

УДК: 619:615.847.8

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.393

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИБОРА УМИ-05-B

Чуваев И.В.*¹ – канд. биол. наук, гл. ветеринар. врач клиники;
Будник Ж.С.¹ – ст. ветеринар. врач клиники; Яшин А.В.² – д-р ветеринар. наук, проф.,
проф. кафедры внутренних болезней животных им. А.В. Синева.

¹ ООО «Институт Ветеринарной Биологии»

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
ветеринарной медицины»

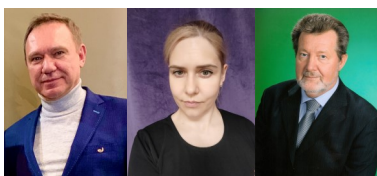
*vireclin@mail.ru

Ключевые слова: магнитотерапия, УМИ-05-B, импульсное магнитное поле.
Key words: magnetic therapy, uroliths, UMI-V-05, pulsed magnetic field.

Поступила: 04.06.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

Изучены некоторые физические характеристики ветеринарного физиотерапевтического прибора УМИ – 05-B. С помощью милитесламетра ТПУ 02 определена магнитная индукция на разных уровнях мощности. Замер магнитной индукции проводили для каждого значения мощности. Зонд милитесламетра размещали непосредственно на рабочей поверхности, в центре индуктора. Установлено, что минимальная магнитная индукция прибора составляет $350 \pm 6,0$ мТл, а максимальная $1058 \pm 10,0$ мТл. Во время работы устройства нагрев индуктора определялся с использованием тепловизора и секундомера. В течение рекомендуемого временного диапазона (10 минут) температура индуктора не превышала 46°C . Определение частоты импульсного излучения в зависимости от величины магнитной индукции проводили при помощи секундомера. На каждой рабочей мощности проводили подсчет количества импульсов за минуту и высчитывали количество импульсов в секунду (определение частоты). Выявлено, что УМИ-05-B является низкочастотным источником импульсного магнитного излучения с максимальной частотой 1.3 Гц при минимальной магнитной индукции $350 \pm 6,0$ мТл и минимальной частотой 0.1 Гц при максимальной магнитной индукции $1058 \pm 10,0$ мТл. При помощи линейки и милитесламетра ТПУ 02 определена степень затухания магнитного импульса в зависимости от расстояния до рабочей поверхности УМИ – 05 – В. Зафиксировано, что величина магнитной индукции меняется обратно пропорционально расстоянию от индуктора. Изучена проникающая способность электромагнитного импульса через разные среды: биологические и не биологические при помощи милитесламетра ТПУ 02. Биологические ткани (мышечная, костная) и некоторые небиологические среды не влияют на прохождение электромагнитного импульса, в то время как сталь в значительной степени снижает прохождение импульса.

ВВЕДЕНИЕ/INTRODUCTION

Магнитотерапия как метод физиотерапевтического воздействия на организм, с успехом применяется как в медицине, так и в ветеринарии [1, 2, 3].

В основе физиологического и лечебного действия магнитных полей, лежат различные механизмы, среди которых можно выделить такие как эффект наведения индукционных токов в токопроводящих средах организма (эффект Холла), магнитомеханические воздействия на биоэлектрические процессы, воздействия магнитных полей на материальные тела (эффект Лоренца) например – мембраны, которые являются так же источниками магнитного поля в период деполяризации, реполяризации. Кроме того, магнитомеханический эффект влияет на функциональную активность ферментов, рецепторов и других биологических макромолекул, в активных центрах которых имеется множество атомов, несущих неспаренные валентные электроны [4].

По данным литературы, наиболее биологически активными являются низкочастотные переменные магнитные поля и импульсные магнитные поля (ИМП). Связано это прежде всего с их высокой проникающей способностью и с более высокой чувствительностью к ним клеток организма. Так, пороговая чувствительность биологических тканей к импульсным магнитным полям составляет 0,1 мТл, к переменным – 3 мТл, а к постоянным – 8 мТл [5].

Низкочастотные магнитные поля могут оказывать влияние на многие функции организма и индуцировать целый ряд физико-химических реакций на молекулярном уровне, при этом на процесс могут оказывать влияние как магнитоэлектрические свойства самих молекул, образующих биологические структуры, так и параметры поля, воздействующего на эти молекулы [6].

Магнитотерапия оказывает на организм животного целый ряд лечебных эффектов, среди которых можно выделить такие как: противовоспалительный, анальгезирующий, противоотечный, улуч-

шение трофики и микроциркуляции тканей и пр.

