны вдоль и поперек, образуя густую сеть, простирающуюся над городами, деревнями, сельскохозяйственными полями и угодьями, водоемами. Напряженность электрического поля под линией электропередачи может достигать нескольких тысяч вольт на метр почвы, хотя из-за свойства снижения напряженности почвой уже при удалении от линии на 100 м этот показатель резко падает до нескольких десятков вольт на метр [4; 5].

Проведение линий электропередач (ЛЭП) вызывает различные экологические, социальные и экономические проблемы. Действие электромагнитных полей оказывает влияние, как на животные, так и на растительные организмы, которые обитают в радиусе действия электромагнитных полей. Растения являются удобными объектами для исследования действия низкочастотных электромагнитных полей на живые организмы. Преимущество растений перед животными, заключается в том, что растения имеют постоянное местообитание. На многолетних растениях с сезонной вегетацией можно в течение необходимого времени исследовать воздействие электромагнитных полей на конкретный организм на фоне действия других факторов. Для этих целей широкое применение нашли методы биоиндикации.

Необходимо отметить, что биоиндикация, подчеркивая всю важность биоиндикационных методов исследования, предусматривает выявление уже состоявшегося или происходящего загрязнения окружающей среды по

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» функциональным характеристикам особей и экологическим характеристикам сообществ организмов [3].

По словам Кашина, Иванова (1980), «растения являются высокоинформативным индикатором уровня доступных форм химических элементов в окружающей среде и основным источником их для человека и животных. В связи с этим они представляют большой интерес в качестве эффективных объектов при экологическом мониторинге загрязнения окружающей среды». [2]

Одним из широко исследуемых морфологических признаков является изменение ФА листовой пластинки. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) [7].

Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов используют как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения.

Предполагается, что, чем менее благоприятны условия окружающей среды, тем больше нарушений они вызывают в процессе онтогенеза растений и животных и тем сильнее проявляются морфологические различия между правой и левой сторонами их тела (Корона, 2007). Величина этих различий, именуемая показателем флуктуирующей асимметрии (ФА), служит критерием устойчивости развития.

В статье показаны результаты исследования по воздействию электромагнитных полей, излучаемых ЛЭП на живые организмы по изменению ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Данный показатель определяется как случайное отклонение от идеальной билатеральной симметрии и используется для оценки стабильности развития организмов.

**Цель статьи:** показать результаты исследования влияния электромагнитного поля на окружающую среду по ФА листовой пластинки

Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»  
березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в зависимости от расстояния  
изучаемых объектов.

В качестве объекта исследования выбрана береза повислая (*Betula  
pendula* Roth.). Материал собирали в августе 2021 г.

Место расположения ЛЭП.

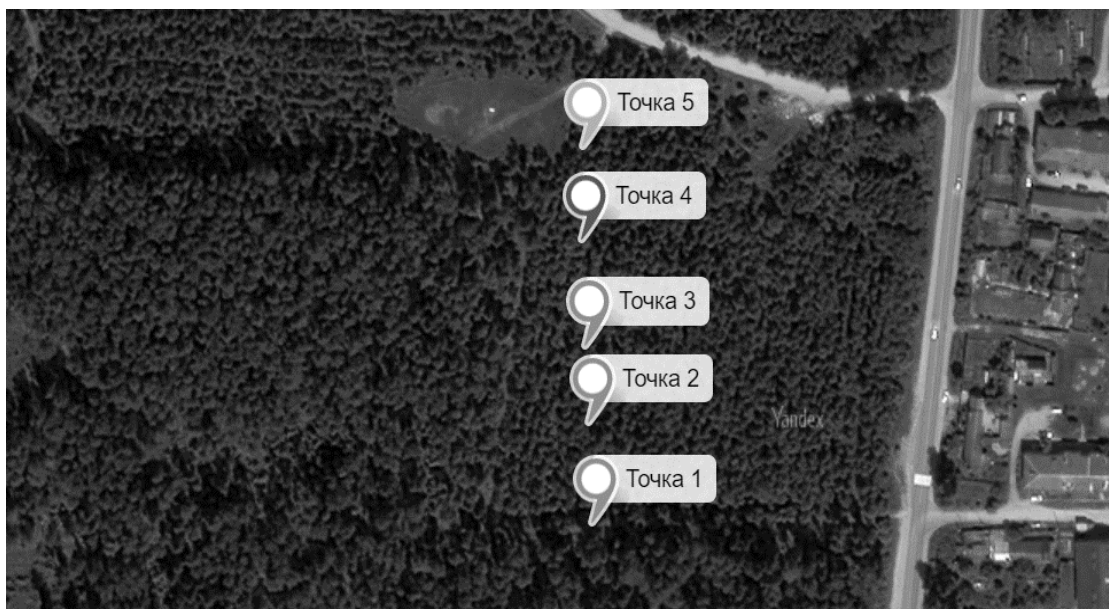


Рис.1. Расположение точек в Людиновском районе вблизи ЛЭП

ЛЭП находится в 2 км от г. Людиново в сторону г. Кирова. По обе стороны на расстоянии 20 м от ЛЭП произрастает смешанный лес. В 70 м от ЛЭП проходит автомагистраль Людиново – Киров. В 1,5 км начинается населенный пункт Людиново – 2 (железно-дорожная стадия). При въезде в г. Людиново со стороны г. Кирова находится гостиница RED – HOUSE.

