

Магнитотерапевтические установки и комплексы: обзор отечественного рынка и перспективы развития

Сергей Шишкин

В статье представлен обзор отечественного рынка магнитотерапевтических установок и аппаратов с номинальной потребляемой мощностью более 100 Вт и воздействием магнитного поля на всё тело человека.

Введение

Лет 40 назад магнитобиология считалась лженаукой, а через некоторое время из лженауки выросло целое научное направление. Благодаря инициативным исследованиям, которые проводились Институтом высшей нервной деятельности в Москве (Ю.А. Холодов), Институтом биофизики в Москве (Ю.Г. Григорьев), Институтом биофизики клетки в Пущино (В.В. Леднёв) и другими «отцами» магнитобиологии, она получила признание и развитие в дальнейшем. Утвердилась и одна из её значимых ветвей – магнитотерапия. Широкое распространение магнитотерапии на практике сопровождается созданием большого числа различных технических средств, создающих переменное вращающееся магнитное поле, и методов их применения. В настоящее время отечественная промышленность выпускает достаточно большую номенклатуру магнитотерапевтических аппаратов в различных классах и, что очень важно, в достаточном количестве, необходимом для оснащения лечебных и медицинских учреждений. Подходы к разработке аппаратов и систем для магнитотерапии, методики разработ-



Рис. 2. Внешний вид блока управления

ки отдельных узлов магнитотерапевтической аппаратуры приведены в работах Ю.М. Райгородского, Ю.В. Малкова, Г.Р. Соловьевой, Д.А. Сеницкого и др. Одной из первых областей, где для лечения начали использовать магнитное поле, была онкология. Базируясь на исследованиях влияния магнитного поля на экспериментальные опухоли, профессор Д.А. Сеницкий предложил способ лечения злокачественных опухолей и магнитотерапевтическую установку, обеспечивающую программированное и дозированное по амплитуде воздействие на организм вращающимся магнитным полем.

Современная магнитотерапия – безболезненный и безопасный для пациентов способ лечения. В настоящее время накоплен значительный опыт научных исследований в области воздействия слабых магнитных полей на биологические структуры и организм человека, а также опыт лечебной практики при эксплуатации магнитотерапевтических установок в медицинских учреждениях. В последние годы (в последнее десятилетие) наблюдается усиление интереса врачей-физиотерапевтов к общей магнитотерапии ОМТ, которая в структуре физических методов лечения занимает всё более значимое место. ОМТ воздействует магнитным полем порядка 1–3,5 мТл на всё тело человека или большую его часть за счёт размещения пациента внутри индуктора большого диаметра. Такое воздействие позволяет одновременно влиять на основные системы организма, на различные виды обмена и окислительно-восстановительные процессы.

Магнитотерапия в лечебных целях достаточно давно и успешно используется в лечебной практике. Магнитотерапевтические установки и аппараты



Рис. 1. Внешний вид установки УМТИ-3Ф

уже не являются чем-то экзотичным. Современные физиотерапевтические аппараты создают низкочастотное переменное магнитное поле (или вращающееся и бегущее магнитные поля). Лечебный эффект ОМТ связывают с развитием реакций организма на действие магнитного поля как в виде физико-химических изменений в первичных механизмах гомеостаза, так и путём неспецифических адаптационных реакций систем общего реагирования (иммунная, нервная, гуморальная), изменяющих реактивность организма, его резистентность, активирующих компенсаторно-приспособительные механизмы.

Опыт клинического применения магнитотерапевтических установок свидетельствует о целесообразности их применения как в сочетании с традиционными методами лечения, так и самостоятельно. Низкочастотное магнитное поле действует практически на все системы регуляции организма, что зачастую недоступно медикаментозными средствами. Важно подчеркнуть – это не допинг. В комбинации с большинством лекарственных препаратов оно усиливает лечебный эффект, что существенно для снижения применяемых доз препаратов. Важно учитывать, что параметры магнитного поля,



Рис. 3. Внешний вид УВМП-2,5/100 «АВАНГАРД»



Рис. 4. Внешний вид установки «Магнитотурботрон PRO»

схемы и режимы воздействия для каждого конкретного человека нужно подбирать строго индивидуально. Имеются противопоказания к применению.