Основой лечебного воздействия электромагнитных полей является восстановление поляриности клеток, улучшение кровообращения, активизация работы ферментных систем, а также нормализация обменных процессов в организме и работы периферической нервной системы [7].

Ранее нами были разработаны и внедрены в ветеринарную практику методы лечения мочекаменной болезни, остеоартрита, дископатии и др. болезней с помощью импульсной магнитотерапии аппаратом УМИ [2, 3], методы эти используются и по сегодняшний день. Так же нами, ранее были изучены некоторые физические параметры импульсного магнитного излучения, но ввиду отсутствия технической базы, на тот период, некоторые характеристики оценить объективно было невозможно. Кроме того, аппарат УМИ, за последние годы претерпел целый ряд модификаций, а для успешного и рационального применения современной версии прибора УМИ, необходимо знание точных технических характеристик электромагнитного излучения прибора, актуализация его физических параметров, что позволит определить оптимальные характеристики магнитного поля, при которых лечебный эффект будет наиболее выражен.

Целью настоящего исследования явилось изучение основных физических характеристик импульсного электромагнитного поля, генерируемого физиотерапевтическим аппаратом УМИ-05-В.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследование было выполнено с использованием 3 приборов УМИ-05-В, в стандартном исполнении.

- *Определение магнитной индукции прибора на разных уровнях мощности*, проводили с помощью миллитесламетра ТПУ 02. Регулятор индуктора импульсного магнитного излучения выставляли на 100% -ю мощность (положение 4), затем на 70% (положение 3), 50% (положение 2) и 20% (положение 1) мощность. Замер магнитной индукции проводили для каж-

дого значения мощности. Зонд миллитесламетра размещали непосредственно на рабочей поверхности, в центре индуктора. Измерения производили трехкратно, после чего вычисляли среднее арифметическое значение и ошибку среднего ($M \pm m$).

- *Определение частоты импульсного излучения в зависимости от величины магнитной индукции* проводили при помощи секундомера. На каждой рабочей мощности проводили подсчет количества импульсов за минуту и высчитывали количество импульсов в секунду (определение частоты). Все исследования были выполнены трехкратно для каждого аппарата, после чего вычисляли среднее арифметическое значение и ошибку среднего ($M \pm m$).

- *Изучение изменения нагрева рабочей поверхности индуктора в зависимости от величины магнитной индукции и времени работы прибора* проводили при помощи тепловизора через 1, 3, 5, 8, 10, 13, 15, 18, 20 минут работы прибора (на 4-х уровнях мощности);

Измерения производили трехкратно, после чего вычисляли среднее арифметическое значение и ошибку среднего ($M \pm m$).

- *Определение степени затухания магнитного импульса в зависимости от расстояния до рабочей поверхности УМИ-05-В*, проводили с помощью линейки и миллитесламетра ТПУ 02. Регулятор индуктора импульсного магнитного излучения выставляли на 100%-ю мощность. Замеры магнитной индукции производили на расстоянии 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,1 м над поверхностью индуктора. Зонд миллитесламетра размещали над центром индуктора. Измерения производили трехкратно для каждого аппарата, после чего вычисляли среднее арифметическое значение и ошибку среднего ($M \pm m$).

- *Изучение проникающей способности электромагнитного импульса через разные среды: биологические и не биологические* проводили при максимальной мощности индуктора и на расстоянии 0,04 м от его поверхности с помощью миллитес-

ламетра ТПУ 02. Зонд миллитесламетра размещали над центром индуктора. Прохождение ЭМИ определяли через: бумагу (толщина слоя 0,01 м), мышечную ткань (толщина слоя 0,01 м), костную ткань (0,01 м), стекло (0,01 м), древесину (липа) (0,01 м), полиэтилен (12 мкм), воду в полиэтиленовой упаковке (0,01 м), алюминиевую фольгу (11 мкм), сталь (0,01 м).

Измерения производили трехкратно для каждого аппарата, после чего вычисляли среднее арифметическое значение и ошибку среднего ($M \pm m$).

Достоверность изменения величины магнитной индукции в зависимости от среды в сравнении с воздухом определяли с использованием критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Исследования по определению электромагнитной индукции аппарата УМИ-05-В в зависимости от мощности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость электромагнитной индукции от мощности УМИ-05-В

Положение регулятора/мощность генератора (%)	Магнитная индукция (мТл) на поверхности индуктора $M \pm m$ (n=9)
1 - 20% (30%)	350±6
2 - 50%	467±9
3 - 70%	714±14
4 - 100%	1058±10

Как представлено в таблице 1, значение магнитной индукции, зарегистрированное на поверхности индуктора при выставленной максимальной мощности (положение 4), составило 1058±10 мТл. Магнитная индукция при минимальном значении мощности (положение 1), составила 350±6 мТл. Таким образом, стартовое значение мощности прибора УМИ-05-В, определяемое ранее как 20% в процессе объективного измерения определено нами как 30%.

