

## **Аннотация**

### **СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ БИОМАССЫ ДЛЯ ГАЗОФИЦИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Дьяконов А.В.

*Обосновано перспективы энергетического использования биомассы для сельского хозяйства Украины.*

## **Abstract**

### **STATUS AND PROSPECTS OF BIOMASS ENERGY FOR GAZOFITSIROVANYH ENGINES**

A.Dyakonov

*Reasonable prospects of bioenergy for agriculture in Ukraine.*

**УДК 613.62:537.811**

### **БИОМОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ИХ НЕГАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА**

**Черепнев И.А., к.т.н., доц., Ляшенко Г.А., к.т.н., доц.,  
Полянова Н.В., Василенко В.А., Сизенко А.В., лаб.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени Петра Василенко*

*В статье рассмотрены вопросы биомониторинга с использованием растительных тест-систем, позволяющих фиксировать негативное действие ЭМП на биологические объекты различной природы*

**Вступление.** В последние десятилетия развитие науки и техники наряду с явными достижениями привели к значительной нагрузке на все составляющие окружающей среды. Адаптационные возможности человека, как биологического объекта к соответствующим изменениям практически исчерпаны. Появились такие новые формы заболеваний, как экологические. Их особенностью является то, что они способны поражать выборочную часть популяции, задевая одних ее членов и не касаясь других, живущих и работающих рядом. Являясь следствием нарушения отношений организма и среды обитания, они могут проявляться в широком диапазоне: от простой раздражительности и «синдрома хронической усталости» до физических и психических дефектов с развитием широкого спектра всевозможных «фобий». Не вызывает сомнений прямая зависимость здоровья, функционального состояния и качества жизни человека от среды обитания, различных условий

бытовой и производственной деятельности.

Значительное количество загрязняющих агентов промышленности и сельского хозяйства оказывают влияние на все биологические объекты.

Основные источники высокого уровня загрязнения почвы и воздуха – автотранспорт, предприятия металлургии, химии и нефтехимии, стройиндустрии, энергетики, целлюлозно-бумажной, кабельной промышленности и сельскохозяйственного производства. Значительную опасность представляют военные полигоны, склады вооружения, горючесмазочных веществ, хранилища ракетного топлива. Следовательно, проведение экологического мониторинга является актуальной проблемой.

**Анализ последних исследований и публикаций.** На рис. 1 представлена балансная схема суточного потребления ресурсов и отходов современного города с населением в 1 млн. человек, где данные по вышеуказанным показателям приведены в тоннах за сутки [1]. Из рисунка видно, что значительная масса технологических отходов требует дальнейшей очистки для возвращения их в природный круговорот. Однако процесс переработки большинства отходов часто приводит к дальнейшему загрязнению окружающей среды. Наряду с перечисленными, к основным деструктивным факторам необходимо отнести загрязнение среды техногенными электромагнитными полями и наличие шумовых вибраций как в слышимом, так и в инфразвуковом диапазоне в области биологически активных частот. В специальной литературе [2, 3] подробно рассмотрены действующие в условиях повышенной плотности населения основные физические и химические факторы загрязнения окружающей среды, их влияние на организм человека и возможные меры по снижению негативного воздействия.

В практике проведения экологического мониторинга наиболее отработаны аспекты контроля химического загрязнения атмосферы. На рис. 2 представлена схема системы контроля анализа принятия решения и управления газовой средой [4].

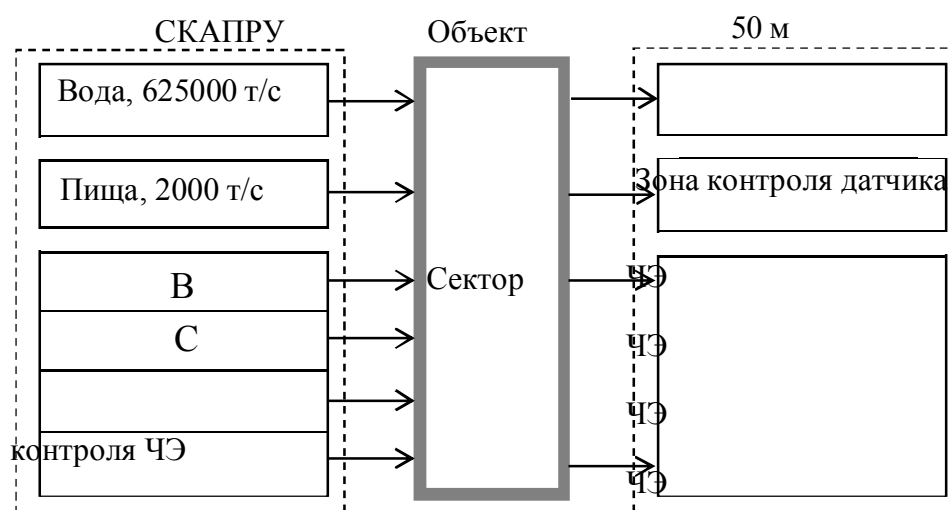


Рис. 1. Схема поступающих в город (А) ресурсов (В) и промышленно-бытовых отходов (С) за сутки

