

## **Метод фитоиндикации локальных электромагнитных аномалий с низкой интенсивностью излучения (эмиссии) и методика оценки их размеров**

Косов А.А., Ярославцев Н.А., Приходько С.М., Ларионов Ю.С.

ООО ЦИПК "Экватор", Россия, г. Омск, пр-т. К.Маркса, 34,  
e-mail: ekvator@omskmail.ru

### **Введение**

Комплексное влияние на организм человека и другие биологические объекты электромагнитных полей (ЭМП) и излучений (ЭМИ) низкой интенсивности естественного и техногенного происхождения (ЭМИНИ), оценивают как природно-техногенные электромагнитные системы. Их относят к фактору электромагнитного загрязнения окружающей среды, негативно влияющего на живые объекты. В последние годы эта проблема активно исследуется многими учёными [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 17, 26, 27]. Для этих целей используются инструментальные средства контроля, например, СКВИД-магнитометры, индикатор геофизических аномалий ИГА-1 и др. [19, 20]. Применение таких приборов ограничивается их недостаточным количеством и распространением при экологическом мониторинге окружающей среды.

Образование электромагнитных аномалий, как правило, связывают с высокой степенью вариаций геофизических ландшафтов, в том числе по ЭМИ и ЭМП, которые, как известно, вызываются различными процессами, протекающими в горных породах и сопровождающиеся возникновением электромагнитной эмиссии [8, 9, 12]. Такое воздействие проявляется в изменённом морфогенезе растительных ландшафтов и особей растений как комплексное системное воздействие. Изменённый морфогенез проявляется в виде нехарактерных формах роста и развития древесных, кустарниковых и травянистых растениях [11, 16]. Исследования последних лет позволяют говорить о том, что ЭМИ и ЭМП с низким уровнем интенсивности излучения (эмиссии), значительно ниже ПДУ, могут оказывать гораздо большее воздействие на биологические объекты, чем это принято думать [10]. Исследования влияния ЭМИНИ на тест-объекты растительного и животного происхождения показали возможность их различного воздействия на такие системы, например, в виде активации или ингибирования их роста и развития, как одного из видов гравитропической реакции (ГТР). Это зависит от характеристик ЭМИНИ по частоте, амплитуде, фазе и др. [2, 3, 4, 5, 6].

Оценивая такой изменённый морфогенез можно выявлять присутствие ЛЭМАНИ и характер из влияния на растения, исследуя признаки активации или ингибирования роста растений – индикаторов, которые необходимо выращивать в исследуемых зонах действий таких аномалий, то есть применять метод фитоиндикации. Фитоиндикация является проверенным и надёжным методом мониторинга состояния окружающей

среды [11, 13, 14, 15, 16, 22]. При этом часто ограничиваются только качественными показателями, не обеспечивая количественных оценок, например, на предварительных этапах геологоразведки [1, 12]. Это вызывает необходимость разработки методов идентификации их присутствия в окружающей среде, в том числе в виде локальных электромагнитных аномалий с низким уровнем интенсивности (ЛЭМАНИ) [8, 10, 11, 12, 13, 14, 16].

Данные проявления ГТР можно оценивать с позиции общей теории симметрии, как методологической основы современного естествознания, которая предусматривает симметричное отражение и формирование объектов находящихся внутри системы. В.И. Вернадский, развивая подходы теории симметрии применительно к биосфере, отмечал, что диссимметрия может возникнуть только под влиянием причины, обладающей такой же диссимметрией, что непосредственно проявляется в биосфере как соответствующее воздействие Космоса. Развивая эти идеи, Вернадский пришёл к выводу о принципиальной неоднородности пространства – времени, т.е. для него характерно устойчивое нарушение симметрии [7]. Такие методологические подходы, в целом, распространяются на растительные сообщества, что предполагает изучение пространственной структуры и ландшафтных комплексов фитоценозов, их геометрического строения надорганизменного и организменного уровня, в том числе по изменённому морфогенезу. Изучение пространственной структуры природных комплексов различных масштабов, может обладать большой прогностической ценностью в различных направлениях эколого-биологических и других исследований [1, 11, 16, 22].