Изучение зависимости частоты импульсного излучения от величины маг-

нитной индукции выявило обратно пропорциональную зависимость. Результаты представлены в таблице 2.

Как представлено в таблице 2, частота импульсного магнитного излучения находится в обратной пропорциональной зависимости от величины магнитной индукции (мощности прибора) и составляет 0.1 Гц для 1058 ± 10 мТл (мощность прибора 100%). Максимальная частота излучения была зарегистрирована при минимальном значении магнитной индукции: 350 ± 6 мТл (мощность прибора 30%) и составляла: 1.3 Гц.

При работе, аппарат для импульсной магнитотерапии УМИ производит определенное количество тепла, что проявляется нагревом поверхности индуктора прибора и зависит в первую очередь от времени его работы.

Результаты измерения температуры нагрева индуктора в процессе работы при разном уровне магнитной индукции и в зависимости от времени представлены в таблице 3.

Как представлено в таблице 3, максимальный нагрев индуктора происходил при значениях магнитной индукции 714 и 467 мТл. и составлял 60°C и 58°C соответственно (после 20 минут непрерывной работы прибора). Что интересно, при максимальной магнитной индукции 1058 ± 10 мТл (100% мощность) нагрев рабочей поверхности индуктора был меньше чем при 70% и 50% мощности и составлял всего $50.0 \pm 0.4^\circ \text{C}$, возможно это связано с тем что частота излучения при макси-

мальной магнитной индукции была минимальна и составляла всего 6.7 ± 0.3 импульсов минуту (таб.2) и индуктор просто успевал частично остыть. Так же обращает на себя внимание то, что и при минимальной магнитной индукции (350 ± 6 мТл), но при этом максимальной частоте (78.0 ± 0.4 имп. в мин.) так же наблюдался наименьший нагрев индуктора, что объясняется видимо тем, что прибор работал с минимальной мощностью. Температура индуктора в этом случае составила $52.8 \pm 0.7^\circ \text{C}$. Следует отметить, что двукратное превышение непрерывного времени работы прибора (20 мин) и соответствующий нагрев индуктора не вызывал у животных при контакте индуктора и кожно-шерстного покрова негативных реакций.

В рекомендованном производителем временном интервале непрерывной работы прибора (10 мин.) сохранялась та же тенденция нагрева индуктора. При этом максимальная температура индуктора не превышала 46°C .

Определение затухания магнитной индукции в зависимости от расстояния до рабочей поверхности индуктора является важной частью исследования. Понимание этого вопроса позволит определить величину магнитной индукции, воздействующей на органы и ткани – мишени, в которых протекает патологический процесс, с учетом того, что залегать они могут на разном расстоянии от индуктора.

Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 2 – Зависимость частоты импульсного электромагнитного излучения от величины магнитной индукции УМИ-05-B

Магнитная индукция (мТл, $M \pm m$, $n=9$) /мощность генератора (%)	Количество импульсов в минуту ($M \pm m$, $n=9$)	Частота импульсного магнитного излучения (Гц)
350 ± 6 (30%)	78.0 ± 0.4	1.3
467 ± 9 (50%)	55.6 ± 0.5	0.9
714 ± 14 (70%)	27.1 ± 0.3	0.5
1058 ± 10 (100%)	6.7 ± 0.3	0.1

Таблица 3 – Зависимость температуры поверхности индуктора от величины магнитной индукции и времени работы аппарата УМИ 05-В

Магнитная индукция и температура (мТл; °C)	Время работы индуктора (мин)									
	0	1	3	5	8	10	13	15	18	20
1058±10	21.9±0.3	24.4±2.5	27.6±1.9	31.9±1.1	37.0±0.5	40.4±1.2	44.3±0.2	44.6±0.2	48.6±0.4	50.0±0.4
714±14	21.9±0.3	23.3±0.9	27.7±0.7	35.2±1.0	42.5±0.5	45.6±0.1	51.8±0.5	55.1±0.4	58.0±0.8	60.6±0.4
467±9	21.9±0.3	24.4±0.9	29.4±0.7	35.8±0.6	41.4±0.7	46.1±0.4	50.3±0.2	52.9±0.6	56.7±0.7	58.8±0.7
350±6	21.9±0.3	25.4±0.5	29.1±1.9	32.7±1.5	38.3±0.9	41.4±1.1	45.3±0.8	49.2±1.3	51.3±1.1	52.8±0.7

