

УДК 618.19; 615.2

ЭКОЛОГО – БИОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТАВА ПОЧВЫ В ЗОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛЭП¹

© 2006 О.Ю. Сарокваша²

В статье рассматриваются вопросы, связанные с анализом влияния электромагнитного поля высоковольтной ЛЭП на состав микрофлоры почвы в зоне ее размещения. Приводятся некоторые результаты исследований в районе прохождения ЛЭП-110 кВ вблизи поселка Безенчук Самарской области.

Использование в возрастающих масштабах человеком электромагнитной энергии привело к тому, что в окружающей среде активно проявляется один из видов энергетического загрязнения, а именно электромагнитный [1].

С интенсивным развитием современного информационного общества резко возрастает потребление электрической энергии. Значительно увеличилось количество источников и объектов энергоснабжения, которые в условиях регионов объединены в рамках единой энергетической инфраструктуры [3]. Технологии передачи и распределения электрической энергии не связаны с преднамеренным процессом излучения, однако сопровождаются электромагнитным загрязнением окружающей среды.

Очевидно, что с точки зрения экологических проблем электромагнитные поля (ЭМП) промышленной частоты весьма существенны, так как они часто располагаются непосредственно в природных экосистемах и занимают значительные территории. Так, например, протяженность воздушных линий электропередач напряжением 6 – 1150 кВ в нашей стране составляет более 4.5 млн. км.

Существует множество доказательств ощутимого влияния ЭМП ЛЭП на компоненты различных природных экосистем [3]. В настоящей работе проводится анализ такого влияния на состав микрофлоры почвы на основе результатов расчетного прогнозирования ЭМП.

Линия электропередач является источником как электрического, так и магнитного полей. Уровни поля под линией существенно зависят от высоты подвеса, расстояния между проводами, напряжения в линии, наличия растительного покрова, рельефа местности под ней. Линии постоянного уровня вытянуты вдоль высоковольтной линии, замыкаясь на ней и на поверхности Земли. На форму силовых линий электрического поля оказывают влияние особенности

¹ Статья представлена доктором биологических наук профессором С.А. Сачковым.

² Сарокваша Оксана Юрьевна, кафедра биохимии Самарского государственного университета, 443011, Россия, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

рельефа местности (рис. 1). Максимальные уровни соответствуют точкам проекции наибольшего провисания, а в поперечном сечении поле имеет максимумы под проводами. При удалении от проводов напряженность поля резко падает и на расстоянии в несколько десятков метров.

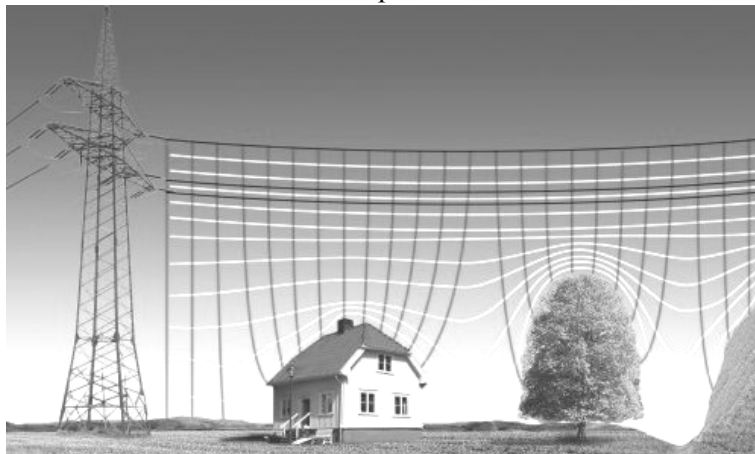


Рис. 1. Распределение силовых линий электрического поля

Все ЛЭП, с точки зрения расчета электромагнитного поля, могут рассматриваться как многопроводные направляющие системы с расстоянием между проводами, заведомо существенно меньшим по сравнению с расстоянием до точки наблюдения. Так как при частоте электрического тока $f=50$ Гц выполняется условие квазистационарности, т.е. длина волны значительно больше общей длины рассматриваемых проводников, то распределение амплитуды тока во всей цепи в каждый момент времени можно считать равномерным. Электрическое и магнитное поля в условиях задачи данного типа можно рассматривать как независимые друг от друга функции и полагать, что электромагнитные волны не излучаются.