Обзор отечественного рынка

Автор опустит все медицинские аспекты применения представленных в статье установок. Обратим внимание на их функционал, технические особенности, на вопросы функционирования и эксплуатации. До 2016 года завод «Авангард» (г. Саров, Нижегородская обл.) выпускал магнитотерапевтические установки двух типов. Это УМТИ-3Ф и УВМП-2,5/100 «АВАНГАРД». Они оказались настолько удачными, что аналогичные установки или их модификации до сих пор серийно выпускают другие отечественные предприятия. УМТИ-3Ф предназначена для лечения и профилактики различных заболеваний перемещающимся в пространстве импульсным магнитным полем в условиях медицинских учреждений, больниц, клиник, лечебно-профилактических и реабилитационных центров, а также в амбулаторных условиях.

Магнитотерапевтическая установка УМТИ-3Ф предназначена для лечения различных заболеваний путём воздействия на пациента охватываемыми его перемещающимися в пространстве магнитными полями. Установка состоит из блока управления и индуктора. Индуктор представляет собой три кольца-соленоида диаметром 800 мм. Причём кольца могут компоноваться либо в призму для создания вращающегося электромагнитного поля, либо в цилиндр для создания линейно перемещающегося в пространстве поля. Установка обе-

спечивает возможность создания импульсов затухающего трёхфазного переменного магнитного поля с возможностью вариации следующих его параметров: индукции, длительности воздействия, конфигурации, с соблюдением требований по электробезопасности, предъявляемых к установкам подобного типа как к изделиям медицинской техники.

Внешний вид установки УМТИ-3Ф представлен на рис. 1. Соленоиды индуктора на этом рисунке скомпонованы в цилиндр.

Внешний вид блока управления (лицевая панель) представлен на рис. 2.

УМТИ-3Ф отличают мобильность, малые габариты и простота в применении. Индуктор можно легко отключить её от блока управления и скомпоновать в виде призмы или цилиндра на другом рабочем месте. Автор как инженер-электроник принимал участие в разработке данной установки. Установка выполнена исключительно на отечественной элементной базе. Основные технические характеристики УМТИ-3Ф представлены в табл. 1.

В отличие от УМТИ-3Ф, установка УВМП-2,5/100 «АВАНГАРД» является стационарной и состоит из следующих составных частей:

- лечебная камера;
- блок трансформатора;
- блок выпрямителя;
- генератор.

Внешний вид УВМП-2,5/100 «АВАНГАРД» представлен на рис. 3.

На рис. 3 приведена установка в работе. Пациент размещается в лечебной камере. Справа расположены блоки управления.

Основные технические характеристики установки УВМП-2,5/100 «АВАНГАРД» представлены в табл. 2.

Установка обеспечивает возможность модуляции амплитуды индукции магнитного поля по квазилинейному закону в цикле от нуля до заданного значения и от заданного значения до нуля с периодом модуляции $120 \pm 10\%$. Алгоритм работы установки предусматривает:

- ручную установку и регулировку необходимой для процедуры амплитуды модуляции магнитной индукции и квазилинейное автоматическое изменение индукции (модуляцию) в цикле от нуля до заданного значения и от заданного значения до нуля;
- автоматическую отработку заданного вручную с помощью переключателей необходимого количества циклов модуляции;
- возможность ручной остановки цикла модуляции в любой момент цикла;
- изменение вручную направления вращения поля.

Время установления рабочего режима с момента включения установки – не более 10 мин.

ГК «Мадин» (г. Нижний Новгород) уже 20 лет выпускает оборудование для физиотерапии. В настоящее время ГК «Мадин» выпускает следующее оборудование для магнитотерапии: «Магнитотурботрон PRO», «КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ» и «Аван Про» – систему экстракорпоральной магнитной стимуляции ЭМС мышц тазового дна и органов малого таза. По информации, предоставленной ГК «Мадин», только аппаратов типа «Магнитотурботрон» (разных исполнений) было выпущено более 1000. Внешний вид установки, которая выпускается в настоящее время, представлен на рис. 4.