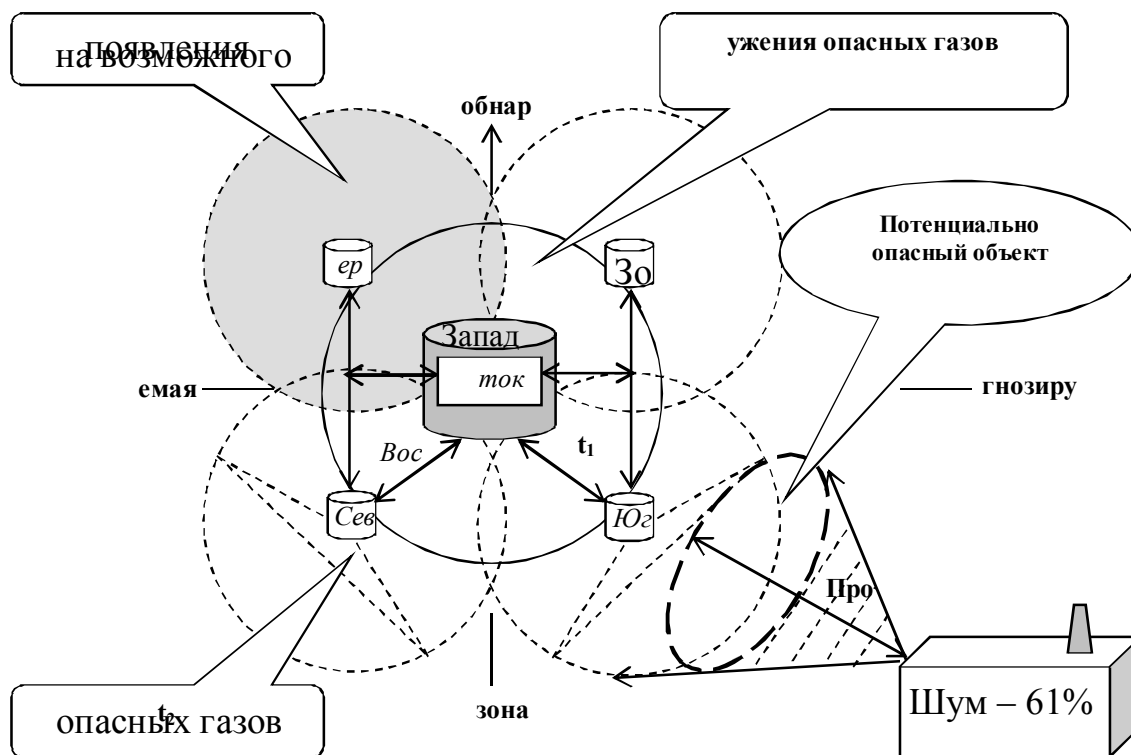


Рис. 2. Применение средств контроля воздушной среды на объекте

Данная система позволяет:

- получать информацию (в режиме реального времени) о качестве атмосферного воздуха и произошедших выбросах опасных газов как внутри, так и вне объекта путём циклического опроса сенсорных датчиков контроля;
- дистанционно исследовать содержание выбросов в атмосферу и автоматически документировать их параметры для принятия мер по обеспечению безопасности обслуживающего персонала и перевода объекта в безопасный режим функционирования.

Не менее опасны и физические факторы, действующие на человека как в условиях закрытых помещений (жилье, рабочие места), так и на открытых территориях (улицы и площади городов, сады и парки). В населенных пунктах ведущими физическими факторами, воздействующими на население, являются акустический шум, вибрация, электромагнитные поля (ЭМП). На рисунке 3 представлено сравнительное распределение основных физических факторов, которые постоянно действуют на человека в условиях современного города в т.н. нормальных условиях (не учитывая возможность возникновения чрезвычайных ситуаций) [5].

Как видно из рис. 3, ЭМП как фактор физического воздействия на человека занимают второе место. Анализ литературы, проведенный в [6] показал, что:

- естественные и техногенные ЭМП способны вызывать негативные изменения, начиная с клеточного уровня и заканчивая организмом человека в целом, которые могут иметь эффект аккумуляции и вызывать широкий спектр заболеваний;

- действие ЭМП в ряде случаев приводит к возникновению аварийных ситуаций в сложных технических системах и, прежде всего, на транспорте;
- в практике экологического мониторинга отсутствует систематический контроль электромагнитной обстановки в динамическом режиме;
- профессиональная аппаратура для проведения замеров уровня ЭМП достаточно сложна в эксплуатации, требует для работы специальных навыков и требует больших затрат.

