

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП НА ПОЧВЕННУЮ СИСТЕМУ

Марупов Азизхон Аббосхонович

e-mail: marupov.azizxon@gmail.com

PhD, доцент Ферганский Государственный Технический Университет

Аннотация: В работе исследовано влияние электромагнитных полей (ЭМП) линий электропередачи напряжением 110, 220 и 500 кВ на биологическую активность почвы. Отбор проб проводился в слое 0–20 см на расстояниях 0–10, 10–25 и 25–50 м от оси ЛЭП. Установлено снижение микробной биомассы, ферментативной активности и интенсивности дыхания почвы при увеличении напряжения и вблизи источника ЭМП.

Ключевые слова: электромагнитные поля; линии электропередачи; высоковольтные ЛЭП; биологическая активность почвы; микробная биомасса; дегидрогеназная активность; почвенное дыхание; гумус; экологический мониторинг; антропогенное воздействие; агроэкосистема; почвенная микробиота

Введение. Биологические свойства почвы являются ключевым компонентом устойчивости агроэкосистем. Микробиологическая активность обеспечивает минерализацию органического вещества, трансформацию элементов питания и поддержание структуры почвы [1].

Воздействие электромагнитных полей высоковольтных ЛЭП представляет собой специфический техногенный фактор, который может изменять электрохимические процессы, окислительно-восстановительный потенциал и активность почвенных микроорганизмов [1,2].

Несмотря на наличие исследований по физико-химическим параметрам, биологический аспект воздействия ЭМП изучен недостаточно, особенно в условиях различных классов напряжения [2,3].

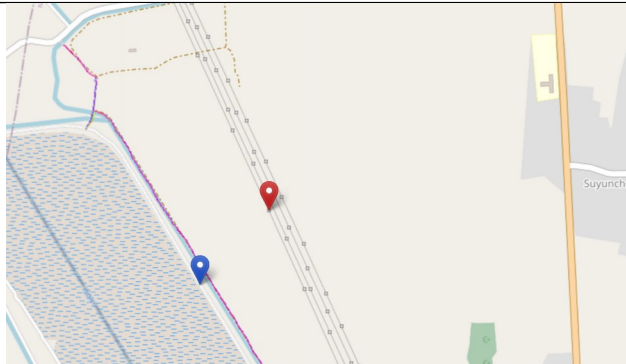
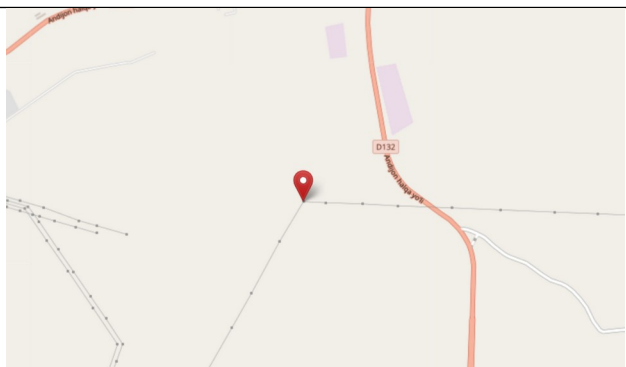
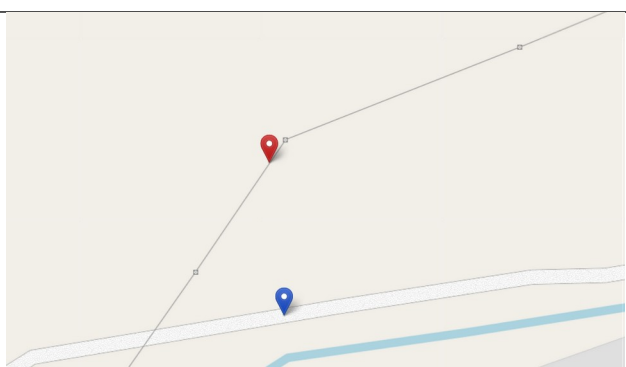
Цель работы — комплексная оценка влияния ЭМП ЛЭП 110, 220 и 500 кВ на биологическую активность почвы [4,5,6].

Материалы и методы.

Объекты исследования: участки под ЛЭП 110, 220 и 500 кВ. Глубина отбора проб: 0–20 см. Дистанции: 0–10 (110 кВ); 10–25 (220 кВ); 25–50 (500 кВ) м. Ферганская долина, Узбекистан.

В процессе исследования оценивались показатели такие как, микробная биомасса (Cmic), активность дегидрогеназы, интенсивность почвенного дыхания, содержание гумуса. Методы отбора почвенных показателей получены методом Пулкова В.С.

