

## УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГИПОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

© 2024 г. Мария Сергеевна Емельянова<sup>1\*</sup>, Виталий Васильевич Муравьев<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> – ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», 426069 Ижевск,  
ул. Студенческая, д. 7

\* - pmkk@istu.ru

Существенным экологическим фактором, определяющим гармоничное развитие всех функциональных систем живого организма в месте его пребывания, является геомагнитное поле (ГМП), действующее в окружающей среде. Данная работа посвящена совершенствованию существующих методов и аппаратных средств с использованием магнитных полей (МП) для диагностики природной среды и исследованию влияния ослабленного магнитного поля на развитие биологических объектов [1].

Цель работы: совершенствование существующих методов и аппаратных средств с использованием магнитных полей для диагностики природной среды по результатам воздействия на биообъекты разного уровня, способствующее повышению экологической безопасности окружающей среды.

Разработан многоуровневый генератор МП, в котором одновременно можно провести опыты с несколькими уровнями ослабления магнитного поля Земли и за один эксперимент построить зависимость с небольшим интервалом квантования МП. В качестве объектов влияния ГМП выбраны представители различных царств (эмбрионы птиц, личинки пчел, семена растений). На базе данного генератора разработана методика магнитобиологического опыта. Оценены артефакты, которые появились в результате анализа условий эксперимента, такие как: поля рассеяния от решетки инкубатора, от мотора,двигающего решетку, от нагревателя. Особенно большое внимание было уделено полям от нагревателя, поскольку МП нагревателя (50 Гц) лежат в диапазоне возможных циклотронных резонансов, что помешало бы чистоте экспериментов.

Разработанный многоуровневый генератор позволяет создать градиент магнитного поля в горизонтальной плоскости при постоянной вертикальной составляющей. Данный генератор обеспечивает опыты с биологическими объектами в рабочей зоне не менее 0,25 м<sup>3</sup>. Применение в исследованиях разработанного многоуровневого генератора позволило сократить время экспериментов более чем в пять раз. Разработанные варианты конструкций многоуровневого генератора позволяют проводить разнообразные магнитобиологические опыты: в однородном и градиентном магнитных полях; с

инверсией магнитного поля и переходом через нулевое значение; в комбинированных магнитных полях.

Проведено математическое моделирование магнитных полей в заданном объеме. Впервые проведено системное изучение биообъектов, развивающихся в различных магнитных условиях, на нескольких уровнях организации живой материи.

Определен допустимо возможный уровень ослабления магнитного поля, который не приводит к заметному ухудшению экологической безопасности окружающей среды и к патологическим изменениям в живом организме. Определены экологические уровни ослабления магнитного поля Земли, не приводящие к изменениям морфологических и структурных характеристик биообъекта. Впервые исследовано влияние различных уровней ослабления на морфометрические признаки и этологические критерии биообъектов. Обнаружены изменения анатомических показателей биообъектов в зависимости от уровня ослабления МП.

По итогам проведенных испытаний предложена и экспериментально подтверждена методика проведения магнитобиологического опыта в условиях инкубатора с использованием разработанного многоуровневого генератора градиентного поля в пределах от 1 до 100 А/м<sup>2</sup>. По результатам исследования изготовлена установка, позволяющая проводить опыты одновременно с несколькими биологическими объектами в МП, ослабленных до различных уровней, что сокращает сроки проведения экспериментального исследования в 5-10 раз. Наличие сопутствующих техногенных полей промышленной частоты не оказывает заметного влияния на онтогенез эмбриона.

Последствия развития биообъекта в слабом ГМП напрямую зависят от уровня его ослабления: чем сильнее ослаблено ГМП, тем заметнее становятся патологии в развитии на эмбриональной стадии онтогенеза. Установлено, что ослабление магнитного поля Земли более, чем в два раза, является экологическим уровнем, на котором становятся заметны морфологические и структурные изменения в онтогенезе биообъекта (на примере личинок пчел, эмбрионов птиц, семян тыквы).

Эмбрионы птиц, личинки пчел и семена тыквы, относящиеся к различным таксономическим группам, проявляют идентичную реакцию на ослабление ГМП, что дает возможность говорить о существовании схожих механизмов магниточувствительности данных биообъектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ломаев Г.В., Емельянова М.С. Исследование соленоида как источника однородного магнитного поля в магнитобиологических опытах // Интеллектуальные системы в производстве: 2020. Т. 18, № 4. С. 47–53. – DOI 10.22213/2410-9304-2020-47-53.