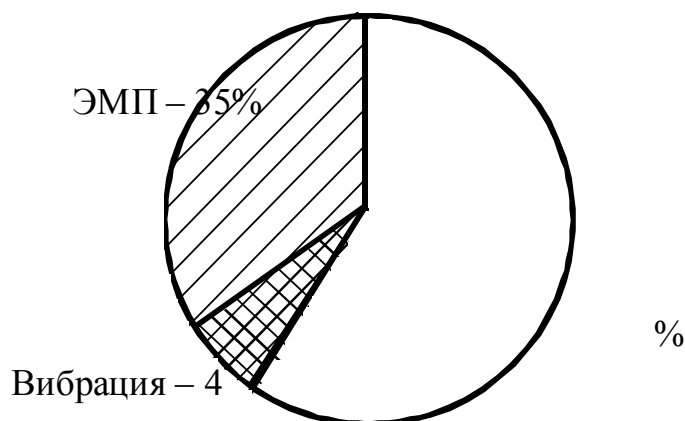


Рис. 3. Структура объектов-источников физических факторов на территории населенных пунктов

**Основная часть.** Все выше сказанное требует более широкого использования в практике, и прежде всего в условиях сельской местности, метода биоиндикации и биотестирования. Метод биоиндикации основан на биологической информации, получаемой при исследовании видового состава той или иной экосистемы. Этот метод широко применяется при мониторинге водной, воздушной среды и почвы. В отличие от биоиндикации, биотестирование является экспериментальным методом, суть которого в быстром и обобщенном определении качества среды при её действии на лабораторные культуры тест-оригиналом. Методы биотестирования перспективны для экспрессной интегральной оценки, благодаря чему полезны при рекогносцировочных исследованиях и хорошо дополняют метод биоиндикации. К достоинствам методов биоиндикации и биотестирования можно отнести следующие: чувствительность, применяемость в различных регионах, информативность и доступность [7]. Для оценки загрязнения окружающей среды в качестве биоиндикаторов используют как низшие растения - мхи, лишайники, так и высшие хвойные породы, поскольку они наиболее чувствительны к промышленным и транспортным загрязнениям. Это могут быть как дикорастущие, так и культивируемые виды растений. Примером использования биотестирования с помощью растений является Голландия, где такие полезные для человека растения, как гладиолусы, тюльпаны (тестобъекты на накопление фторидов), итальянская ржаная трава (тестобъект на накопление ионов тяжелых металлов), используются для анализа загрязнения на больших площадях страны. В ходе отбора древесных индикаторов к растениям предъявляются следующие требования:

- растение должно обладать определенным уровнем чувствительности к стрессовым техногенным факторам;
- отклик индикатора должен зависеть от уровня воздействия;
- проявление визуально наблюдаемых морфологических (биометрических) изменений;
- достаточная точность и информативность;
- высокая встречаемость, равномерность распределения в зоне контроля.

Рассмотрим, как некоторые виды растений реагируют на природные и техногенные ЭМП. Работ по выявлению влияния ЭМП на древесные растения известно немного, хотя, например, было выявлено негативное влияние указанных факторов на генетические структуры сосны обыкновенной (увеличение нарушений митоза, фрагментация ядра, образование микроядер) [8].

В качестве детектора можно использовать семена пшеницы, которые восприимчивы к низкочастотным электромагнитным полям, в частности, полям ЛЭП. Также стоит отметить высокую чувствительность семян к малым концентрациям биологически активных веществ в почве. Поэтому использование высокой восприимчивости семян пшеницы на ранних стадиях прорастания к внешним воздействиям выглядит перспективным, и можно сделать вывод о высокой эффективности их как средства мониторинга загрязнения окружающей среды «электросмогом» [9]. Методы работы с растительными объектами экономичны, показывают хорошую корреляцию с результатами тестирования на животных. Стоит отметить, что генный аппарат устроен однотипно у всех эукариот, поэтому излучение влияет на хромосомы растений и животных сходным образом. Для анализа мутагенной активности использовали *Allium test*, рекомендованный Всемирной организацией здраво-охранения в качестве стандарта для изучения влияния патогенных факторов на клетки. Стоит отметить, что чувствительность клеток лука сходна с чувствительностью клеток лимфоцитов, костей и печени человека, которые также используются в качестве тест объектов на факторы окружающей среды, но требуют уже очень высоких материальных затрат. Для создания фактора электромагнитного излучения в исследовании использовались персональные сотовые телефоны компании Motorola, модели C115 и C650, с определенными характеристиками излучения радиосигнала [10-12]. Приведенные выше результаты важны, однако для разработки методики биологического тестирования ЭМП необходимы знания процессов взаимодействия с биологическими объектами на более тонком уровне, связанном с физическими и электрофизическими свойствами клеток и, прежде всего мембранного потенциала.