При вычислении электрического поля участок протяженной ЛЭП следует рассматривать как систему распределенных вдоль отрезка прямой параллельных заряженных нитей, несущих некоторый эквивалентный заряд, определяемый из погонных параметров и класса напряжения линии [2]. При вычислении магнитного поля линию следует рассматривать как систему параллельных линейных токов. При этом делается допущение о том, что нагрузка линии равномерно распределена между фазами и ток в нулевом проводе отсутствует [2].

Рассмотрим модель прямолинейного участка цепи электроснабжения с точки зрения вычисления электрического поля.

Поскольку напряжение в сети не зависит от нагрузки, электрическое поле также оказывается независимым от потребляемого тока.

ЛЭП, конфигурация проводов которой соответствует типовой опоре, размещенная в декартовой системе координат, показана на рис.2. Нахождение элек-

трического поля с учетом названных допущений и ограничений сводится к решению двумерной квазистатической задачи.

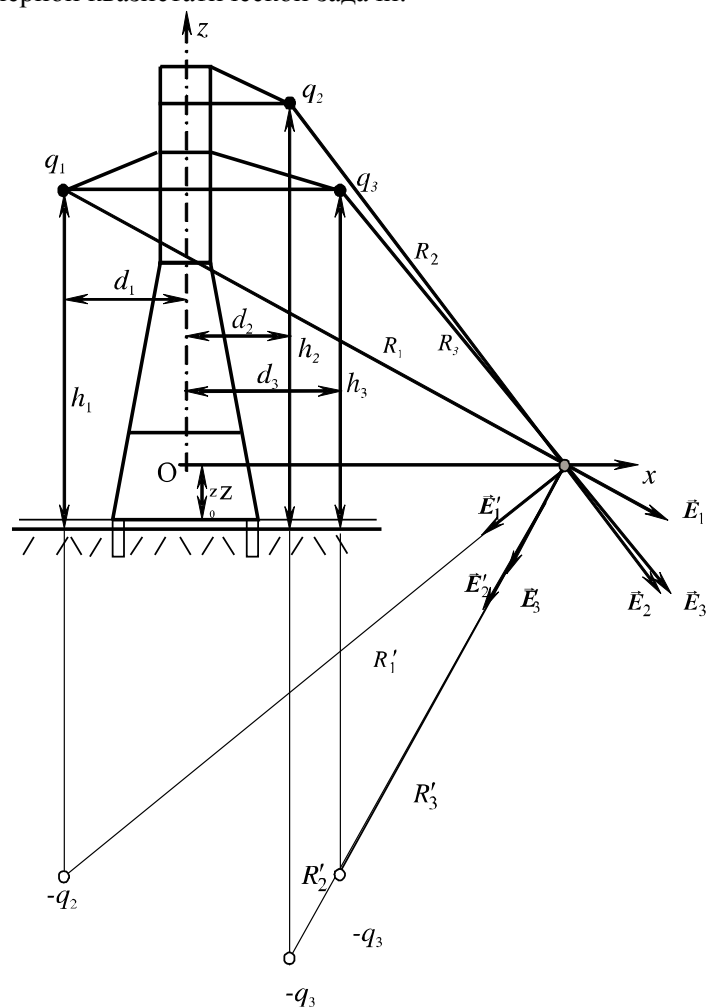


Рис. 2. К расчету электрического поля ЛЭП

ЛЭП нагружена сбалансировано, и ток в нулевом проводе равен нулю; амплитуда тока I определяется по сезонному графику загрузки ЛЭП. Типичный график сезонной загрузки ЛЭП показан на рис.3.

