

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 57.042:574.24

Г. В. Ломаев, доктор технических наук, профессор
М. С. Емельянова, аспирант
А. С. Соловьева, магистрант
Я. Ю. Кочарян, бакалавр
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МЕТОДИКА СОКРАЩЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ОПЫТОВ
В ГИПОГЕОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ С *G. GALLUS*

*В статье описана методика сокращения продолжительности магнитобиологических опытов в гипогеомагнитных полях. Методика проиллюстрирована в экспериментах с *G. gallus*. Выявлено негативное влияние гипогеомагнитных полей на развитие эмбрионов *G. gallus*.*

Ключевые слова: гипогеомагнитные зоны, эмбрионы *G. gallus*, генератор градиентного поля в объеме инкубатора.

Введение

Магнитные поля (МП) естественных источников (геомагнитное поле) существенно влияют на формирование биологических ритмов. Выявлены достаточно достоверные взаимосвязи между солнечной и геомагнитной активностью и возрастанием проявлений гипертонических кризисов, инфарктов миокарда, психопатологических расстройств [1].

Важным фактом является то, что в разных областях Земли величины напряженности поля отличаются, и вектор поля имеет разное склонение. Существенное влияние оказывает также наличие геомагнитных аномалий. Поэтому следует пользоваться картой магнитного поля Земли. В Ижевске напряженность магнитного поля Земли равна 44,5 А/м, а вектор направлен примерно под 73° по направлению на юго-восток.

Искусственные источники, как правило, в урбанизированных средах создают МП, приводящие к значительным искажениям естественного поля Земли как по интенсивности, так и по направлению вектора поля. В урбанизированной среде возникают так называемые гипогеомагнитные патогенные зоны. Таковыми являются конструкции, при возведении которых используются большие массы ферромагнитных материалов (сталь, чугун, никель, редкоземельные металлы, ферриты и т. д.). Примером могут служить строительные сооружения, возведенные по каркасной или монолитной технологии. При строительстве таких сооружений используется арматура, способная ослаблять, усиливать и менять направление МП Земли [2].

Клинико-физиологическими и эпидемиологическими исследованиями установлено, что гипогеомагнитное МП (ГГМП) в урбанизированной среде участвует в развитии сердечно-сосудистых, онкологических, аллергических заболеваний, болезней кро-

ви, а также оказывает влияние на генетические структуры. При систематическом воздействии оно вызывает выраженные изменения в состоянии здоровья населения, в том числе у лиц, профессионально не связанных с источниками МП, причем эффекты воздействия могут носить отдаленный характер [3]. А результаты измерений искажений МП Земли в строительных сооружениях различного назначения показали, что в помещениях для сельскохозяйственных животных МП Земли бывает ослаблено от 2 до 6 раз, что никак не соответствует нормам СанПиНа [4]. В этом и есть актуальность проблемы.

Ранее были проведены исследования по выращиванию цыплят в ГГМП с ослаблениями в 2, 4 и 6 раз относительно поля Земли [5]. Эксперимент с тремя уровнями полей с одним опытным и одним контрольным инкубаторами и одной парой катушек. Их проведение, в общем, заняло 90 дней. В опытах с эмбрионами цыплят для получения зависимости с 5–10 точками требуется 150–300 дней. В связи с чем необходимость сокращения времени на опыты является актуальной.

Цель данной работы – создание и апробация многоуровневого генератора. Многоуровневый генератор практически реализуется градиентным генератором. В качестве биологического объекта исследования было использовано инкубационное яйцо, произведенное в ООО «Птицефабрика «Вараксино» от кур кросса «Ломан Браун Классик».

Генератор гипогеомагнитного поля в рабочем объеме инкубатора

Инкубатор находился в зоне воздействия ГГМП, градиент которых получили с помощью катушек Гельмгольца (КГ) (рис. 1). Каркас катушек имел квадратную форму – это самый экономичный вариант [6].