Признанными моделями динамики мембранного потенциала клеток, отражающими тонкие элементы взаимодействия, являются модели Ходжкина - Хаксли и Хиндмарша - Розе. Без внешних полей решение системы уравнений указанных моделей показывает генерацию таких же колебаний, как и живой нейрон. Быстрая эволюция натриевого потенциала при этом показана на рис. 4.

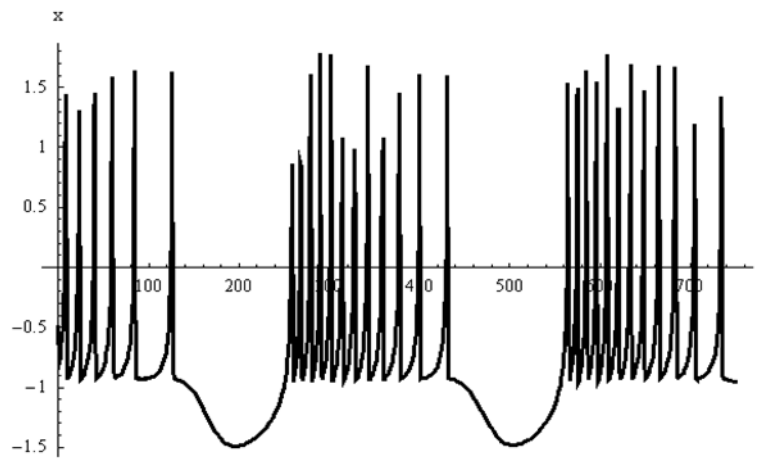


Рис. 4. Эволюция мембранного потенциала при отсутствии внешнего поля

Однако для решения задачи определения воздействия ЭМП на клетку в уравнения этих моделей необходимо добавить высокочастотные токи, возникающие под действием внешних полей  $E(t)$ . Если на клетку с характерными размерами порядка  $\Delta l$  действует электрическое поле с напряженностью  $E(t)$ , то на клетке возникает падение напряжения

порядка  $\Delta\varphi(t) \approx \Delta l E(t)$  и дополнительный ток, который мы будем учитывать в виде дополнительного слагаемого в уравнении, представляющем

закон Ома для мембраны в виде  $\frac{\Delta\varphi(t)}{Z_c} \approx \frac{\Delta l E(t)}{Z_c}$ , где  $Z_c$  - импеданс клетки. На

основе модифицированных указанным образом электрофизических моделей клеток можно рассмотреть их взаимодействие, как между собой, так и с внешним электромагнитным полем.

В работе [13] указывается на то, что быстрое изменение потенциала клеточной мембраны должно сопровождаться излучением электромагнитных волн. Очевидно, что это излучение позволяет осуществлять взаимодействие клеток на достаточно большом расстоянии.

В работе вычислено излучение клеток, спектры излучения и проанализировано взаимодействие между ними через это излучение.

Для описания динамики мембранного потенциала клеток отражающей тонкие элементы взаимодействия используется система уравнений Хиндемарша - Розе. Мембрана клетки моделируется емкостью, а цитоплазма сопротивлением, проводимость мембраны моделируется, зависящим от напряжения резистором [14]. В этой модели использовано медленное изменение концентраций ионов кальция и калия. Уравнения, описывающие эту модель имеют вид [15]:

$$C_{c1} \frac{d\varphi_1(t)}{dt} = y_1(t) + a_1\varphi_1(t)^2 - b_1\varphi_1(t)^3 - z_1(t) + I_1 + \frac{\Delta l_1}{Z_0} E_2(t), \quad (1)$$

$$\frac{dy_1(t)}{dt} = c_1 - d_1\varphi_1(t)^2 - y_1(t), \quad (2)$$

$$\frac{dz_1(t)}{dt} = v_1(S_1(\varphi_1(t) - \varphi_{10}) - z_1(t)), \quad (3)$$

$$C_{c2} \frac{d\varphi_2(t)}{dt} = y_2(t) + a_2\varphi_2(t)^2 - b_2\varphi_2(t)^3 - z_2(t) + I_2 + \frac{\Delta l_2}{Z_0} E_1(t), \quad (4)$$

$$\frac{dy_2(t)}{dt} = c_2 - d_2\varphi_2(t)^2 - y_2(t), \quad (5)$$

$$\frac{dz_2(t)}{dt} = v_2(S_2(\varphi_2(t) - \varphi_{20}) - z_2(t)), \quad (6)$$

В этой системе  $\varphi_i(t)$ -мембранный потенциал  $i$ -й клетки,  $y_i(t)$ -величина, характеризующая восстановление концентраций быстрых ионов (обычно,  $Na^+$  и  $K^+$ ),  $z_i(t)$ -медленная переменная, определяемая концентрацией ионов  $Ca^{++}$ . Здесь  $E_i(t)$ -электромагнитное поле излучения  $i$ -й клетки, а  $\Delta l_i$ -характерный размер соответствующей клетки,  $C_{ci}$ -емкость клеточной мембраны,  $Z_0$ -импеданс окружающей среды.