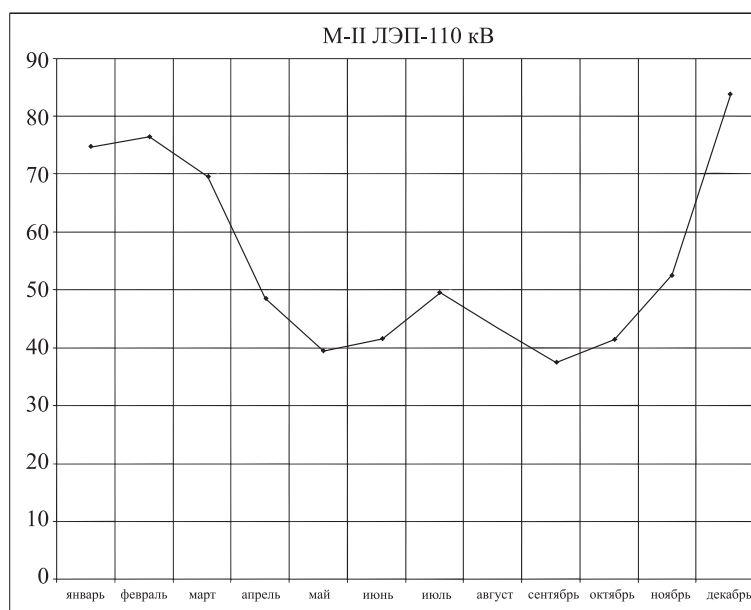


Рис. 3. График загрузки ЛЭП-110кВ

На рис. 4-7 показаны расчетные распределения электрического и магнитного полей ЛЭП-110 кВ, при загрузке, соответствующей режимам, отображенным на рис. 3. При расчетах предполагается, что ЛЭП расположена на типовой опоре У-35-1 [2], изображенной на рис. 2. Геометрические параметры опоры: $h_1 = h_3 = 10$ м, $h_2 = 13$ м, $d_1 = d_2 = 2,8$ м, $d_3 = 3,5$ м. На рис. 4 приведены результаты расчета электрического поля в толще земли по глубине на расстояниях 0, 1, 2, 5 и 10 м от оси ЛЭП. Нулевая отметка соответствует поверхности Земли.

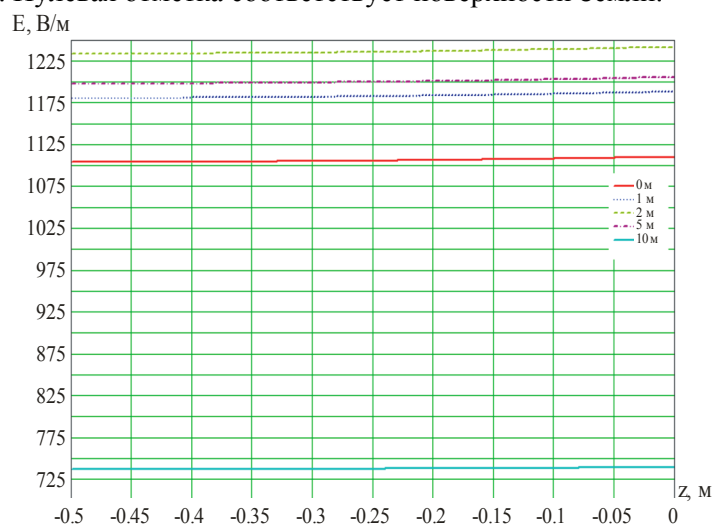


Рис. 4. Распределение электрического поля по глубине на различных расстояниях от оси ЛЭП

На рис.5 показаны результаты расчета магнитного поля на оси ЛЭП для различных режимов токовой нагрузки, соответствующих графику на рис.3.

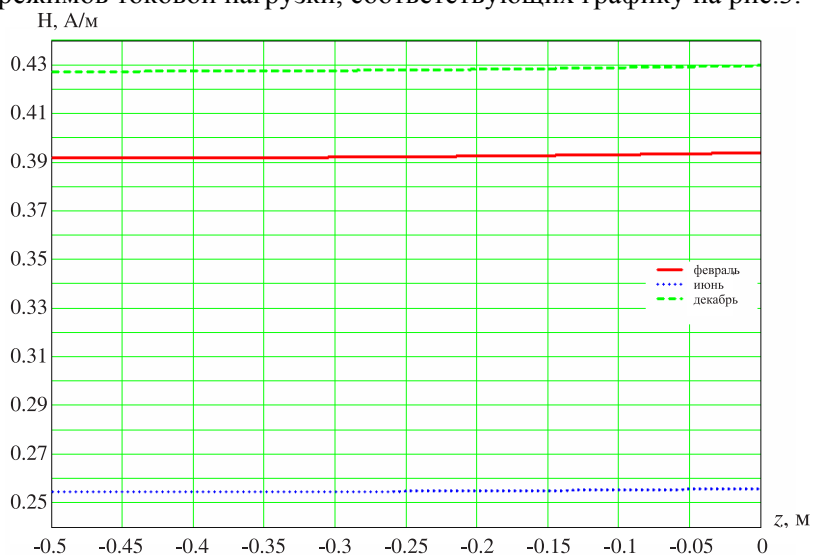


Рис. 5. Распределение магнитного поля по глубине при различных режимах работы ЛЭП

На рис. 6 и 7 показаны распределения электрического и магнитного полей на поверхности земли в поперечном ЛЭП направлении.

