

Shpak D. A., Matveenko A. A., Podieiachikh S. V., Sukiasov S. V. – 7 s.

30. Kulikovskii, A. A. Sistema gorodskikh raspredelitelnykh setei nizkogo napriazheniia s iskusstvennymi neitralnymi tochkami // Elektrichestvo. – 1947. – No. 9. – S. 45.

31. STO 34.01-21.1-001-2017. Raspredelitelnye elektricheskie seti napriazheniem 0,4-110 kV. Trebovaniia k tekhnologicheskomu proektirovaniuu. – URL: https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%9E_34.01-21.1-001-2017 (data obrashcheniia: 03.04.2022).



УДК 621.311

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-212-6-104-108

Е.В. Титов, А.Г. Казакеев, С.Г. Казакеев
E.V. Titov, A.G. Kazakeev, S.G. Kazakeev

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ВЛАЖНОСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

PRELIMINARILY EVALUATION OF MAGNETIC FIELD BEHAVIOR UNDER HUMIDITY INFLUENCE

Ключевые слова: магнитная составляющая электромагнитного поля, влажность воздуха, электромагнитная обстановка, контроль магнитного поля, экспериментальная установка, измерители магнитной составляющей, предварительная оценка, влажностное воздействие, характер изменения магнитного поля.

Рассматриваются вопросы оценки поведения постоянного и переменных составляющих магнитного поля в ограниченном частотном диапазоне при изменении влажности воздуха, что является крайне важным для контроля и оценки электромагнитной обстановки внутри и вне помещений. Проведен предварительный эксперимент по выявлению общих закономерностей влияния влажности на постоянное и переменное магнитные поля на частотах 50 Гц, 30 кГц, 3 МГц, 30 МГц и 50 МГц. Влажность воздуха изменялась с использованием микрораспылителя. Контроль влажности проводился с помощью разработанного автоматизированного датчика. Поведение магнитной составляющей электромагнитного поля в диапазоне до 50 МГц оценивалось с помощью измерителя постоянного магнитного поля (МТМ-01), измерителя параметров электрического и магнитного полей в частотном диапазоне 5 Гц-400 кГц (BE-meter-AT-004) и измерителя уровня электромагнитных излучений ПЗ-41, позволяющего проводить контроль в диапазоне от 10 кГц до 40 ГГц. Представлены графики изменения напряженности постоянного и пе-

ременных магнитных полей исследуемых частотных составляющих с учетом влияния влажности воздуха.

Keywords: electromagnetic field magnetic component, air humidity, electromagnetic environment, magnetic field measurement, experimental installation, magnetic component meters, preliminary evaluation, humidity effect, magnetic field behavior.

This paper discusses the issues of evaluating the behavior of the constant and variable components of the magnetic field in a limited frequency range with changes of air humidity. This is very important for monitoring and evaluating the electromagnetic environment inside and outside the premises. A preliminary experiment was carried out to identify general patterns of humidity influence on permanent and alternating magnetic fields at frequencies of 50 Hz, 30 kHz, 3 MHz, 30 MHz and 50 MHz. The air humidity was changed by using a micro-sprayer. The humidity was measured by using a developed automated sensor. The behavior of the magnetic component of the electromagnetic field in the range up to 50 MHz was evaluated using a constant magnetic field meter (MTM-01), a meter of electric and magnetic field parameters in the frequency range of 5 Hz - 400 kHz (BE-meter-AT-004) and a meter of electromagnetic radiation level P3-41 which allowed monitoring in the range from 10 kHz to 40 GHz. The graphs of changes in the intensity of the constant and variable magnetic fields of the studied frequency components are presented taking into account the influence of air humidity.

Титов Евгений Владимирович, д.т.н., доцент, вед. науч. сотр., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: 888tev888@mail.ru.

Titov Evgeniy Vladimirovich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Leading Researcher, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russian Federation, e-mail: 888tev888@mail.ru.

Казакеев Александр Геннадьевич, студент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: golodorr@gmail.com.

Казакеев Сергей Геннадьевич, студент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sergey_kazakeev@mail.ru.

Kazakeev Aleksandr Gennadevich, student, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russian Federation, e-mail: golodorr@gmail.com.

Kazakeev Sergey Gennadevich, student, Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sergey_kazakeev@mail.ru.