Таблица 4 – Изменение величины магнитной индукции в зависимости от расстояния до индуктора

Расстояние до индуктора (м)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
Магнитная индукция (мТл)	1058±10	530±23	250±11	160±12	104±7	63±3	43±3	29±1	18±3	14±2	10±1
Затухание ЭМИ (%)	0	50	77	85	90	94	96	97	98,3	98,6	99,0

Таблица 5 – Проникающая способность электромагнитного импульса через разные среды

Среда/толщина слоя	Магнитная индукция (мТл) на расстоянии 0,04 м от индуктора	Проникающая способность ЭМИ (%)
Воздух	104±7	100
Бумага 0.01 м	102±2	100
Стекло 0.01 м	97±1	100
Дерево 0.01 м	95±5	100
Полиэтилен 5 мкм	101±2	100
Вода+полиэтилен 0.01 м	94±1	100
Мышечная ткань 0,01 м	101±8	100
Кость (говяжье ребро) 0,01 м	102±3	100
Фольга алюминиевая 11 мкм	81±2*	80
Сталь 0,01м	21±2 *	20

* - Изменения достоверные по отношению к воздуху при $P < 0.05$

Как представлено в таблице 4, величина магнитной индукции менялась обратно пропорционально расстоянию от индуктора. Непосредственно на поверхности

индуктора магнитная индукция составляла 1058±10 мТл, но на расстоянии 1 см от поверхности величина магнитной индукции снижалась до 530±23 мТл, что со-

ставляло 50% от изначального значения. Т.е. период полужатухания магнитного импульса составлял 1 см. Далее мы наблюдали гиперболическое снижение магнитной индукции, которая составляла 10 мТл на расстоянии 10 см от индуктора.

Учитывая, что импульсные магнитные поля наиболее значимы в биологическом плане и что пороговая чувствительность организма к импульсным магнитным полям, равна 0,1 мТл [5], становится очевидным, что импульс генерируемый аппаратом УМИ -05-В даже на расстоянии 10 см и более сохраняет высокую биологическую активность и что аппарат можно использовать даже для глубоко залегающих тканей и органов – мишеней.

Результаты изучения прохождения электромагнитного импульса через различные среды представлены в таблице 5.

Как представлено в таблице 5, бумага, стекло, дерево, полиэтилен, вода, мышечная ткань и костная ткань не влияли на прохождение электромагнитного импульса. Эти среды свободно пропускали электромагнитный импульс без достоверного снижения магнитной индукции, в то время как алюминиевая фольга и сталь достоверно задерживали прохождение электромагнитного импульса на 20% и 80% соответственно.

ВЫВОДЫ/ CONCLUSION

Таким образом, проведенные нами экспериментальные исследования по изучению некоторых физических характеристик прибора УМИ-05-В показали, что минимальная магнитная индукция прибора составляет $350 \pm 6,0$ мТл, а максимальная $1058 \pm 10,0$ мТл. Нагрев индуктора во время работы прибора в рекомендуемом временном диапазоне (10 мин), составляет не более 46°C . УМИ-05-В является низкочастотным источником импульсного магнитного излучения с максимальной частотой 1.3 Гц при минимальной магнитной индукции $350 \pm 6,0$ мТл и минимальной частотой 0.1 Гц при максимальной магнитной индукции $1058 \pm 10,0$ мТл. Величина магнитной индукции менялась обратно пропорционально расстоянию от индуктора. Биологические ткани

(мышечная и костная), а также некоторые небιологические среды (бумага, стекло, дерево, полиэтилен, вода) не влияли на прохождение электромагнитного импульса, при этом сталь снижала прохождение магнитного импульса (на 80%), но не блокировала его полностью.

ELECTROMAGNETIC RADIATION CHARACTERISTICS OF VETERINARY PHYSIOTHERAPEUTIC DEVICE UMI-05-B.

Chuvaev I.V.^{*1} – PhD in Biological Sciences, Chief Veterinary Officer of Clinic; **Budnik Zh.S.**¹ – Doctor of Veterinary Medicine of Clinic; **Yashin A.V.**² – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department of Internal Diseases of Animals named after A.V. Sinev

¹ Institute of Veterinary Biology, Ltd.

² Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine

*virclin@mail.ru

ABSTRACT

We studied some physical characteristics of the veterinary physiotherapeutic device UMI-V-05. The magnetic induction at different power levels was determined using TPU 02 militeslameter. The magnetic induction was measured for each power value. The probe of the militeslameter was placed directly on the working surface, in the center of the inductor. It was found that the minimum magnetic induction of the device is 350 ± 6.0 mTl, and the maximum is 1058 ± 10.0 mTl. During the device operation, the heating of the inductor was determined using a thermal imager and a stopwatch. During the recommended time range (10 minutes), the inductor temperature did not exceed 46°C . Determination of the pulse radiation frequency depending on the magnetic induction value was carried out using a stopwatch. At each working power the number of pulses per minute was counted and the number of pulses per second was calculated (frequency determination). It was revealed that UMI-V-05 is a low-frequency source of pulsed magnetic radiation with the maximum frequency of 1.3 Hz at the minimum

magnetic induction of 350 ± 6.0 mTl and the minimum frequency of 0.1 Hz at the maximum magnetic induction of 1058 ± 10.0 mTl. Using a ruler and a TPU 02 milliteslameter, the degree of magnetic pulse attenuation depending on the distance to the working surface of UMI-V-05 was determined, it was fixed that the value of magnetic induction varies inversely proportional to the distance from the inductor. The penetration ability of the electromagnetic pulse through different media: biological and non-biological using TPU 02 militeslameter was studied. Biological tissues (muscle, bone) and some non-biological media (paper, glass, wood, polyethylene, water) do not affect the passage of the electromagnetic pulse, while steel significantly reduces the passage of the pulse.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1.Максимов, А. В. Магнитная терапия в клинической практике / А. В. Максимов, В. В. Кирьянова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2019. – Т. 18. – № 6. – С. 412-426.
- 2.Чуваев И.В., Соколова О.А., Анализ использования низкочастотной импульсной магнитотерапии при лечении межпозвонкового остеохондроза у собак (клиническое исследование) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2009. – № 3. – С. 22-27.
- 3.Чуваев И.В., Дарков П.Ю., Будник Ж.С., Березина О.Н. Импульсная магнитотерапия при лечении мочекаменной болезни собак и кошек (клиническое исследование) // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2023. – № 3(59). – С. 64-71
- 4.Улащик В.С. Магнитотерапия. Теоретические основы и практическое применение / В. С. Улащик, А. С. Плетнев, Н. В. Войченко, С. В. Плетнев ; под редакцией В. С. Улащик. — Минск: Белорусская наука, 2015. – 380 с.
- 5.Золотухина Е.И., Улащик В.С. Основы импульсной магнитотерапии. - Витебск: Витебская областная типография, 2008. – 143 с.
- 6.Блынский Ф. Ю. автономная система для низкочастотной импульсной магнито-

терапии / Ф. Ю. Блынский, А. В. Шкуратов // Вестник науки Сибири. – 2015. – № S1(15). – С. 137-142.

7.Иванов,Д. В. Избранные вопросы магнитотерапии (краткий обзор литературы) / Д. В. Иванов, С. В. Токарева // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 94-102.

REFERENCES

- 1.Maksimov, A.V. Magnetic therapy in clinical practice / A.V. Maksimov, V. V. Kiryanova // Physiotherapy, balneology and rehabilitation. – 2019. – Vol. 18, No. 6. – pp. 412-426.
- 2.Chuvaev I.V., Sokolova O.A., Analysis of the use of low-frequency pulsed magnetotherapy in the treatment of intervertebral osteochondrosis in dogs (clinical study) // Topical issues of veterinary biology. - 2009. – No. 3. – pp. 22-27.
- 3.Chuvaev I.V., Darkov P.Yu., Budnik Zh.S., Berezina O.N. Pulsed magnetic therapy in the treatment of urolithiasis of dogs and cats (clinical study) // Topical issues of veterinary biology. – 2023. – № 3(59). – Pp. 64-71
- 4.Ulashchik V.S. Magnetotherapy. Theoretical foundations and practical application / V. S. Ulashchik, A. S. Pletnev, N. V. Voychenko, S. V. Pletnev; edited by V. S. Ulashchik. – Minsk: Belarusian Science, 2015. — 380 p
- 5.Zolotukhina E.I., Ulashchik V.S. Fundamentals of pulsed magnetotherapy. - Vitebsk: Vitebsk Regional Printing House, 2008. - 143 p.
- 6.Blynsky F. Yu. autonomous system for low-frequency pulsed magnetotherapy / F. Yu. Blynsky, A.V. Shkuratov // Bulletin of Science of Siberia. – 2015. – No. S1(15). – pp. 137-142.
- 7.Ivanov, D. V. Selected issues of magnetotherapy (a brief review of the literature) / D. V. Ivanov, S. V. Tokareva // Bulletin of new medical technologies. Electronic edition. - 2021. – Vol. 15, No. 4. – pp. 94-102.