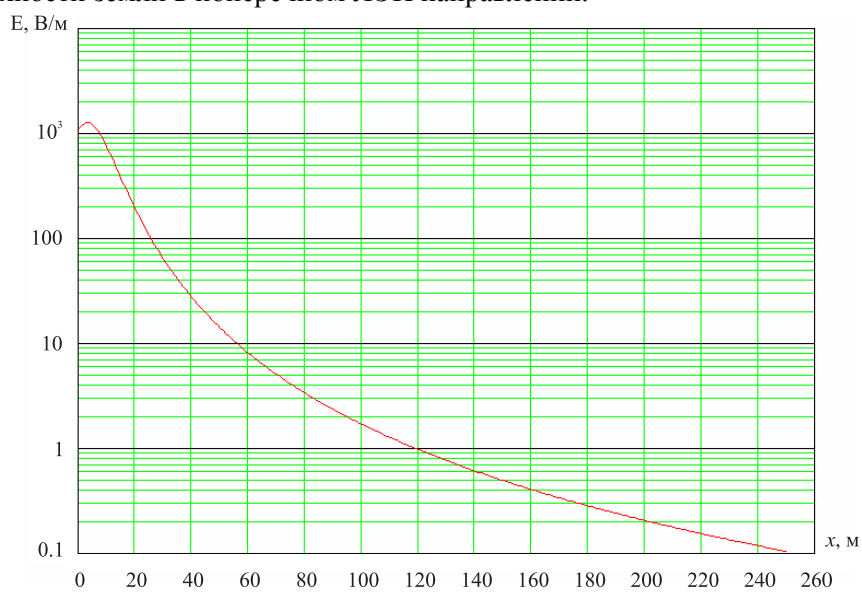


Рис. 6. Распределение электрического поля ЛЭП в поперечном направлении на поверхности земли

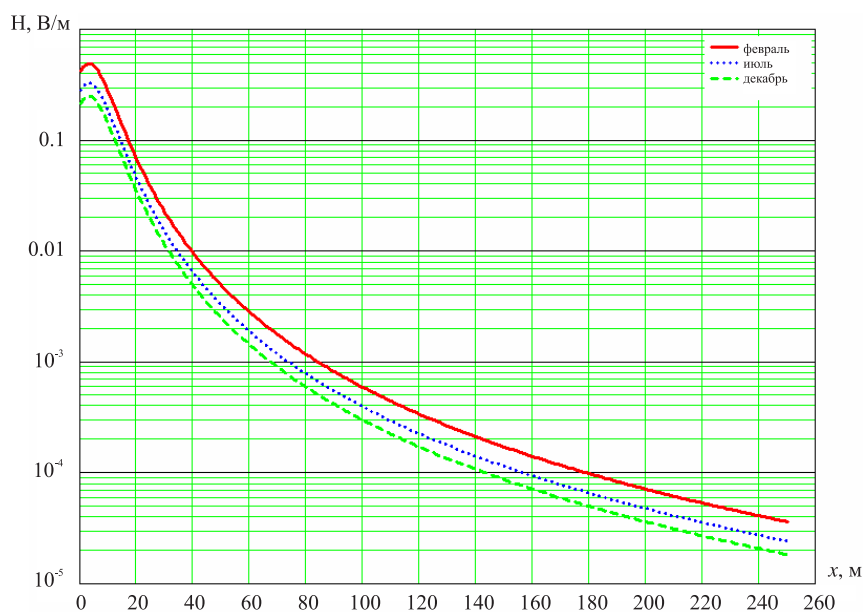


Рис. 7. Распределение магнитного поля ЛЭП в поперечном направлении на поверхности Земли

Поскольку электрические и магнитные поля ЛЭП меняются слабо на глубине обитания исследуемых микроорганизмов (см.рис.4,5), для анализа воспользуемся результатами расчета ЭМП на нулевой отметке.