Введение

Человек в современном мире постоянно находится под воздействием электромагнитных волн, излучаемых различным электрооборудованием и устройствами, используемыми в быту и на производственных объектах [1, 2]. В условиях одновременного воздействия нескольких источников электромагнитного излучения необходимо не только контролировать широкий набор параметров, характеризующих электромагнитное поле (ЭМП) [3, 4], но и учитывать параметры микроклимата в силу того, что при определенных условиях, например, при изменении влажности воздуха может существенно изменяться электромагнитная обстановка [2].

В мировой науке известны результаты исследований по выявлению факторов, оказывающих влияние на отдельные составляющие электромагнитного поля в узких частотных диапазонах, например, амплитудные колебания плотности потока энергии в частотном диапазоне более 1 ГГц при изменении влажности [5, 6]. Однако при контроле и оценке электромагнитной обстановки влияние влажности воздуха на электромагнитную обстановку не учитывается [1-4].

Целью исследования является определение предварительных закономерностей поведения магнитного поля в ограниченном частотном диапазоне при изменении влажности воздуха для контроля и оценки электромагнитной обстановки внутри и вне помещений.

Объекты и методы

Для достижения поставленной цели проведен предварительный эксперимент по выявлению общих закономерностей влияния влажности на постоянное (ПМП) и переменные магнитные поля на частотах 50 Гц, 30 кГц, 3 МГц, 30 МГц и 50 МГц. Расстояние от корпуса лабораторной установки, разработанной с участием авторов, которая позволяет генерировать магнитную со-

ставляющую электромагнитного поля в исследуемой полосе частот, до точки контроля принималось 10 см [7].

Влажность воздуха изменялась с использованием микрораспылителя. Контроль влажности проводился с помощью разработанного автоматизированного датчика. Поведение магнитной составляющей электромагнитного поля оценивалось с помощью специальных устройств для измерения постоянного магнитного поля (МТМ-01) и переменных магнитных полей в диапазоне частот от 50 Гц до 50 МГц (BE-meter-AT-004 и ПЗ-41) [8].

Экспериментальная часть

В ходе эксперимента были получены результаты, показанные в таблице.

Для визуального представления закономерности данные предварительного эксперимента показаны на рисунках 1-6.

Таблица

Результаты измерения напряженности постоянного и переменных магнитных полей при изменении влажности воздуха

Частота	Напряженность магнитного поля H, А/м			
	относительная влажность воздуха φ, %			
	фон	25%	50%	75%
ПМП	-	41,194	37,283	30,571
50 Гц	0,836	21,159	18,725	18,606
30 кГц	0,0019	2,031	1,542	0,974
3 МГц	0,0358	1,573	1,336	0,752
30 МГц	0,0247	0,685	0,538	0,506
50 МГц	0,0347	0,829	0,533	0,377

Представленные графики ясно показывают, что при увеличении влажности воздуха значительно снижается интенсивность постоянного и переменных магнитных полей на частотах 50 Гц, 30 кГц, 3 МГц, 30 МГц и 50 МГц.

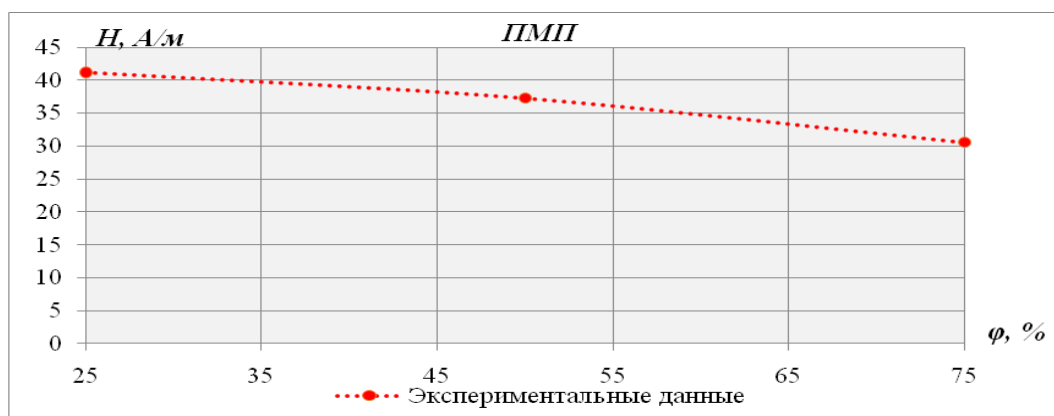


Рис. 1. Напряженность постоянного магнитного поля при изменении влажности воздуха