Конструкция данной установки воплощает последние тренды меди-

Таблица 1. Основные технические характеристики УМТИ-3Ф

Технические характеристики	Параметр
Сетевое напряжение питания, В	220 ±20%, 50 Гц
Потребляемая мощность, В·А, не более	150
Количество соленоидов в индукторе, шт.	3
Диаметр соленоида, мм, не более	800
Максимальная индукция (В _{макс}), мТл: • в центре соленоида; • вблизи соленоида	4 ±0,7 26 ±6
Рекомендуемое расстояние между индукторами, м	2
Диапазон регулировки индукции в центре соленоида	от В _{макс} /8 до В _{макс}
Дискретность задания индукции, мТл	0,5
Частота колебаний тока в соленоиде, Гц	100 ±15
Частота повторений импульсов тока в соленоиде, Гц	1 ±0,1
Количество соленоидов, шт.	3
Максимальная длительность сеанса, мин	99
Дискретность задания сеанса, мин	1
Вид поля при компоновке соленоидов: • цилиндр • призма	Бегущее поле Вращающееся поле
Время непрерывной работы, ч	Не ограничено
Габаритные размеры блока управления, мм	300×250×140
Масса блока управления, кг, не более	8
Масса индуктора, кг, не более	11
Условия эксплуатации: • температура окружающей среды, °С • давление, мм. рт. ст. • влажность, %	+15...+35 645...795 45...75
Режимы воздействия	Перемещение поля по соленоидам 1-2-3 (вращение или перемещение в одну сторону)

цинского приборостроения и дизайна: дружелюбный интерфейс и широкий функционал приложения, в котором предусмотрено ведение базы пациентов и запись процедур. Можно работать как с предустановленными процедурами, так и создавать собственные, меняя настройки вручную. Отличительные особенности аппарата «Магнитотурботрон PRO»: беспроводное компактное устройство управления – сенсорный планшет; удобное пользовательское программное обеспечение: предустановленные программы лечения, возможность ручной индивидуальной настройки, создание и ведение базы пациентов, статистика использования. Внешний вид установки «КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ» вместе со специализированной кушеткой для пациента представлен на рис. 5.

Технические характеристики установки «КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ» сопоставимы с УМТИ-3Ф. Имеются различия в части режимов воздействия. Они приведены в табл. 2.

Низкочастотные магнитные поля со сложной пространственно-

временной структурой генерируются немногими аппаратными. Одним из них является комплекс аппаратно-программный восьмиканальный постоянных, переменных, импульсных и бегущих магнитотерапевтических полей «МУЛЬТИМАГ» (КАП-МТ/8 – «МУЛЬТИМАГ») производства «КАСИМОВСКИЙ ПРИБОРНЫЙ ЗАВОД» – ФИЛИАЛ АО «ГРПЗ». Внешний вид комплекса КАП-МТ/8 – «МУЛЬТИМАГ» представлен на рис. 6.

Основные технические характеристики приведены в табл. 3.

В комплексе можно выделить следующие функциональные конструктивные и функциональные особенности:

- наличие сенсорного экрана, размещённого на поворотной консоли;
- трёхмерная визуализация воздействия магнитным полем на пациента в реальном масштабе времени;
- наличие режима «биотехнической связи»;
- регистрация ЧСС и SpO₂ пациента.

Определение основных показателей variability сердечного ритма пациента;

Таблица 2. Технические характеристики установки «КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ»

Технические характеристики	Параметры	
	УМТИ-3Ф	«КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ»
Тип установки	УМТИ-3Ф	«КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ»
Режимы воздействия	Перемещение поля по соленоидам 1-2-3 (вращение или перемещение в одну сторону)	1. Перемещение поля 1-2-3 (вращение или перемещение в одну сторону) 2. Перемещение поля 3-2-1 (вращение или перемещение в обратную сторону) 3. Чередувание через 1 цикл перемещения поля 1-2-3, затем 3-2-1 (прямое-обратное-прямое и т.д.) 4. Скачкообразное перемещение неперекрывающихся полей



Рис. 5. Внешний вид установки «КОЛИБРИ-ЭКСПЕРТ» вместе со специализированной кушеткой для пациента

- регистрация ритма дыхания пациента с помощью системы ультразвуковой локации;
- наличие магнито-музыкального воздействия;
- антропометрическая электромагнитная кушетка, адаптация к габаритам пациента, автоматизация загрузки/выгрузки пациента;
- обширная база лечебных методик;
- наличие дружелюбного интерфейса, позволяющего создавать лечебные методики.

Процедуры сложно модулированной магнитотерапии пациентам проводят посредством формирования искусственной магнитной среды, согласно заданной методике, адаптивной электромагнитной кушеткой, представляющей собой набор полеформирующих источников магнитного поля, управляемых от компьютера и распределённых в кушетке, в ложементе и верхних замыкающих рабочее пространство крыльях. В электромагнитной кушетке формируются постоянные, переменные, импульсные, бегущие, сложно модулированные магнитные поля

Таблица 3. Основные технические характеристики комплекса КАП-МТ/8 – «МУЛЬТИМАГ»