Разработанный метод фитоиндикации ЛЭМАНИ и методика определения их размеров основана на оценке средней длины ростков проростков семян растений-индикаторов, например пшеницы, выращенных на минимальных площадках, которые условно принимаются за точки с заданными (выбранными) координатами, при статистически достоверных выборках. Сравнение средней длины ростков между точками (ячейками) и их группами, относительно выбранной градации, сформированной на основе средней длины ростков по всей модельной площадке, позволяет выделить локальные зоны с различной реакцией роста растений-индикаторов, определить их размеры в проекции на плоскость на уровне расположения семян растений в месте их выращивания.

## **Материалы и методы**

В основе предлагаемого метода фитоиндикации ЛЭМАНИ заложены методические разработки по предварительной оценке качества семян, например, пшеницы, относительно заранее выбранных показателей развития органов растений, которые применяют для определения урожайности этой культуры [21]. Сравнение морфологических изменений органов растений проростков семян, выращенных в течение 7-8 суток в ёмкостях с водой, даёт возможность достаточно точного прогнозирования урожая. Согласно указанных методических разработок, семена проращиваются в термостатах, в рулонах их полиэтиленовой плёнки, с определёнными размерами (например, 20 x 40 см) и вложенной внутрь, смоченной водой, фильтровальной бумагой. Предлагаемый метод предусматривает проращивание семян на свету, как в лабораторных, так и в полевых условиях, в

аналогичных рулонах, расположенных в ёмкостях с водой. Каждая ёмкость размещается на минимальной площадке, например 10 x 10 см, которая условно принимается за точки с заданными (выбранными) координатами. Это позволяет в дальнейшем составить схему размещения зон активации и ингибирования роста растений-индикаторов на всей модельной площадке, которая разбивается на ячейки указанных размеров. Размеры модельных площадок выбираются в зависимости от цели и задачи исследования. Они, как правило, соизмеримы с размерами человека. Площадки размечаются маркерами, имеющими габаритные размеры 0,5 x 0,5 м (25 ячеек), которые представляют собой деревянные решётки, разделённые перегородками и образующие ячейки размером 10 x 10 см. Все модельные площадки должны быть заполнены наборами таких маркеров для предотвращения опрокидывания или смещения ёмкостей с водой.

Для повышения точности результатов опыта семена необходимо располагать в рулоне с высокой плотностью, например на расстоянии 1,5...2 см друг от друга, в количестве не менее 20 штук в рулоне. Семена растений-индикаторов фактически располагаются на уровне 16 ... 18 см от уровня плоскости на которой они находятся. Такими плоскостями могут являться: поверхность земли, лабораторный стол и др. Возможно размещение в одной ёмкости нескольких рулонов, например 3-х. После окончания проращивания, линейкой (цена деления 1 мм) обмеряется длина всех ростков и вычисляется величина их средней длины  $\bar{X}_n$  как по каждой ячейке, так и по всей модельной площадке  $\bar{X}_{\Sigma n}$  с занесением данных в таблицу. Таблица представляет собой проекцию модельной площадки в определённом масштабе, разбитую на ячейки. Например модельная площадка размерами 1,5 x 1,5 м (2,25 м<sup>2</sup>) будет иметь 225 ячеек. Далее составляется схема расположения зон активации и ингибирования, относительно показателя  $\bar{X}_{\Sigma n}$ .

В данном случае выполняется условие:

$$\bar{X}_{n \text{ ингибир}} < \bar{X}_{\Sigma n} < \bar{X}_{n \text{ актив}} \quad (1)$$

Дополнительно определяется средняя амплитуда колебаний по средней длине ростков, по каждой ячейке и модельной площадке в целом, соответственно  $\bar{X}_{An}$  и  $\bar{X}_{A\Sigma n}$ . Для оценки присутствия ЛЭМАНИ с различной интенсивностью излучения, вводим коэффициент неравномерности воздействия аномалий  $K_{\text{возд}}$ , которое можно выразить в следующем виде:

$$K_{\text{возд}} = \frac{\bar{X}_{A\Sigma n}}{\bar{X}_{\Sigma n}} \times 100\% \quad (2)$$

где  $K_{\text{возд}}$  – коэффициент неравномерности ЛЭМАНИ на тест-объект,

$\bar{X}_{A\Sigma n}$  – средняя амплитуда колебаний по длине ростка на всей модельной площадке,

$\bar{X}_{\Sigma n}$  – средняя длина ростка на всей модельной площадке.