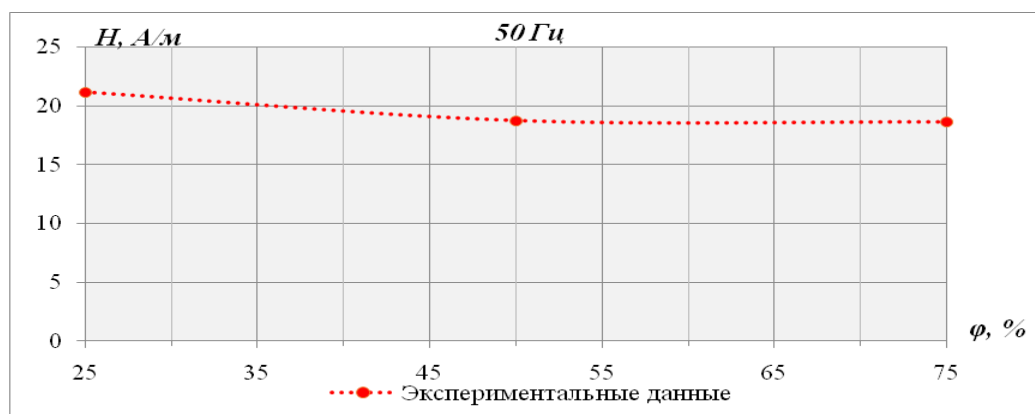


Рис. 2. Напряженность магнитного поля частотой 50 Гц при изменении влажности воздуха

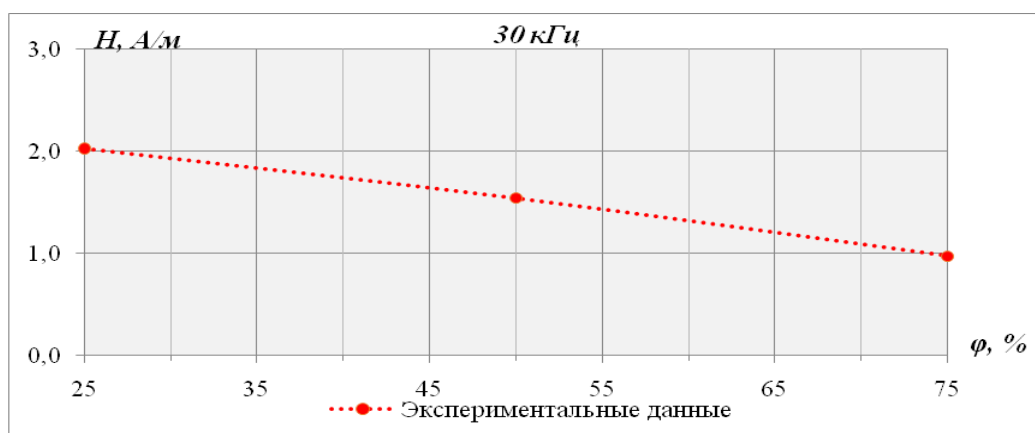


Рис. 3. Напряженность магнитного поля частотой 30 кГц при изменении влажности воздуха

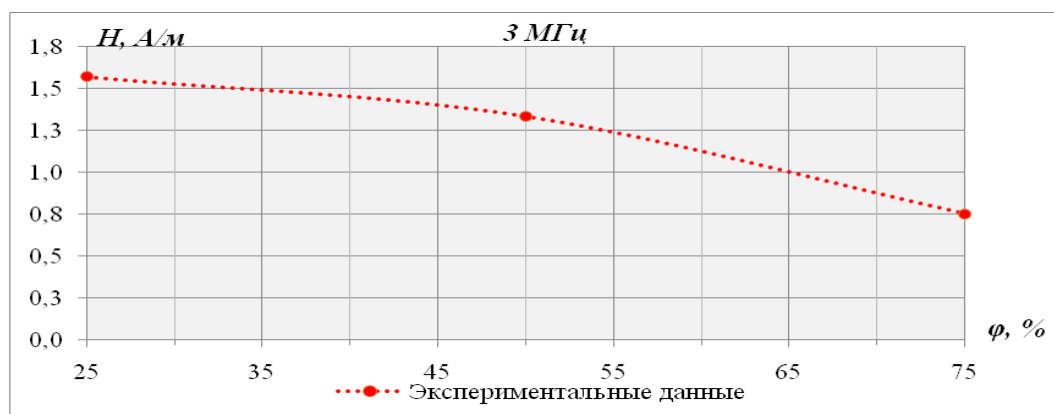


Рис. 4. Напряженность магнитного поля частотой 3 МГц при изменении влажности воздуха

