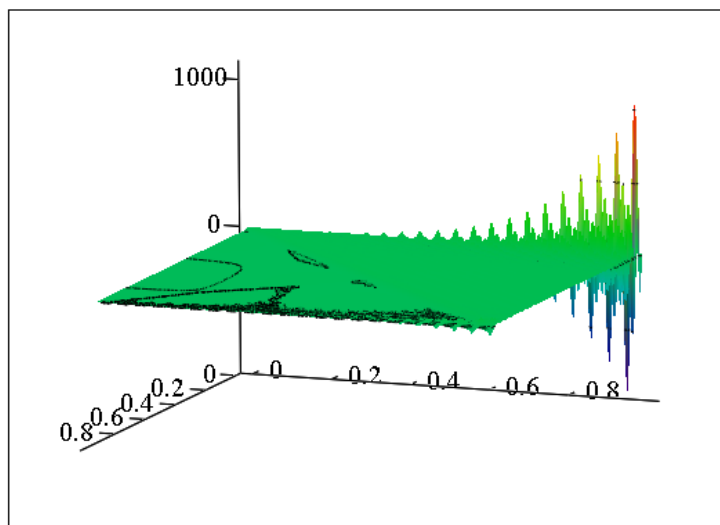


Компьютерная система MathCad – удобный и мощный инструмент, позволяющий решать корректно поставленные задачи математической физики.



U

Рис. 6. Решение в виде поверхности

Список используемых источников

1. Трофимец Е. Н. Информационные технологии математического моделирования в экономических вузах // Образовательные технологии и общество. 2012. Т. 15. № 1. С. 414–423.
2. Трофимец Е. Н. Информационно-аналитические технологии обучения менеджеров в образовательных учреждениях России и за рубежом // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2010. № 1. С. 86–95.
3. Трофимец Е. Н. Интегральный подход в обучении математике студентов – экономистов: монография. Ярославль: Ярославский гос. технический ун-т, 2009.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Е.В. Чурносов

Предложена экспериментально-статистическая модель распределения характеристик электромагнитного поля мобильного телефона, основанная на методологии математического планирования эксперимента. Исследуемая характеристика поля измеряется в расчетных точках пространства вокруг телефона. На основе полученных результатов строится регрессионная модель, позволяющая вычислить величину исследуемого параметра поля в любой точке заданного пространства.

Ключевые слова: мобильный телефон, системный анализ, факторы, электромагнитное поле, математическое планирование эксперимента, коэффициенты модели.

THE EXPERIMENTAL-STATISTICAL MODELLING ELECTROMAGNETIC FIELD OF A MOBILE PHONE

Churnosov E.

The experimental-statistical model electromagnetic field of a mobile phone is offered. The model is based on methods of design of experiment. As a result begins possible to spend the comparative analysis of specificity of influence mobile phone on various functions and subsystems of an organism.

Keywords: mobile phone, the system analysis, electromagnetic field, mathematical planning of experiment, factors of model.

Результат воздействия мобильного телефона на пользователя определяется совокупностью многих факторов, включающих характеристики электромагнитного поля, продолжительность разговора, частоту переговоров и т. д. [1, 2]. Ранее нами была предложена и исследована регрессионная модель, описывающая комбинированное воздействие на пользователя продолжительности разговора и паузы после него в цикле «разговор-пауза» [3, 4, 5]. Эта модель была построена на основе методологии математического планирования эксперимента [6]. В продолжение этих работ представляется важным аналогичным образом построить модели, описывающие зависимость величин параметров поля от совокупных значений координат пространства вокруг телефона. Решение такой задачи позволяет построить в перспективе системную модель, описывающую реакцию пользователя на комбинированное воздействие, с одной стороны, характеристик электромагнитного поля, а с другой стороны, продолжительности разговора, частоты переговоров, способа разговора и других факторов.

Основная задача настоящего исследования состояла в том, чтобы на основе точечных измерений величины мощности электромагнитного излучения в заданном пространстве построить картину его распределения, интерполируя указанные измерения в точках. С этой целью необходимо провести многофакторные эксперименты и по их результатам построить регрессионную модель, описывающую зависимость величины мощности поля от координат пространства.