Эмпирическим путём сформируем уровни воздействия ЛЭМАНИ, на четыре группы, согласно таблице.

Степень воздействия ЛЭМАНИ	$K_{\text{возд}}$ (%)	$\frac{\bar{X}_{\text{АЭп}}}{\bar{X}_{\Sigma n}}$
Минимальная	До 20	До 0,2
Незначительная	20...30	0,2 ... 0,3
Значительная	31...50	0,31 ... 0,50
Существенная	Более 50	Более 0,5

Следует отметить, что в зонах перехода от одной реакции роста к другой возникают краевые эффекты, вызванные характером изменения действия ЛЭМАНИ на тест-объекты [8]. Это может создавать некоторую неопределённость по формированию границ аномалий, обладающей различной степенью воздействия – от очень интенсивных до минимальных (слабых). Для количественной и качественной оценок присутствия по всей модельной площадке вводится понятие "базовая градация" или "базовый интервал".

$$0,2 \times \bar{X}_{\Sigma n} \leq K_{\text{баз}} \leq 0,5 \times \bar{X}_{\Sigma n} \quad (3)$$

$K_{\text{баз}}$  подбирается определённой величины, в зависимости от цели и задачи эксперимента, относительно которой будут формироваться указанные зоны с учётом коэффициента воздействия ( $K_{\text{возд}}$ ) согласно (1). Это можно выразить в следующем виде:

$$\bar{X}_{\Sigma n} - \frac{K_{\text{баз}}}{2} < \bar{X}_{\Sigma n} < \bar{X}_{\Sigma n} + \frac{K_{\text{баз}}}{2} \quad (4)$$

где  $K_{\text{баз}}$  – величина базового интервала (базовой градации) выбранного показателя, которая подбирается для выявления зон ЛЭМАНИ с наибольшей интенсивностью воздействия на тест-объекты.

Составив схему зон активации и ингибирования роста по ячейкам на модельной площадке, относительно базовой градации, согласно (4), необходимо сгруппировать величины выбранного показателя по признакам активации или ингибирования. В результате мы получим возможность определить в количественных категориях площадь зоны присутствия ЛЭМАНИ, как внешнего фактора с различным характером воздействия на растения-индикаторы. Таким образом, учитывая известные размеры ячеек, условно принятые за точки с заданными координатами можно предварительно сгруппировав их по признакам активации или ингибирования роста, с учётом  $K_{\text{баз}}$ , определить их площадь, а также оценивать их форму или конфигурацию.

Необходимо отметить, что, определяя размерные показатели по данной схеме, мы вносим некоторую условность в значения этих показателей. Фактически мы определяем размеры ЛЭМАНИ в плоскости их горизонтального сечения, на уровне роста и развития растений индикаторов, а не весь объём таких аномалий. Тем не менее, это позволяет достаточно точно идентифицировать присутствие ЛЭМАНИ, и, в некотором приближении, оценить их размеры и конфигурацию.

Выполнив требования метода и методики, можно оценивать присутствие ЛЭМАНИ на модельных площадках, а также степень и характер воздействия на растения-индикаторы. Метод и методика позволяют определять площадь ЛЭМАНИ по признакам активации или ингибирования роста растений-индикаторов (рис. 1). При экологическом мониторинге это даёт возможность оценивать пригодность выбранных площадок по признакам так называемого "комфорта" или "дискомфорта" [22, 23] как для роста и развития растений определённого вида, так и для пребывания в них человека.