Нами проведены исследования в пяти точках:

Точка - 1 представлена участком, находящимся в 25 метрах от ЛЭП (вглубь леса).

Точка - 2 представлена участком, находящимся в 50 метрах от ЛЭП (вглубь леса).

Точка - 3 представлена участком, находящимся в 75 метрах от ЛЭП (вглубь леса).

Точка - 4 представлена участком, находящимся в 100 метрах от ЛЭП (вглубь леса).

Точка - 5 представлена участком, находящимся в 150 метрах от ЛЭП (вглубь леса).

Для оценки качества среды использовалась пятибалльная шкала степени нарушения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.), разработанная В.М. Захаровым и соавторами. (табл. 1).

Таблица 1 – Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula* Roth.) [6; 8]

| Балл     | Качество среды                                  | Величина показателя стабильности развития |
|----------|---|---|
| 1 балл   | Условно нормальное                              | $<0,040$                                  |
| 2 балла  | Начальные (незначительные) отклонения от нормы  | 0,040 - 0,044                             |
| 3 балла  | Средний уровень отклонения о нормы              | 0,045 – 0,049                             |
| 4 балла  | Существенные (значительные) отклонения от нормы | 0,050 – 0,054                             |
| 5 баллов | Критическое состояние                           | $>0,054$                                  |

### Результаты и их обсуждения

Результаты оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) приведены в таблице 2.

Таблица 2. Величина показателя состояния организма (интегральный показатель стабильности развития, величина среднего относительного различия между сторонами на признак) в выборках березы повислой (*Betula pendula* Roth.) за 2021 г.

| Место сбора образцов | Интегральный показатель асимметрии | Балл состояния |
|----------------------|------------------------------------|----------------|
| Точка 1              | 0,054                              | 4 б            |

|         |       |     |
|---------|-------|-----|
| Точка 2 | 0,046 | 3 б |
| Точка 3 | 0,042 | 2 б |
| Точка 4 | 0,037 | 1 б |
| Точка 5 | 0,028 | 1 б |

В данных точках получены коэффициенты флуктуирующей асимметрии, значения которых представлены на графике:

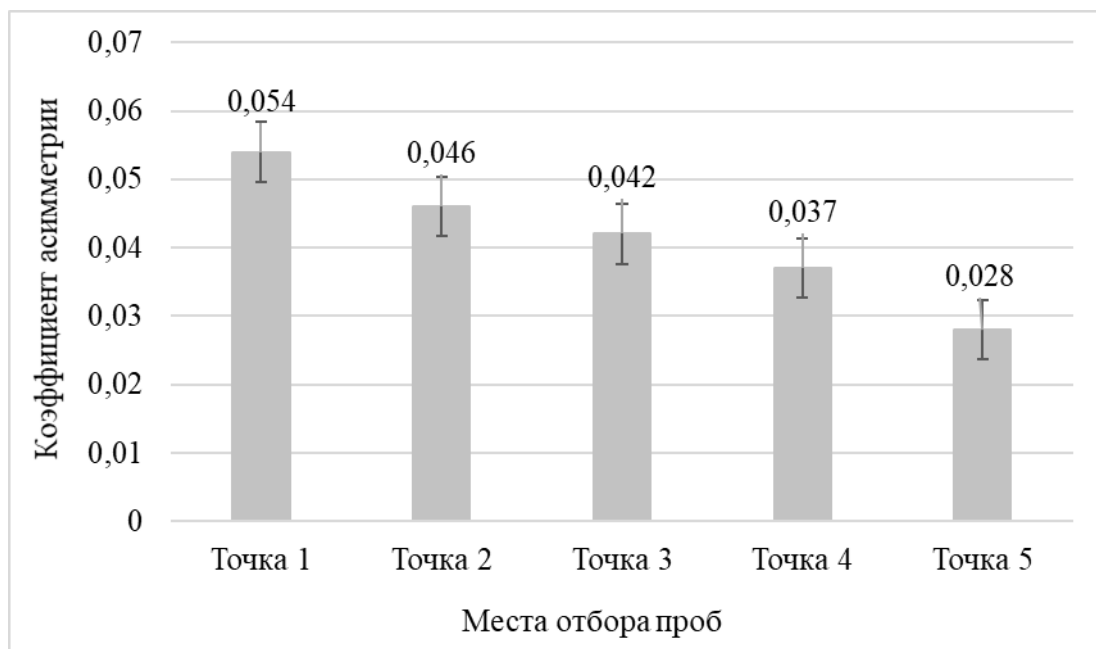


Рис. 2. График показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) за 2021 г.

Электрические и магнитные поля являются очень сильными факторами влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия.