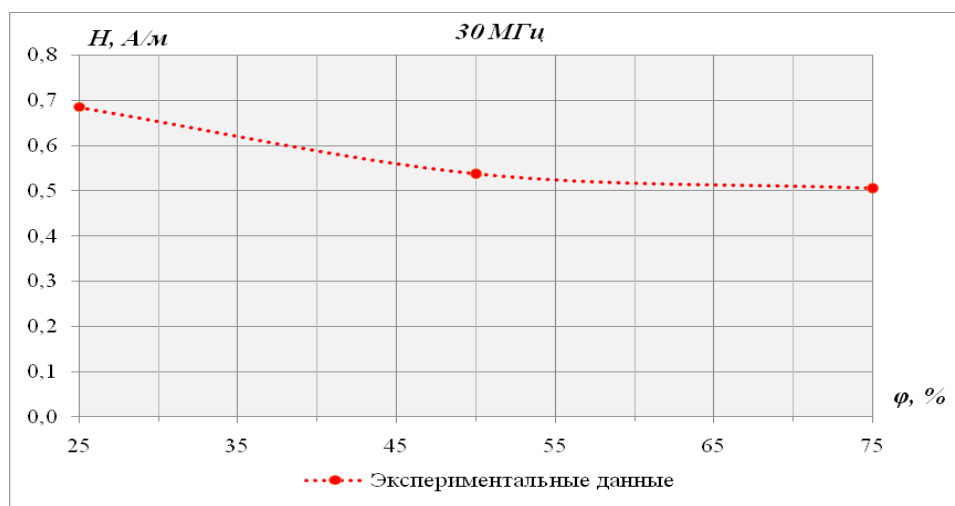


Рис. 5. Напряженность магнитного поля частотой 30 МГц при изменении влажности воздуха

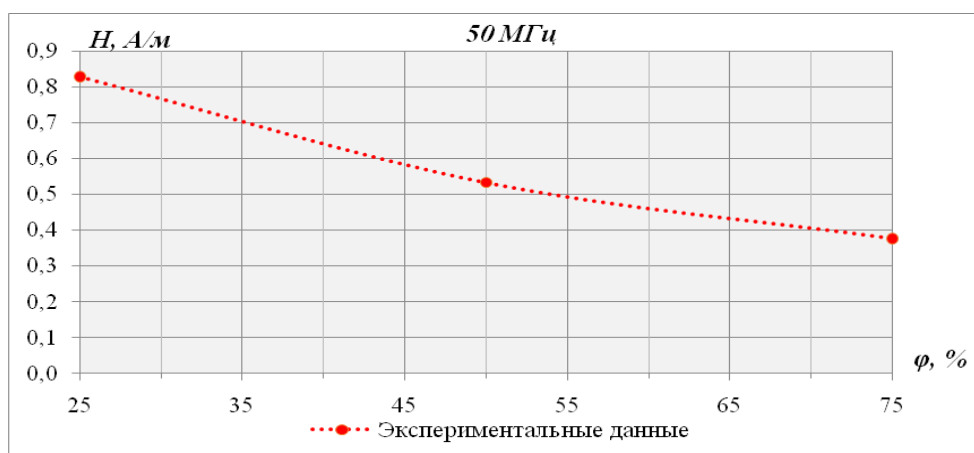


Рис. 6. Напряженность магнитного поля частотой 50 МГц при изменении влажности воздуха

Заключение

Полученные результаты предварительного эксперимента подтверждают зависимость магнитного поля от влажности воздуха и обосновывают уменьшение интенсивности постоянных и переменных магнитных полей в диапазоне частот от 50 Гц до 50 МГц при повышении влажности.

Библиографический список

1. Рек. МСЭ-R V.431-8. Номенклатура диапазонов частот и длин волн, используемых в электросвязи / Международный союз электросвязи, 2015. – 5 с. – Текст: непосредственный.
2. World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health. – URL: <https://www.who.int/peh-emf/publications/factsheets/en> (дата обращения: 14.02.2022). – Режим доступа: свободный.
3. СанПиН 2.1.8/2.2.4.2490-09. Электромагнитные поля в производственных условиях. Изменения N 1 к СанПиН 2.2.4.1191-03. – 2009. – 7 с. – Текст: непосредственный.