Технические характеристики	Параметры
Сетевое напряжение питания, В	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, В·А, не более	800
Величина магнитной индукции, мТл	(2×3 ^{-1,5})
Число каналов с независимой дозировкой по каждому каналу	8
Время непрерывной работы комплекса в сутки, ч, не более	6
Масса комплекса, кг	170 ±10%
Режим работы	Время процедуры – до 20 мин, пауза – 10 мин
Габаритные размеры магнитоскана (комплекса в сборе), Ш×Г×В, мм	2004×1226×950
Средний срок службы, лет, не менее	5
Вид магнитных полей	Постоянные, переменные, импульсные, сложномодулированные, бегущие, перемещающиеся в пространстве и времени по заранее заданной программе
Время непрерывной работы комплекса в сутки, ч	Не более 6

Таблица 4. Основные технические характеристики Magnetomed 8400

Технические характеристики	Параметры
Сетевое напряжение питания, В	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, В·А, не более	410
Величина магнитной индукции, мТл	От 0 до 20
Число независимых каналов	4
Частота магнитного поля	От 1 до 100 Гц
Масса комплекса, кг	27
Излучатели	Кушетка, оснащённая одним или двумя соленоидами; цилиндры, диаметром 50 и 30 см; полуцилиндры; локальные аппликаторы
Габаритные размеры, мм	390×310×870
Средний срок службы, лет, не менее	5
Вид магнитных полей	Постоянные, переменные, импульсные, сложномодулированные, бегущие, перемещающиеся в пространстве и времени, по заранее заданной программе
Время непрерывной работы комплекса в сутки, ч	Не более 6



Рис. 6. Внешний вид комплекса КАП-МТ/8 – «МУЛЬТИМАГ»

низкой частоты (от 0,3 до 100 Гц) и малой амплитуды магнитной индукции (до 5 мТл) по всем каналам.

На рис. 7 приведены экранные формы управляющей программы «МУЛЬТИМАГ».

Внешний вид аппарата итальянской компании ЕМЕ для магнитотерапии Magnetomed 8400 приведён на рис. 8.

На рис. 9 показано размещение пациента на кушетке (из состава Magnetomed 8400). На кушетке установлено два соленоида.

Основные технические характеристики Magnetomed 8400 приведены в табл. 4.

Магнитное поле данного аппарата не воздействует на всё тело человека. Установка предназначена прежде всего для проведения локальной магнитотерапии. Специальная кушетка, созданная из немагнитных сплавов и оснащённая подвижным соленоидом с большим диаметром, позволяет эффективно лечить заболевания груди и тазовых органов. Большинство базовых программ аппарата предназначено именно для данного вида излучателя. Прочие излучатели, в том числе отдельные соленоиды с малым диаметром и плоские аппликаторы, нужны для локальной терапии головы, конечностей и локальных

зон. То есть благодаря широкому ассортименту аксессуаров можно подобрать оптимальные, позволяющие эффективно лечить разнообразные заболевания. Magnetomed 8400 установлен в мобильном корпусе с колёсами, что облегчает его передвижение в помещении. Данный аппарат по своему функционалу очень похож на отечественный аппарат «Полнос-2М» производства завод «ЭМА» (г. Екатеринбург).

Кроме представленных в статье, магнитотерапевтическую аппаратуру выпускают следующие отечественные предприятия: ПК «Солнышко» (г. Бор, Нижегородская обл.), «Мед ТеКО» (г. Мытищи, Московская обл.), «ЕЛАМЕД» (г. Рязань), завода «ЭМА» (г. Екатеринбург) и другие.

Заключение

У современных магнитотерапевтических установок с воздействием магнитного поля на всё тело человека можно выделить следующие конструктивные и функциональные особенности:

- наличие дружелюбного интерфейса, в котором предусмотрены ведение базы пациентов, возможность трёхмерной визуализации магнитного поля в реальном масштабе времени, запись процедур и пр.;
- возможность проводить процедуры по имеющимся или формируемым с помощью дружелюбного интерфейса методикам, что значительно облегчает работу медицинского персонала;