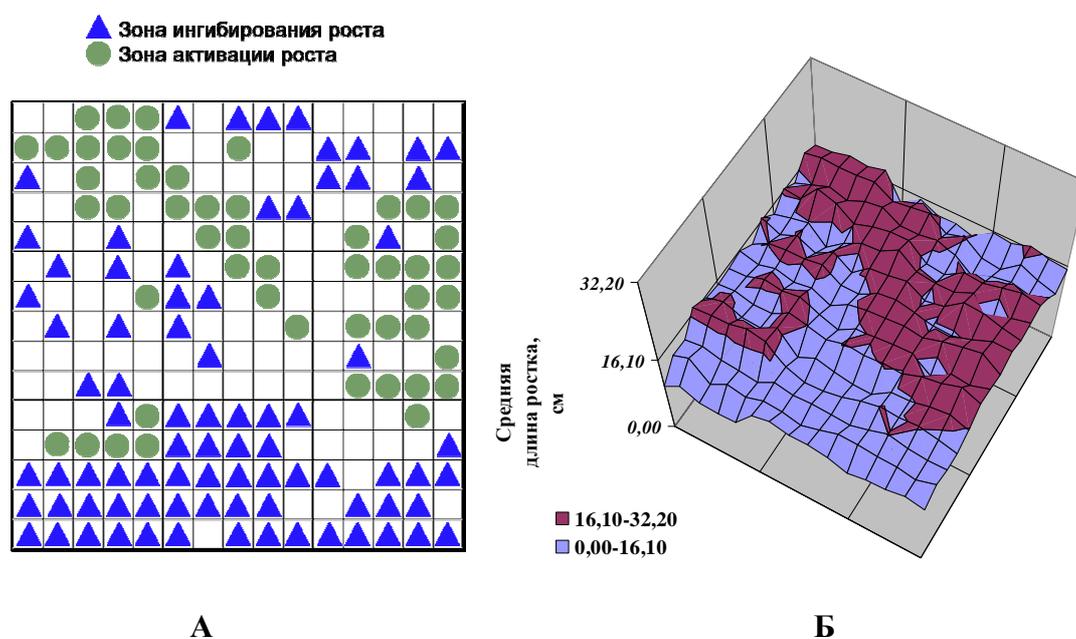


Рис. 1. Примеры фитоиндикации зон активации и ингибирования роста растениями-индикаторами (семена пшеницы): "А" - в 2-х мерной проекции (базовый интервал 2 см) и "Б" в 3-х мерной проекции, относительно средней длины роста  $\bar{X}_{\Sigma n} = 16,10$  см (размер площадки 1,5 x 1,5 м, S= 2,25 м<sup>2</sup>).

## Список литературы

1. Бакиров А.Г. Основы биолокации. Учебное пособие. Томск: изд. ТПУ, 2001. – 97 с.
2. Белова Н.А., Леднёв В.В. Активация и ингибирование гравитропической реакции в сегментах стеблей льна при изменении величины магнитной индукции слабого постоянного поля в пределах от 0 до 350 мкТл / Биофизика. – 2001. –Т.46, № 1 – с. 118-121.
3. Богатина Н.И. и др. Влияние комбинированного магнитного поля на гравитропическую реакцию растений и спектр электромагнитного излучения генерируемого ими в процессе роста. // III Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине", 1-4 июля 2003: избр.тр / С.Петерб.гос.электротехн.унт. – СПб., 2003. – с 19-21.
4. Бурлаков А.Б., Падалка С.М., Супруненко Е.А. и др. Влияние внешних электромагнитных воздействий на процессы самоорганизации сложных биологических систем / Материалы III междисциплинарной научной конференции "Этика и наука будущего". Ежегодник "Дельфис", 2003, Москва, с.252-255.