4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. – 1996. – 30 с. – Текст: непосредственный.

5. Зотов, К. Н. Применение генераторов белого шума для систем управления дронами в канале Wi-fi / К. Н. Зотов, Р. Р. Жданов, П. Е. Филатов. – Текст: электронный // Информационные технологии. – 2021. – Т. 19, № 2. – С. 232-238. – URL: <https://doi.org/10.18469/ikt.2021.19.2.12> (дата обращения: 14.01.2022). – Режим доступа: свободный.

6. Куликова, Л. В. Основы электромагнитной совместимости: учебник для вузов / Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников. – Изд. 4-е, стер. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 404 с. – ISBN 978-5-4499-1175-9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44365216> (дата обращения: 05.03.2022). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст: электронный.

7. Soshnikov, A., Migalev, I., Titov, E. (2018). A Mobile System for Integrated Characterization of

Electromagnetic Radiation Danger. *Russian Electrical Engineering*. 89. 685-688. DOI: 10.3103/S106837121812009X.

8. Titov E.V., Soshnikov A.A., Migalev I.E. (2022). Computer Imaging of Electromagnetic Environment in Air Space with Industrial Electromagnetic Field Sources in Conditions of Combined Influence of EM Radiation. *J. Electromagn. Eng. Sci.* 22(1):34-40. – DOI: <https://doi.org/10.26866/jees.2022.1.r.58>.

References

1. Rek. MSE-R V.431-8. Nomenklatura dia-pazonov chastot i dlin voln, ispolzuemykh v el-ektrosviazi. – Mezhdunarodnyi soiuz elektrosviazi, 2015. – 5 s.

2. World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health. – URL: <https://www.who.int/peh-emf/publications/factsheets/en> (data obrashcheniia: 14.02.2022).

3. SanPiN 2.1.8/2.2.4.2490-09. Elektromagnitnye polia v proizvodstvennykh usloviakh. Izmene-niia N 1 k SanPiN 2.2.4.1191-03, 2009. – 7 s.

4. SanPiN 2.2.4/2.1.8.055-96. Elektromagnitnye izlucheniia radiochastotnogo diapazona, 1996. – 30 s.

5. Zotov, K.N. Primenenie generatorov belogo shuma dlia sistem upravleniia dronami v kanale Wi-Fi / K.N. Zotov, R.R. Zhdanov, P.E. Filatov // In-fokommunikatsionnye tekhnologii. – 2021. – T. 19. – No. 2. – S. 232-238. – DOI: <https://doi.org/10.18469/ikt.2021.19.2.12> (data obrashcheniia: 14.01.2022).

6. Kulikova L.V. Osnovy elektromagnitnoi sovmestimosti: uchebnik dlia vuzov / L.V. Kulikova, O.K. Nikolskii, A.A. Soshnikov. – Izd. 4-e, ster. – Moskva; Berlin: Direkt-Media, 2020. – 404 s. ISBN 978-5-4499-1175-9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44365216> (data obrashcheniia: 05.03.2022).

7. Soshnikov, A., Migalev, I., Titov, E. (2018). A Mobile System for Integrated Characterization of Electromagnetic Radiation Danger. *Russian Electrical Engineering*. 89. 685-688. DOI: 10.3103/S106837121812009X.

8. Titov E.V., Soshnikov A.A., Migalev I.E. (2022). Computer Imaging of Electromagnetic Environment in Air Space with Industrial Electromagnetic Field Sources in Conditions of Combined Influence of EM Radiation. *J. Electromagn. Eng. Sci.* 22(1):34-40. – DOI: <https://doi.org/10.26866/jees.2022.1.r.58>.



УДК 621.313.3
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-212-6-108-114

А.П. Моисеев, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков
A.P. Moiseev, A.V. Volgin, E.A. Chetverikov

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПОВОРОТА ЯИЦ В БЫТОВЫХ ИНКУБАТОРАХ

EGG TURNING DRIVE CONTROL SYSTEM IN HOUSEHOLD INCUBATORS

Ключевые слова: инкубатор, система автоматического управления, программируемый логический контроллер.

Keywords: incubator, automatic control system, programmable logic controller.