Необходимо было исследовать плоское поле на уровне ушей человека. На рисунке 1 представлены границы электромагнитного поля и расположение телефона. Использован телефон фирмы Nokia.

Условные обозначения: x_1 – ось координат, перпендикулярная плоскости телефона; x_2 – ось телефона, проходящей через уши испытуемого x_1 .

Правая полуплоскость обращена к лицевой стороне мобильного телефона.

Итак, факторное пространство, в пределах которого должна быть построена модель распространения электромагнитного поля, ограничено двумя осями: x_1 и x_2 . В качестве исследуемых факторов рассматривались координаты этого пространства.

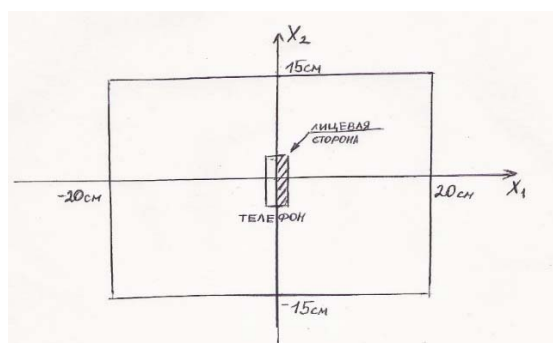


Рис. 1. Схема исследуемого факторного пространства в горизонтальной плоскости вокруг мобильного телефона

Функция отклика (y) – это мощность излучения мобильного телефона в мкВт/см².

Значения факторов представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Значения воздействующих факторов

Условное обозначение	Наименование	Значения факторов						Ед. изм.
		натуральные			кодированные			
		мин.	сред.	макс.	мин.	сред.	макс.	
X_1	Горизонтальная координата	−20	0	+20	−1	0	+1	см
X_2	Вертикальная координата	−15	0	+15	−1	0	+1	см

В исследуемом пространстве факторов (координат) был спланирован полный двухфакторный эксперимент второго порядка, представленный в таблице 2. Здесь же приведены его результаты.

ТАБЛИЦА 2. План и результаты эксперимента

№ опыта	Факторы				Мощность мкВт/см ²	
	нормированные		натуральные		y	$\log_{10} y$
1	-1	-1	-20	-15	30	1,48
2	-1	1	-20	15	30	1,48
3	1	-1	20	-15	30	1,48
4	1	1	20	15	30	1,48
5	1	0	20	0	40	1,6
6	-1	0	-20	0	40	1,6
7	0	1	0	15	90	1,95
8	0	-1	0	-15	90	1,95
9	0	0	0	0	200; 300; 250	2,3; 2,5; 2,4

Примечания: с целью получения статистических оценок модели опыт в средней точке дублирован 3 раза, контрольные значения (без телефона) – 30мкВт/см².

В связи с резким перепадом величин излучаемой мощности, для моделирования целесообразно взять ее логарифм, как показано в таблице 2.

С целью измерения мощности ЭМИ использовался «Измеритель уровней электромагнитных излучений», представленный на рисунке 2.



Рис. 2. Измеритель уровней электромагнитных излучений

По результатам спланированного эксперимента была построена регрессионная модель, коэффициенты которой представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Коэффициенты модели

Условные обозначения	b_0	b_1	b_2	b_{12}	b_{11}	b_{22}
Значения	2,4	0	0	0	–0,68	–0,33

Примечание: все коэффициенты модели статистически значимы, а величины факторов кодированы от –1 до +1.

Модель можно представить следующим образом:

$$\log y = 2,4 - 0,68x_1^2 - 0,33x_2^2. \quad (1)$$

На рисунке 3 представлена графическая интерпретация модели в виде линий равного уровня.

На рисунке 3. видно, что распределение величины мощности представляет собой систему вложенных друг в друга эллипсов, образующих симметричную фигуру с максимумом в центре поля в месте расположения телефона. Здесь логарифм величины мощности равен 2,4, что составляет величину мощности, равную около 250 мкВт/см², что в 2,5 раза больше её допустимой величины (100 мкВт/см²).