5. Бурлаков А.Б. и др. Об информационной значимости биоизлучений при дистантных взаимодействиях живых систем. / Электромагнитные излучения в биологии. Труды VI Международной конференции. Калуга, Россия. 21-23 октября 2008. – Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, с. 61-66.
6. Бурлакова О.В. и др. Степень открытости живой системы как характеристика меры воздействия факторов внешней среды. / Электромагнитные излучения в биологии. Труды VI Международной конференции. Калуга, Россия. 21-23 октября 2008. – Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, с. 66-71.
7. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. / В.И. Вернадский: сост. Н.А. Костяшкин, Е.М. Гончарова, предисл. Р.К. Баландина. – М.: Айрисс-пресс, 2004. -576 с. (библиотека истории культуры).
8. Гак Е.З., Гак М.З. Моделирование и изучение геофизических и биофизических природных явлений при использовании магнитогидродинамических эффектов в тонких слоях электролитов. Биогеофизика 2005, №6, стр. 17-26.
9. Гак Е.З., Гридин В.И. Воздействие краевых эффектов аномалий гравитационного поля на объекты живой и неживой природы.//Биогеофизика. 2005. №4. с. 4-11.
10. Галль Л.Н. Новое направление науки – изучение действия слабых и сверхслабых факторов физической и химической природы на биологические системы // IV Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине", 3-7 июля 2006, избр.тр. с.1-9.
11. Григорьев А.И. Индикация состояния окружающей среды. Монография. Омск: Изд.- во Прогресс 2004 г.- 132 с.
12. Гридин В.И. Гак Е.З. Физико-геологическое моделирование природных явлений. М.: Наука, 1994. – 204с.
13. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь (краткий очерк по геомагнитной биологии) / Под ред. д.б.н. Ю.А. Холодова, Ленинград,: Гидрометеиздат, 1974. -175 с.
14. Дубров А.П. Земное излучение и здоровье человека (геопатия и биолокация). – М.: 1993 – 64с.
15. Дубров А.П. Экология жилища и здоровья человека. - Уфа, изд. Слово, 1995. - 96 с.
16. Кирпотин С.Н. Геометрический подход к изучению пространственной структуры природных тел (симметрия и дисимметрия в живой природе): Учебное пособие. Томск. 1997. – 114с.
17. Косов А.А., Ярославцев Н.А., Приходько С.В. Роль электромагнитных излучений различной частоты и интенсивности в загрязнении окружающей среды и средства компенсации такого влияния / Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: Материалы II Межд. науч. практ. конф. – Омск: Из-во ОмГПУ, 2008. с. 263-267.
18. Кочмар Б., Соболик Э., Юрасик О., Возможное влияние геологических структур на распространение раковых опухолей в городской среде по результатам долговременных наблюдений, IV Объединенный международный симпозиум по проблемам прикладной геохимии, Институт Геохимии, Иркутск, 1994.
19. Кравченко Ю.П., Савельев А.В. Использование приборов ИГА-1 для геоэкологии, предотвращения ЧС и антитеррора // Наука, образование,

- производство в решении экологических проблем: Материалы международной научно-технической конференции. Уфа, УГАТУ, 2006.
20. Кравченко Ю.П. Опыт использования приборов ИГА-1 для геоэкологических исследований и подземной разведки // Геодинамика и сейсмичность Средиземноморско-Черноморско-Каспийского региона: тезисы докладов Международного семинара, Евро-Азиатское Геофизическое общество, Краснодарское краевое отделение ЕАГО, г. Геленджик, 2006.
  21. Ларионов Ю.С. Методика оценки урожайных свойств семян зерновых культур и ее краткое обоснование / Ю.С. Ларионов, Л.Ю. Ларионова // Пути повышения эффективности с.-х. производства: Сб.науч.тр. / ЧГАУ, Челябинск, 1998. – С. 69 – 76.
  22. Мельников Е.К., Рудник В.А., Мусийчук Ю.И., Рымарев В.И., "Патогенное воздействие зон активных разломов земной коры Санкт-Петербургского региона", // Геоэкология, № 4, 52 - 69 (1994).
  23. Прохоров В.Г., Мирошников А.Е., Григорьев А.А., Прохорова Я.В., Сущность, классификация и иерархия геопатогенных зон, // Геоэкология №1, 1998, стр. 37-42.
  24. Рудник В.А., Зоны геологической неоднородности земной коры и их воздействие на среду обитания // Вестник РАН, №8, 713-719, 1996.
  25. Ярославцев Н.А. Гипотеза о существовании в биосфере многоуровневых ячеистых энергоинформационных структур /Н.А. Ярославцев // IV Международный конгресс "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине", 3- 7 июля 2006г., Санкт-Петербург: тез. С-Петерб. гос. электротехн. ун-т . - СПб., 2006.-С.58.
  26. Ярославцев Н.А., Косов А.А., Ларионов Ю.С. Метод фитоиндикации слабых электромагнитных аномалий локального характера растительными тест-объектами в полевых условиях и методика оценки такого влияния // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: Материалы II Межд. науч. практ. конф. – Омск: Из-во ОмГПУ, 2008. с. 164-167.
  27. Ярославцев Н.А., Фитоиндикация слабых малоразмерных геофизических аномалий локального характера при экологической оценке состояния окружающей среды // Омский научный вестник, 2006 № 6 (41), - с 297-300.