В отсутствии внешнего поля, при значениях параметров  $a_i = 3$ ,  $b_i = 5$ ,  $I_i = 3.281$ ,  $\varphi_{i0} = -1.6$ ,  $s_i = 4$ ,  $r_i = 0.0021$  эта система генерирует хаотические колебания, подобные хаотическим колебаниям живого нейрона. При отсутствии взаимодействия между клетками эволюция мембранных потенциалов клетки 1 и клетки 2 достаточно регулярны и показаны соответственно на рис. 5 и 6.

Быстрые колебания потенциала мембраны и натриевых токов  $i_{Na}(t)$  приводят к возбуждению электромагнитных колебаний, напряженность поля которых можно вычислить из соотношения:

$$E_i(t) \approx \frac{Z_0}{4\pi c} \frac{1}{r} \frac{d}{dt} [i_{Na}(t - \frac{r}{c})] \Delta l_i, \quad (7)$$

где  $r$  - расстояние на котором вычисляется поле  $i$ -й клетки. Типичный спектр излучения невзаимодействующих клеток показан на рис. 7.

Излучение клеток приводит к их взаимодействию и на относительно небольших расстояниях это взаимодействие довольно значительно и приводит к изменению режимов эволюции клеточных потенциалов. На рис. 8 и 9. показаны траектории динамических систем, представляющих клетки 1 и 2 соответственно. На рис. 10 и 11 показаны спектры мощности излучения клеток.

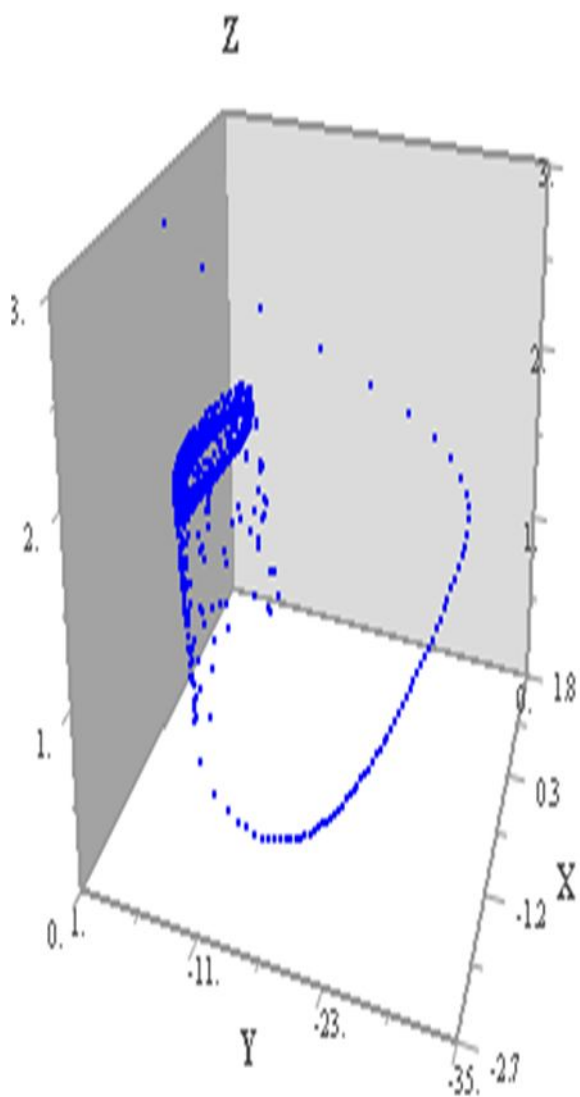


Рис. 5. Фазовый портрет клетки 1 (без взаимодействия)