Полевые работы проводились на участках под номерами координат, Таблица-1:

Участок 5 — бонитет 52, сероземы светлые, 110 кВ, глубина отбора 0-20, 20-40 см, охранный зона 20 м. Координаты: 40.38539-71.00215	
Участок 9 — бонитет 57, лугово-сероземные и луговые, 220 кВ, глубина отбора 0-20, 20-40 см, охранный зона 25 м. Координаты: 40.81897-72.42973	
Участок 10 — бонитет 65, староорошаемые луговые, пустынные и сероземы, 500 кВ, глубина отбора 0-20, 20-40 см, охранный зона 30 м. Координаты: 40.624703-72.306578	

В целях точной определения локаций использованы геоинформационные технологии такие как ArcGIS, QGIS и интернет сайты openstreetmaps.com.

Результаты и обсуждение.

Средние значения по классам напряжения. Наблюдается закономерное снижение биологической активности с ростом напряжения.

Таблица 2 — Средние биологические показатели почвы (0–20 см) по напряжению ЛЭП

Напряжение ЛЭП	Cmic (мг С/кг)	Дегидрогеназа (мг ТРФ/кг·сут)	Дыхание (мг CO ₂ /кг·сут)	Гумус (%)
110 кВ	285 ± 18	4,8 ± 0,3	38 ± 2,4	1,72 ± 0,06
220 кВ	248 ± 15	4,1 ± 0,2	34 ± 2,1	1,65 ± 0,05
500 кВ	210 ± 12	3,5 ± 0,2	29 ± 1,8	1,58 ± 0,04

С увеличением напряжения наблюдается последовательное снижение микробной биомассы (на 26% при 500 кВ по сравнению с 110 кВ). Аналогичная тенденция выявлена для ферментативной активности.

Это может свидетельствовать о нарушении метаболической активности микроорганизмов под воздействием ЭМП высокой интенсивности.

Влияние расстояния. Прослеживается чёткий градиент восстановления показателей при удалении от ЛЭП.

Таблица 3 — Биологические показатели в зависимости от расстояния (среднее по всем напряжениям)

Расстояние	Cmic	Дегидрогеназа	Дыхание	Гумус
		а		
0–10 м	218 ± 14	3,6 ± 0,2	30 ± 1,9	1,60 ± 0,05
10–25 м	245 ± 16	4,2 ± 0,3	34 ± 2,1	1,66 ± 0,06
25–50 м	280 ± 17	4,7 ± 0,3	37 ± 2,3	1,71 ± 0,06

Наблюдается выраженный градиент восстановления биологической активности с увеличением расстояния.

Детализация для ЛЭП 500 кВ. Наиболее выраженное угнетение наблюдается в зоне 0–10 м.

Таблица 4 — Биологические показатели под ЛЭП 500 кВ

Расстояние	Cmic	Дегидрогеназа	Дыхание	Гумус
		а		
0–10 м	195 ± 10	3,2 ± 0,2	27 ± 1,5	1,54 ± 0,03
10–25 м	210 ± 12	3,5 ± 0,2	29 ± 1,8	1,58 ± 0,04
25–50 м	225 ± 13	3,8 ± 0,2	31 ± 2,0	1,61 ± 0,05

Максимальное угнетение биологической активности фиксируется в зоне 0–10 м.

Далее показатели, представленные в табл. 4, проанализированы в графической форме (рис.1). Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшее угнетение микробиологической активности почвы наблюдается в зоне влияния высоковольтной линии электропередачи напряжением 500 кВ, что подтверждается снижением значений C_{mic} , активности дегидрогеназы и интенсивности почвенного дыхания в приопорной зоне.