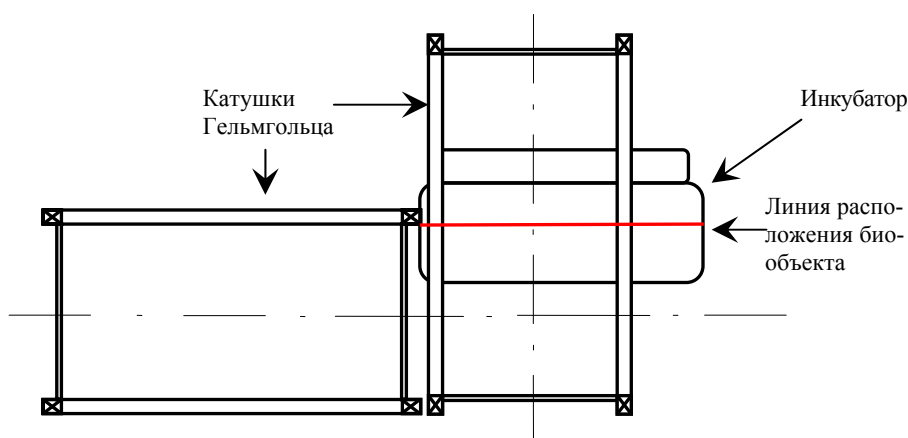
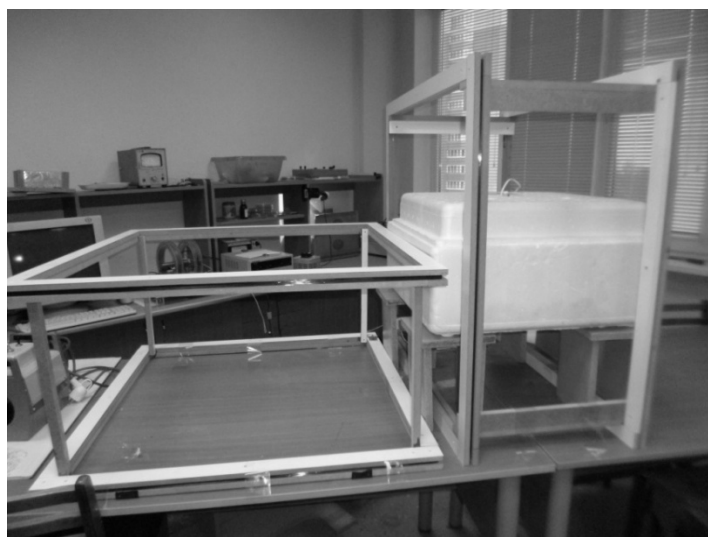


Рис. 1. Внешний вид и схема экспериментальной установки для магнитобиологических опытов с инкубатором

Токи через катушки КГ устанавливались такими, чтобы получить зависимость поля в объеме инкубатора на линии расположения яиц такой, как она изображена на рис. 2.

Перед закладкой опыта решетка инкубатора разматывалась электромагнитом. В процессе инкубации яйца перекачиваются на расстояние своего диаметра через каждые четыре часа. Поэтому магнитное поле для каждого яйца будет пульсирующим, наложенным на определенное ослабленное поле Земли (табл. 1 и 2).

Максимальная амплитуда пульсаций в первом интервале при максимальном ослаблении магнитного поля Земли и даже его инверсии от $-5,7$ А/м до $19,6$ А/м. Чем меньше ослабление поля Земли, тем меньше амплитуда пульсаций (рис. 2).