С точки зрения воздействия ЭМП на биоту почвы, необходимо подчеркнуть, что значительная часть представителей фауны, в отличие от человека, обладает прямыми рецепторами ЭМП и использует естественные ЭМП для поддержания нормальной жизнедеятельности. По мнению авторов, такие виды являются наиболее уязвимыми в ситуации электромагнитного загрязнения. Электромагнитное воздействие осуществляется на всех уровнях организации: молекулярном, клеточном, тканевом, органном, организменном, популяционно-видовом, биогеоценотическом, биосферном [5]. Работа биологических систем организована по иерархическому принципу. Воздействие на целый организм осуществляется посредством воздействия на клеточном и молекулярном уровнях [6]. Любая живая система, как бы сложно она ни была организована, проявляется на уровне взаимодействия биологических макромолекул: нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов и других важнейших органических веществ [4]. Поэтому представляет интерес исследование микрофлоры почвы в зоне электромагнитного влияния ЛЭП.

В данной работе группы микроорганизмов рассматриваются в качестве индикаторов электромагнитных полей. Как параметр биоиндикации исследовалась численность нитрификаторов, грибов в общей численности микроорганизмов почвы. В исследовании были изучены пробы почвы с полей озимой пшеницы в период всхода. Электромагнитное воздействие изучали на примере ЭМИ ЛЭП-

110 кВ в районе села Переполовенка города Безенчук Самарской области. Исследуемые пробы были расположены от источника излучения соответственно на 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150 и 180 м. Контрольные экземпляры брали на расстоянии 1500 м от ЛЭП. В каждой точке удаления относительно ЛЭП исследовали 5 образцов почвы.

Полученные в ходе исследования результаты подвергали статистической обработке стандартным способом с помощью критерия Стьюдента [3]. Измерения исследуемых показателей считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Наши исследования свидетельствуют об изменении численности микроорганизмов под влиянием электромагнитных излучений ЛЭП-110. Непосредственно в 0 точке (под ЛЭП-110) численность исследуемых групп микроорганизмов повышается незначительно. При удалении от ЛЭП-110 на 10-20 м численность некоторых групп микроорганизмов повышается. При большем удалении от ЛЭП-110 на 30 м численность повышается. Максимальное увеличение численности микроорганизмов наблюдается на расстоянии 50 м от ЛЭП-110. При дальнейшем удалении от ЛЭП-110 на 60, 70 м и т.д. численность исследуемых объектов повышается относительно контроля; по отношению к максимальной точке численности микроорганизмов (т.50), численность исследуемых групп снижается прямо пропорционально удалению от ЛЭП-110. Изменение численности различных групп микроорганизмов относительно удаления от ЛЭП-110 имеет волнообразную зависимость.

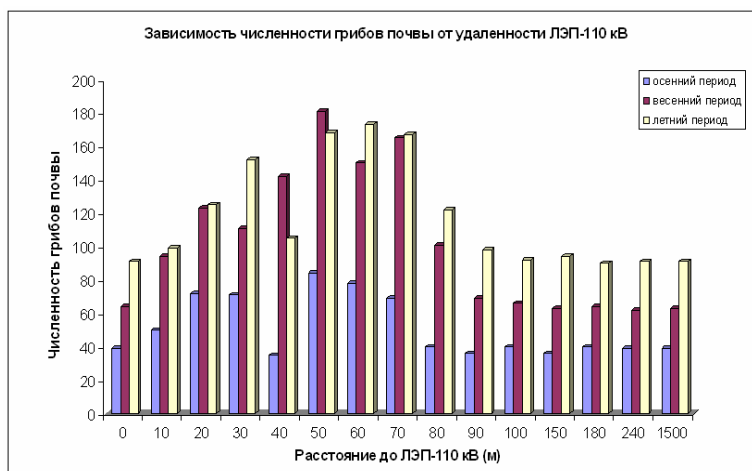


Рис. 8. Зависимость численности грибов от расположения ЛЭП-110 кВ

В районе расположения опоры ЛЭП (0 – 40 м) располагается техническая зона, с чем связаны перепады численности исследуемых микроорганизмов в пробах.