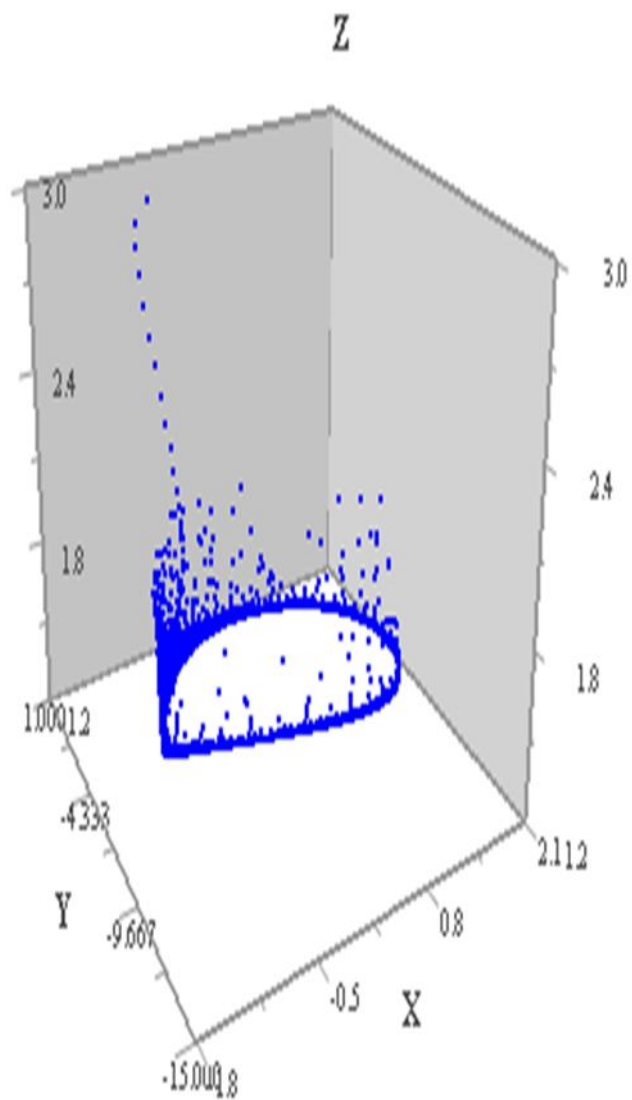


Рис.6. Фазовый портрет клетки 2(без взаимодействия)

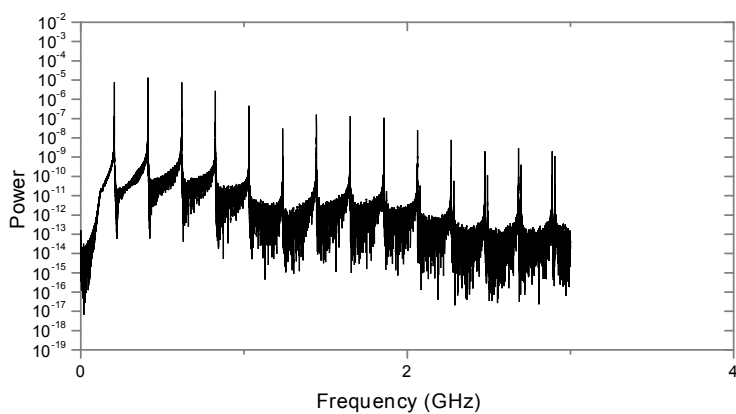


Рис. 7. Типичный спектр излучения клетки без учета взаимодействия.