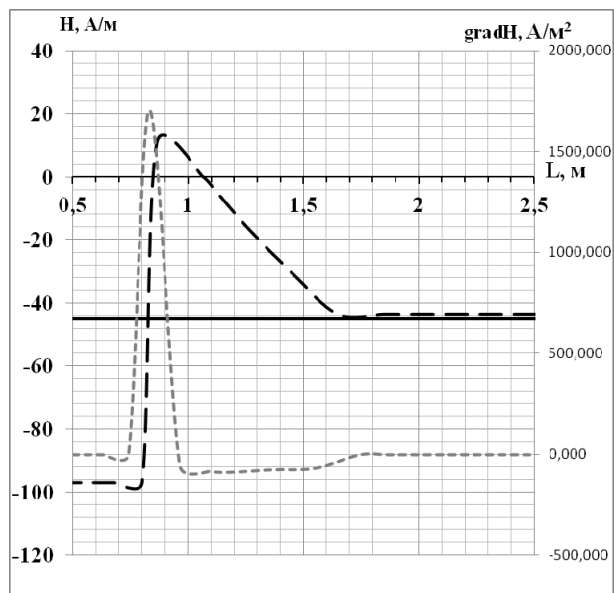


Рис. 2. График распределения магнитного поля и его градиента в инкубаторе

Таблица 1. Параметры магнитного поля в ячейках решетки инкубатора

Параметр	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	4-й ряд	5-й ряд	6-й ряд	7-й ряд	8-й ряд	9-й ряд
Значение магнитного поля, А/м	-4,794	22,56	32,712	39,903	47,094	44,415	49,209	48,645	49,491
	-4,23	19,599	30,174	36,942	42,159	53,721	44,274	44,274	44,697
	-4,23	17,484	26,649	33,135	30,033	35,532	39,903	41,172	40,467
	-8,46	16,779	26,085	31,725	30,315	35,814	40,185	42,723	42,582
	-7,05	16,779	27,495	32,994	30,879	35,955	41,595	43,287	42,723
	-4,23	20,445	28,905	34,827	30,879	37,224	40,89	44,697	46,389
	-7,05	23,265	31,725	37,365	43,005	41,031	44,133	45,543	47,235
Среднее значение, А/м	-5,72	19,56	29,11	35,27	36,34	40,53	42,88	44,33	44,8
Номер интервала гистограммы	1		2		3		4		
Среднее значение, А/м	7,0		32,2		38,5		44,8		
Диапазон интервала, А/м	-5,7-19,6		29,0-35,3		40,5-36,3		43,0-45,0		

Таблица 2. Границы уровней пульсирующих полей, градиенты полей для разных рядов яиц

Ряд	1	2	3	4	5	6	7	8
Градиент, А/м ²	50,56	19,1	12,32	2,14	8,38	4,7	2,9	0,94
Верхний и нижний уровни пульсаций, А/м	-5,72-19,56	19,56-29,11	29,11-35,27	35,27-36,34	36,34-40,53	40,53-42,88	42,88-44,33	44,33-44,8

Процесс инкубации в градиентном ГМП

Использовались инкубаторы ИБ2НБ вместимостью 63 яйца, работающие по стандартному режиму микроклимата. Один опытный в ГМП, другой контрольный в естественном поле Земли. Поворот яиц электроприводом осуществляется посредством сетки с ячейками (количество 63 шт., размер 50×63 мм, диаметр проволоки 1,7 мм) под яйцо из малоуглеродистой стали. Решетка предварительно размагничивалась. Магнитные поля внутри катушки и инкубатора измерялись приборами ИГМП-3К (постоянное МП), РИЭМП-50 (переменное поле частотой 50 Гц).

Контроль температуры и влажности осуществляли два раза в день посредством технического термометра (ТУ 25-2021.010-10 ТТМ) и метеостанции.

Эмбриональное развитие птиц возможно лишь при определенных внешних условиях. Необходимы соответствующий обогрев яиц, достаточно влажный, чистый и насыщенный кислородом воздух окружающей среды, правильное положение и перемещение яиц во время инкубации. Комплекс всех этих факторов называют режимом инкубации.

Опыт проводили на стадии эмбрионального развития в градиентном ГМП. На 1-е, 7-е, 11-е и 18-е сутки производилось контрольное взвешивание яиц.

В течение 21 дня масса яиц постепенно снижалась, отходя от нормативных показателей. Отклонение потери массы яиц негативно сказывается на развитии эмбриона, в частности, на потреблении им веществ, необходимых для жизнедеятельности, из питательной среды яйца.

Также в контрольные дни производился забор крови. Для этого просвечивали яйцо на овоскопе, чтобы увидеть наиболее широкий сосуд крови. Далее вводили инсулиновую иглу сквозь скорлупу и брали кровь. Все полученные данные записывали в журнал наблюдений.