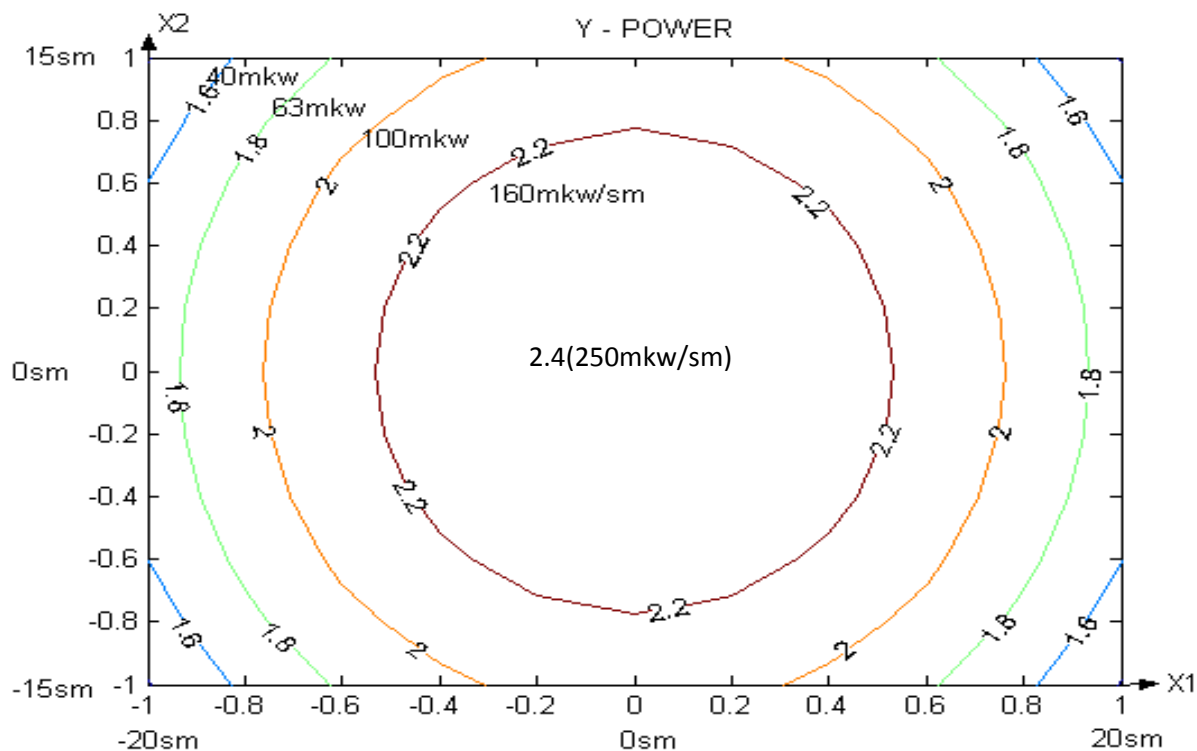


Рис. 3. Графическое представление модели распределения величины мощности в горизонтальной плоскости вокруг мобильного телефона в виде линий равного уровня

Далее важно было оценить на каком расстоянии от телефона величина мощности падает до уровня нормы, т. е. до 10 мкВт/см^2 . На основе модели (1) показано, что это расстояние составляет 10–15 см от МТ.

Список использованных источников

1. Электромагнитные поля и общественное здравоохранение: мобильные телефоны / Информационный бюллетень Международного агентства по изучению рака (МАИР). 2011. № 193. 52 с.
2. Григорьев Ю. Г. Электромагнитное поле мобильных телефонов: влияние на здоровье детей и молодежи // Радиационная биология. 2011. Т. 51. № 4. С. 483–487.
3. Чурносов Е. В. Исследование многофакторного воздействия мобильного телефона на человека // Тезисы 5-го международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», Санкт-Петербург, 2009. С. 182.
4. Чурносов Е. В. Системная оценка влияния мобильного телефона на пользователя // Сборник научных трудов 4-го международного конгресса «Нейробиотелеком – 2010», Санкт-Петербург, 2010. С. 213–216.
5. Чурносов Е. В. Системный контроль влияния мобильного телефона на пользователя // Материалы 5-го международного научного конгресса «Нейробиотелеком – 2012», Санкт-Петербург, 2012. С. 279–285.
6. Грачев Ю. П., Плаксин Ю. М. Математические методы планирования экспериментов. М.: ДеЛи, 2006. 296 с.