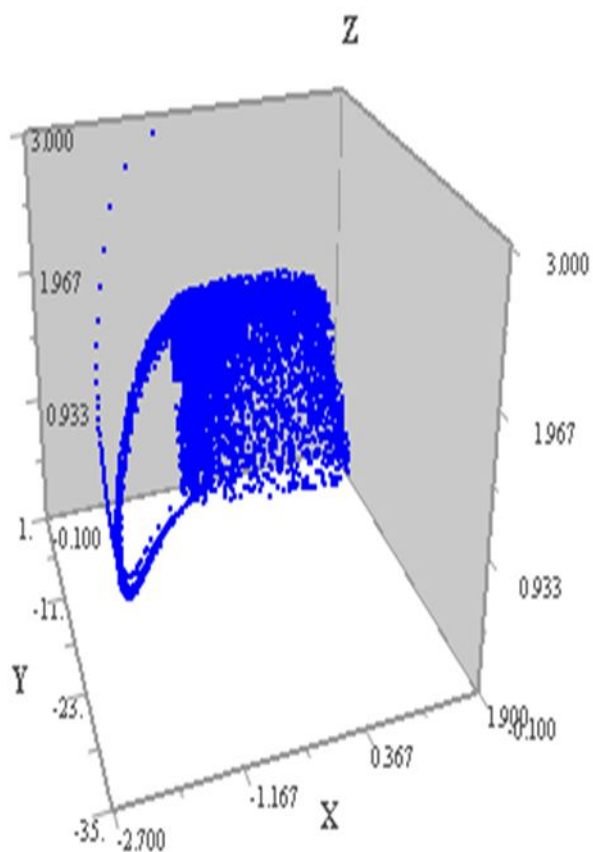


Рис. 8. Фазовый портрет клетки 1 с учетом взаимодействия через излучение

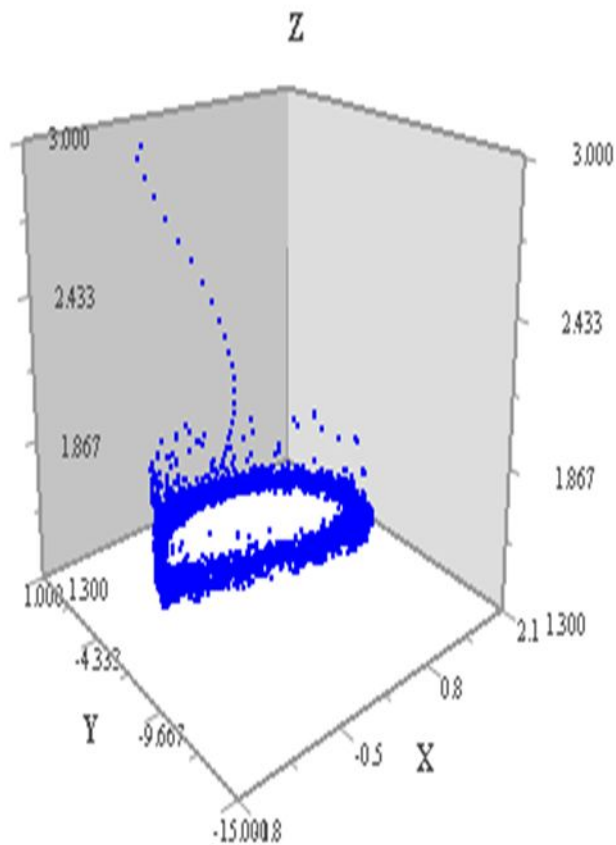


Рис.9. Фазовый портрет клетки 2 с учетом взаимодействия через излучение

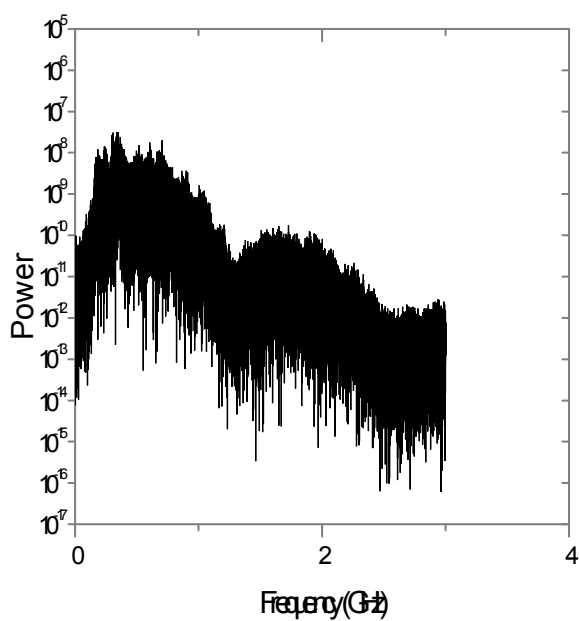


Рис.10. Спектр излучения клетки 1 с учетом взаимодействия через излучение

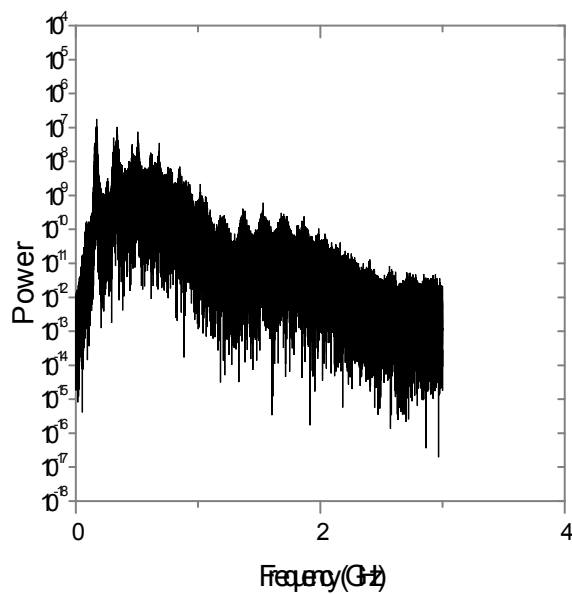


Рис.11. Спектр излучения клетки 2 с учетом взаимодействия через излучение

Из рисунков ясно видно изменение режимов при учете взаимодействия клеток через поле, приведшее к существенной стохастизации эволюции потенциалов клеточных мембран.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве теоретической базы для проведения биомониторинга ЭМП.