Поворот яиц прекращали на 18-е сутки с начала инкубации. С вылуплением птенцам присваивались порядковые номера, совпадающие с номерами яиц, из которых они вылупились. После высыхания оперения птенцов отсаживали от еще непророщившихся яиц в сухой теплый короб под электрическую лампу дневного света.

Результаты опытов и их обсуждение

В ходе проделанного опыта провели патолого-анатомическое вскрытие и получили следующие результаты. Яйца, лежавшие в поле с отрицательным значением магнитного поля, оказались неоплодотворенными: полное отсутствие формирования внутренних органов, наличие внутри скорлупы желтка и белка.

Яйца, ориентированные в середине инкубатора со средним значением магнитного поля 32 А/м, остановились в развитии: недоразвитость фабрициевой сумки, которая является центральным органом иммунитета у птиц (на ранних стадиях развития), плотная слизистая оболочка, неполное формирование внутренних органов, ориентация внутренних органов вне цыпленка (рис. 3).



Рис. 3. Эмбрион, расположенный в интервале полей 29,0–35,3 А/м

Яйца, находившиеся в интервале полей 36,3–40,5 А/м, были оплодотворены, но особи в последующем оказались слабыми (рис. 4): малоактивные, не держат осанку, сгорблены, имеют свалывшийся пух.



Рис. 4. Фото цыплят: опытная группа (фото слева) и контрольная (фото справа)

Наблюдение продолжали после 21-го дня (день вылупления), так как на этот момент были яйца с проклевом.

Каждому яйцу были присвоены порядковые номера. Каждый ряд соответствует определенному полю (табл. 1). На схему нанесена информация о выводе цыплят (цифра в кружке – цыпленок выжил, цифра в скобке – цыпленок вылупился, но не выжил) (рис. 5).

Для построения гистограммы разделим ряды на группы таким образом, чтобы в интервал каждой группы попадало ненулевое количество вылупившихся цыплят.

Результаты обработки приведены в виде гистограммы (рис. 6) и графика (рис. 7).

57	50	43	36	29	22	15	8	1
58	51	44	(37)	30	23	16	9	2
59	(52)	(45)	(38)	31	24	17	(10)	3
(60)	(53)	(46)	39	(32)	(25)	(18)	(11)	(4)
(61)	54	(47)	(40)	(33)	(26)	(19)	12	(5)
62	55	48	41	(34)	(27)	(20)	13	6
63	56	49	42	35	28	21	14	7

Рис. 5. Схема с расположениями яиц в инкубаторе

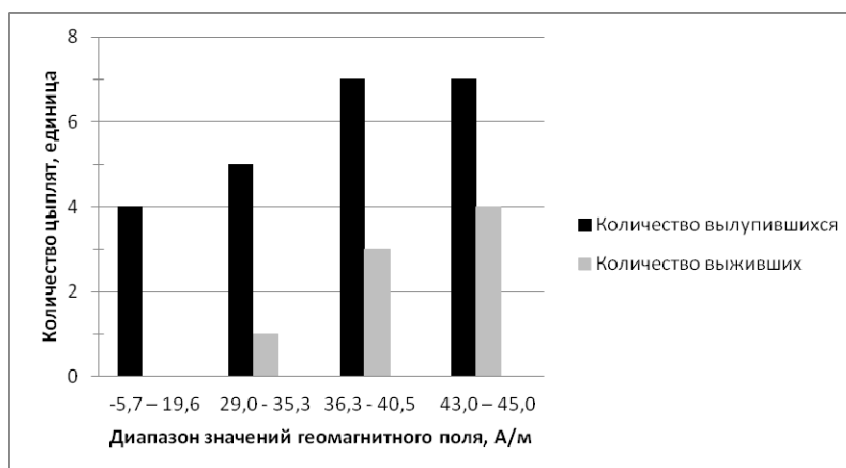


Рис. 6. Гистограмма количества вылупившихся и выживших цыплят в зависимости от значения геомагнитного поля