Варьирование численности грибов проб почвы, взятых в районе прохождения ЛЭП-110 имеет приблизительно аналогичную тенденцию. Численность различных групп микроорганизмов при воздействии ЛЭП-110 постепенно увеличивается с 30 м удаления от линии. Максимальное увеличение численности микроорганизмов относительно контроля наблюдается на расстоянии 50 м от

ЛЭП-110. При дальнейшем удалении от ЛЭП-110 численность грибов постепенно снижается, приближаясь по значению к контролю. Минимальное изменение численности микроорганизмов наблюдалось непосредственно под ЛЭП. На расстоянии 100 м от ЛЭП численность исследуемых параметров достигает контроля, и при дальнейшем удалении от ЛЭП численность грибов не изменяется.

В основе множества процессов почвообразования лежит биохимическая деятельность микроорганизмов. По мнению С.Н. Виноградского, «плотность микроорганизмов пропорциональна их активности». А чем они активнее, тем интенсивнее протекает круговорот веществ в экосистеме, тем выше ее биологическая продуктивность и, возможно, экологическая устойчивость. Особенно это важно для агроэкосистем. Именно нарушение микробных сообществ может стать причиной разрушения всей экосистемы. Поэтому представляется важным своевременное обнаружение не изменения тех или иных параметров, а изменения состояния почвенной микробиоты, влекущее за собой негативные последствия. Роль каждой группы микроорганизмов в жизни почвы своеобразна и многогранна. По мнению многих исследователей, микробиота почвы очень чутко реагирует на различные изменения почвенных условий, поэтому можно обоснованно утверждать, что микробиологические показатели в наибольшей степени подходят для ранней диагностики техногенного повреждения педосферы.

Литература

- [1] Сподобаев, Ю.М. Основы электромагнитной экологии / Ю.М. Сподобаев, В.П. Кубанов. – М.: Радио и связь, 2000. – 239 с.
- [2] Электромагнитные поля в окружающей среде. Расчет электромагнитных полей распределительных и оконечных устройств сетей энергоснабжения: метод. – Самара, 2005. – 57 с.
- [3] Дубров, А.П. Геомагнитное поле и жизнь / А.П. Дубров. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 176с.
- [4] Пресман, А.С. Электромагнитные поля в биосфере / А.С. Пресман. М.: Знание, 1971. – 63 с.
- [5] Захаров, В.Б. Биология. Общие закономерности / В.Б. Захаров, С.Г. Мамонтов, В.И. Сивоглазов. М.: Школа– Пресс, 1996. – 13-16 с.
- [6] Фролов, Ю.П. Управление биологическими системами. Молекулярный уровень / Ю.П. Фролов. Самара: Изд-во «Самарский университет», 1999. – 28 с.
- [7] Фролов, Ю.П. Управление биологическими системами. Организменный уровень / Ю.П. Фролов, М.М. Серых, А.Н. Инюшкин. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2001. – 318 с.
- [8] Акоев И.Г. Биологические эффекты электромагнитных полей. Вопросы их использования и нормирования: Сб. науч. тр.– Пущино, 1988. – С. 129-135.

- [9] Григорьев, О.А. Проблема экологических нормативов в условиях электромагнитного загрязнения окружающей среды / О.А. Григорьев, А.В. Меркулов. // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. – М, 2002 г.
- [10] Кулагина, А.В. Специальные аспекты проблемы оценки влияния на население электромагнитных полей неионизирующей природы / А.В. Кулагина, В.Г. Петин // Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. – М, 2002.

Поступила в редакцию 25/IX/2006;
в окончательном варианте – 4/X/2006.

ECOLOGO-BIOCHEMISTRY MONITORING OF STRUCTURE OF GROUND IN THE ZONE OF ACCOMMODATION OF HIGH-VOLTAGE POWER LINE³

© 2006 O.Y. Sarokvasha⁴

In the paper the questions connected with the analysis of influence of an electromagnetic field of high-voltage power line on the structure of microflora of ground in a zone of its accommodation are considered. Some results of researches in area of passage 110 kV power line near to settlement Bezenchuk of the Samara area are given.

Paper received 25/IX/2006.

Paper accepted 4/X/2006.

³ Communicated by Dr. Sci. (Biology) Prof. S.A. Satchkov.

⁴ Sarokvasha Oksana Yurievna, Dept. of Biochemistry, Samara State University, Samara, 443011, Russia.