**Выводы.**

1. Биомониторинг с использованием растительных тест-систем позволяет фиксировать негативное действие ЭМП различной природы и в сочетании с аппаратными методами защиты может значительно снизить последствия данного воздействия.

2. Целесообразно использовать анализ воздействия ЭМП на биологические объекты на клеточном уровне с использованием уточненных электрофизических моделей клетки.

3. Сам биомониторинг ЭМП может осуществляться на двух уровнях: предварительный, непосредственно на месте, на основании анализа внешнего вида растений, используемых в качестве тест-системы и окончательный, т.е. исследование соответствующего образца в лабораторных условиях.

#### **Список используемых источников**

1. Агаджанян Н.А., Марачев А.Г., Бобков Г.А. Экологическая физиология человека // М.: Крук. – 1999. – 415 с.
2. Пухов В.А., Фокин М.Г. Медико-техническое обеспечение труда специалистов // М. МО СССР. – 1979. – 160 с.
3. Черепнев И.А., Соловьев А.В., Чернявский И.Ю. и др. Новые требования к обитаемости жилья в условиях современного мегаполиса // Сборник научных трудов. – Харьковская государственная академия городского хозяйства. – Киев, «Техніка». – Вып. 44. – 2002. – С. 177-182.
4. Черепнев И.А., Буданов П.Ф., Данник Ю.Г., Сасько С.И. Система экологического мониторинга на основе сети сенсорных датчиков // Вестник Национального Технического университета (ХПИ) «Колесные и гусеничные машины». – №28. – 2003. – С.82–88.
5. [forum.integral.ru/download/file.php...](http://forum.integral.ru/download/file.php...) Федорович Г. В. Экологический мониторинг электромагнитных полей // Москва. – 2004.
6. Черепньов І.А., Орехов С.Л., Чернявський І.Ю., Пісня Л.А. та ін. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища // Навчальний посібник МО України. Харківський гвардійський орден Червоної зірки інститут танкових військ імені Верховної Ради України. НТУ «ХП». Харків. – 2007. – 100 с.
7. Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия // Иллюстрированный справочник. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета. – 2002. – 144 с.
8. Калаев В.Н., Буторина А.К., Панов А.В., Левин М.Н. Влияние электрического поля на цитогенетические показатели клеток апикальной меристемы проростков семян дуба черешчатого (*Quercus Robur L.*) //

- Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. – №2. – с. 136-141.
9. Остроумов А.А., Палатная С.А. Использование семян яровой пшеницы для мониторинга влияния сверхширокополосных импульсов электромагнитного излучения на биосферу // Труды МФТИ. – 2009. – Т. 1. – № 2.
  10. Прохорова И. М. Растительные тест-системы для оценки мутагенов // Сост. И.М. Прохорова. – Ярославль, ЯрГУ. – 1988.
  11. Прохорова И.М. Оценка митотоксического и мутагенного действия факторов окружающей среды // Метод. указания. Сост. И.М. Прохорова, М.И. Ковалева, А.Н. Фомичева. – ЯрГУ. – Ярославль. – 2003.
  12. Fiskesjo G. The Allium Test as a standard in environmental monitoring // Hereditas. 1985. – Vol. 102. – P. 99–112.
  13. Черепнев И.А. Электромагнитные излучения клеток и их взаимодействие МО України. ХУПС ім. Івана Кожедуба. Системи обробки інформації. Збірник наук. праць. Вип.8(57). - Харків. – 2006. С.117-118 Wang X.J. and Rinzel J. In: The Handbook of Brain Theory and Neural Networks . Ed. M.A. Arbib. Cambridge: MIT Press, 1995. P.686.
  14. Hindmarsh J.L. and Rose R.M. Proc.R.Soc.Lond., 1984. V. B221, p.87.

#### **Анотація**

### **БИОМОНИТОРИНГ ПРИРОДНИХ І ТЕХНОГЕННИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ЇХ НЕГАТИВНОЇ ДІЇ НА ЛЮДИНУ**

І. А. Черепньов, Г. А. Ляшенко,

Н. В. Полянова, В. О. Василенко, О. В. Сізенко .

*В статті розглянуті питання біомоніторингу з використанням рослинних тест-систем, які дозволяють фіксувати негативну дію ЕМП на біологічні об'єкти різної природи*

#### **Abstract**

### **BIOLOGICAL MONITORING OF NATURAL AND TECHNOGENIC ELECTROMAGNETIC FIELDS WITH THE PURPOSE OF DECREASE OF THEIR NEGATIVE INFLUENCE ON PEOPLE**

I. Cherepnev, G. Lyashenko,

N. Polyanova, V. Vasilenko, A. Sizenko

*The problems of biological monitoring with usage of vegetative test systems permitting to fix negative influence of electromagnetic fields on biological objects of different nature are considered in the article*