### **Заключение.**

Анализ данных показал, что изменчивость ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) зависит от расстояния нахождения их до ЛЭП. У березы повислой (*Betula pendula* Roth.), произрастающей на расстоянии 25-75 метров от ЛЭП наблюдаются распространенные аномалии развития – часто меняются формы и размеры листьев, изменяется площадь листовой пластинки.

## Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

Ученые доказали, что электромагнитные поля оказывают негативное влияние на здоровье людей, проживающих рядом с ЛЭП или с подстанциями. Эти жители в два раза чаще болеют раком, чем жители других районов. У детей в четыре раза чаще обнаруживается лейкоз. Работы Анисимова В.Н. приводят факты шведских ученых: они проанализировали сведения о частоте рака среди лиц, проживающих в непосредственной близости от высоковольтных линий электропередач на расстоянии менее 300 м. в группе из 400 тыс. человек было обнаружено 142 ребенка с различными видами злокачественных новообразований и 548 взрослых с опухолью мозга или лейкозом. [1]

Электромагнитные поля оказывают сильное влияние на все биологические объекты, находящиеся вблизи воздушных трасс: на насекомых, на растения, на животных.

Так соседство с высоковольтными линиями на пчелах отражается пагубно. Насекомые становятся агрессивными, беспокойными, теряют работоспособность, лётную активность. Появляется угроза гибели маток и семей. Влияние ЛЭП на животных так же негативно, как и на людей. Наиболее чувствительны парнокопытные. Если пастбище расположено на участке, прилегающем к ЛЭП, в теле животного, изолированного от земли копытами, может наводиться потенциал 10 кВ. При прикосновении к заземленным предметам (траве, веткам кустарника), возникает импульс тока 100 — 200 мкА. Это величина не опасна для жизни. Здоровье парнокопытного не ухудшится, но неприятные ощущения ему обеспечены. Птицы становятся жертвами электрических разрядов при прямом контакте с токоведущими частями и при прикосновении к изолирующим частям подвески провода.

### Литература

1. Гайзетдинова А. М., Гайзена Г.А. Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека // Международный студенческий научный вестник. – 2018 год. - №3 – 1.



## Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral»

2. Горышина Т. К. Экология растений / Т.К. Горышина – М.: Высшая школа, 1991.-с.310-315.
3. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: практика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000 – 318 с.
4. Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н. и др. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов/ Д.А.Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н. Роева и др.; Под ред. Л.А.Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447с.
5. Короткевич М.А., Азаров С.Н. Оценка воздействия кабельных линий электропередачи на окружающую среду. Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2019;62(5):422-432
6. Стрельцов А.Б., Константинов Е.Л. Захаров В.М. и др. Здоровье среды. Региональное учебно-методическое пособие. Калуга, издательство КГПУ. 2006. 40 с.
7. Стрельцов А.Б., Наумова А.А., Наумова Т.А. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) как индикатора определения загрязняющей среды. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №2/2021 с.
8. Стрельцов А.Б., Наумова А.А. Методика оценки степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок на примере березы повислой (бородавчатой) (*Betula pendula* Roth.). // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №3/2020. стр. 303-311.

### Literature

1. Gaizetdinova A.M., Gaizena G.A. Electromagnetic field and its effect on human health // International Student Scientific Bulletin. - 2018. - №3 - 1.
2. Goryshina T.K. Plant Ecology / T.K. Goryshina - M.: Higher School, 1991.- pp.310-315.

3. Zakharov V.M., Chubinishvili A.T., Dmitriev S.G., Baranov A.S., etc. Environmental health: the practice of assessment. - Moscow: Center for Environmental Policy of Russia, 2000 - 318 p.
4. Krivoshein D.A., Muravey L.A., Roeva N.N. et al. Ecology and life safety: studies. handbook for universities/ D.A.Krivoshein, L.A.Muravey, N.N. Roeva, etc.; Edited by L.A.Muravya. - M.: UNITY-DANA, 2002– - 447s.
5. Korotkevich M.A., Azarov S.N. Assessment of the impact of cable power transmission lines on the environment. Energy. News of higher educational institutions and energy associations of the CIS. 2019;62(5):422-432
6. Streltsov A.B., Konstantinov E.L. Zakharov V.M. and others. Environmental health. Regional educational and methodical manual. Kaluga, KSPU publishing house. 2006. 40 p.
7. Streltsov A.B., Naumova A.A., Naumova T.A. Fluctuating asymmetry of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) as an indicator of the definition of a polluting environment. International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral" No. 2/2021 p.
8. Streltsov A.B., Naumova A.A. Methodology for assessing the degree of fluctuating asymmetry of leaf blades on the example of a hanging birch (warty) (*Betula pendula* Roth.). // Scientific and educational journal for students and teachers "StudNet" No. 3/2020. pp. 303-311.

© Стрельцов А.Б., Наумова А.А., Гончарова Т.А., 2021 Международный журнал прикладных науки и технологий "Integral" №1/2022.

**Для цитирования:** Стрельцов А.Б., Наумова А.А., Гончарова Т.А. Оценка влияния ЛЭП по флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* roth.) на окружающую среду// Международный журнал прикладных науки и технологий "Integral" №1/2022.