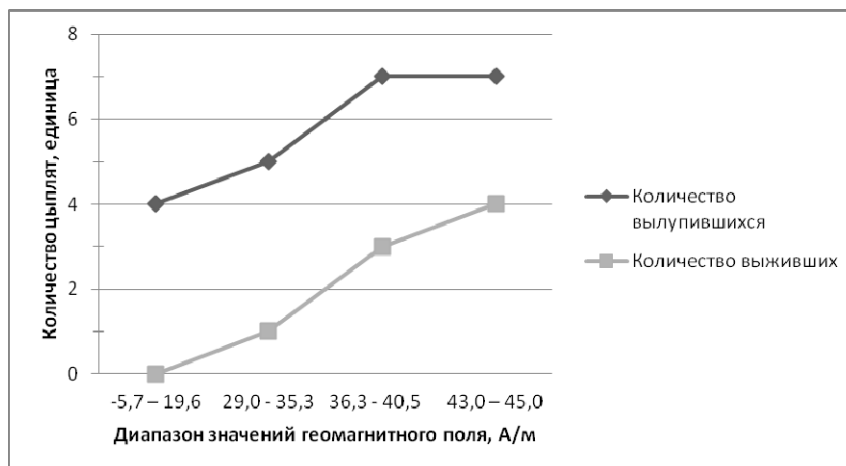


Рис. 7. График количества вылупившихся и выживших цыплят в зависимости от значения геомагнитного поля

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1) применение многоуровневого (градиентного) генератора ГГМП сократило время проведения опыта с *G. gallus* со 100 до 25 суток, то есть в четыре раза;

2) наличие градиента магнитного поля в инкубаторе дает возможность проведения исследования с разными параметрами гипогеомагнитного поля, включая его инвертирование;

4) морфометрический анализ органов эмбрионов *G. gallus* и молодняка птицы показал патологическое развитие опытной группы как на ранних стадиях эмбрионального развития, так и при последующем онтогенезе;

5) уровень ослабления геомагнитного поля влияет на степень угнетения функционально значимых систем жизнеобеспечения исследуемого биообъекта. Чем сильнее уровень ослабления магнитного поля Земли, тем заметнее угнетение организма;

6) результаты опыта в градиентном ГГМП качественно не отличаются от результатов исследований, проведенных ранее [7].

Lomaev G. V., DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU;
Emelyanova M. S., Post-graduate, Kalashnikov ISTU;
Solovyeva A. S., Master's degree student, Kalashnikov ISTU;
Kocharyan Ya. Yu., BS, Kalashnikov ISTU

Method of reducing the duration of magnetobiological hypogeomagnetic experience in fields with *G. gallus*

The article describes a method of reducing the length of trials in magnetobiological hypogeomagnetic fields. The technique is illustrated in experiments with G. gallus. The negative impact of hypogeomagnetic fields on embryonic development of G. gallus is revealed.

Keywords: hypogeomagnetic zones, embryos *G. gallus*, the generator of the gradient field in the volume of the incubator.

Получено: 16.06.15

Библиографические ссылки

1. Дубров А. П. Геомагнитное поле и жизнь / под ред. Ю. А. Холодова. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 176 с.
2. Ломаев Г. В., Орбан Й., Кулешов Д. С., Рябов Ю. Г. Гипогеомагнитная экология и безопасность современных строительных сооружений. – Ижевск, 2010.
3. Novikov V. V., Ponomarev V. O., Novikov G. V., Kuvichkin V. V., Yablokova E. V., Fesenko E. E. Effects and molecular mechanisms of the biological action of weak and extremely weak magnetic fields//Biophysics, 2010. – Vol. 55. – № 4. – P. 565–572.
4. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09. Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях : офиц. текст. – М. : Минздрав России, 2003.
5. Ломаев Г. В., Емельянова М. С. Влияние вариаций магнитного поля земли на эмбриональное развитие *G. Gallus* // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1 (23). – 127 с.
6. Ломаев Г. В., Козловская Н. В., Емельянова М. С., Кулешова Д. С., Камалова Ю. Б., Редькина Т. А. Учебно-исследовательская лаборатория электромагнитной экологии // Магнитные явления : сб. статей / под ред. проф. Г. В. Ломаева. – Вып. 4. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012 – 140 с.
7. Ломаев Г. В., Емельянова М. С. Влияние вариаций магнитного поля земли на эмбриональное развитие *G. Gallus* // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1 (23). – 127 с.