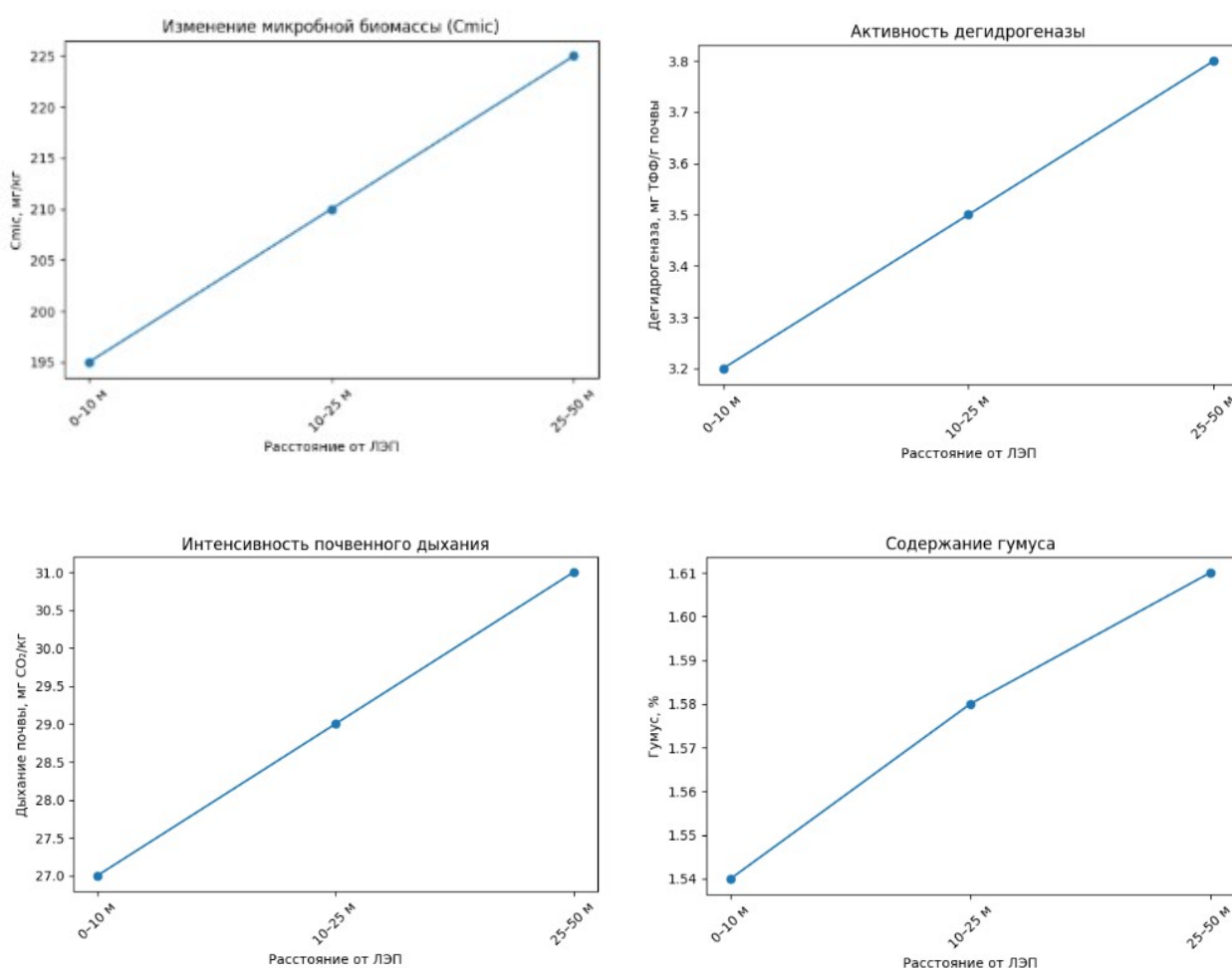


Рис. 1 – Динамика биологических показателей почвы (C_{mic} , активность дегидрогеназы, дыхание, гумус) в зависимости от расстояния от ЛЭП 500 кВ.

Обсуждение механизмов. Предполагаемые механизмы воздействия:

ЭМП → изменение ионной подвижности → изменение окислительно-восстановительного потенциала → снижение ферментативной активности → угнетение микробного метаболизма.

Также возможное влияние связано с изменением влажности и электропроводности почвы.

Выводы. Биологическая активность почвы снижается с увеличением напряжения ЛЭП. Максимальный эффект фиксируется в пределах 10 м от оси линии. На расстоянии 25–50 м показатели приближаются к фоновым значениям. Биологические параметры могут служить индикаторами экологической нагрузки ЭМП.

Список литературы:

1. Alef, K., & Nannipieri, P. (1995). *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press.
2. Anderson, T.H., & Domsch, K.H. (1993). The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 25(3), 393–395.
3. Dick, R.P. (1994). Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication No. 35.
4. Nannipieri, P., Kandeler, E., & Ruggiero, P. (2002). Enzyme activities and microbiological and biochemical processes in soil. In: *Enzymes in the Environment*. Marcel Dekker.
5. Tabatabai, M.A. (1994). Soil enzymes. In: *Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*. SSSA.
6. Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J. et al. (2006). Assessing air-drying and rewetting pre-treatment effect on some soil enzyme activities. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 2125–2134.
7. Levitt, B.B., & Lai, H. (2010). Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. *Environmental Reviews*, 18, 369–395.
8. World Health Organization (WHO). (2007). *Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields*. Geneva.
9. Ruzicic, S., et al. (2017). Influence of electromagnetic radiation on soil microorganisms. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 1–9.
10. Пономарёва, В.В., Плотникова, Т.А. (1980). *Гумус и почвообразование*. Москва: Наука.