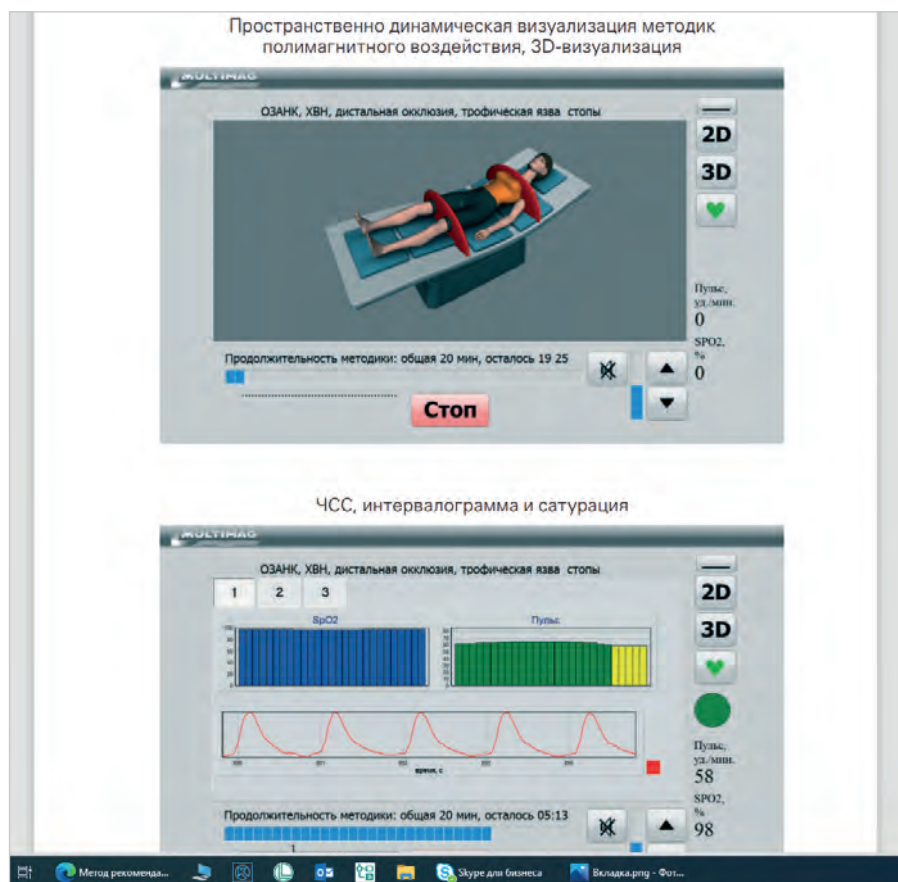


Рис. 7. Экранные формы управляющей программы «МУЛЬТИМАГ»



Рис. 9. Размещение пациента на кушетке (из состава Magnetomed 8400)

- синхронизация динамики магнитного поля с основными биоритмами пациента при наличии датчика пульсоксиметра;
- беспроводные устройства управления, как правило, это сенсорный планшет;
- современный дизайн лечебной камеры, индукторов, аппликаторов и блоков управления.

Все представленные в публикации магнитотерапевтические установки, пожалуй, можно отнести к установкам

2-го или 3-го поколения. (Если условно вести отсчёт от аппарата «Полус-101» завода «ЭМА», выпускавшегося в 80-х годах прошлого века. Всё это, конечно, очень субъективно.)

По основным параметрам, таким как частота электромагнитного поля, амплитуда магнитной индукции, время воздействия на пациента, все представленные в статье аппараты (в том числе и зарубежные) работают схожим образом и со схожими характеристиками. Это понятно и научно обосновано. Здесь



Рис. 8. Внешний вид аппарата Magnetomed 8400

ничего нового не придумаешь. Но в установках отсутствует контроль измерения сверхмалого магнитного поля с биообъекта, то есть в аппарате нет обратной связи с объектом. Веление времени (как бы пафосно это ни звучало) – необходимость ввода в алгоритм работы установки сверхпроводящего квантового интерферометрического датчика СКВИД для измерения сверхмалого магнитного поля (или аналогичного). Подобный датчик позволит получить при проведении сеанса магнитотерапии магнитоэнцефалограмму и магнитокардиограмму, по которым можно будет получить значительно больше информации о функционировании головного мозга и сердца, чем при обычных электроизмерениях. Это будет принципиально новый аппарат, который откроет новые возможности, новые горизонты в магнитотерапии. Всё это потребует колоссальных фундаментальных исследований, экспериментов и финансовых затрат.

Отметим, что ещё лет 10 назад отечественные магнитотерапевтические установки безоговорочно занимали монопольное положение на отечественном рынке. В настоящее время аналогичные зарубежные аппараты итальянского, южнокорейского и др. производства медленно, но верно проникают на российский рынок.

Литература

1. Синуцкий С.Д., Синуцкий Д.А. Магнитотерапевтическая установка «Магнитотурботрон». Патент SU 1588425.
2. Масалов Ю.А., Свириденко С.А., Свириденко А.С. Патент РФ № 2088278.
3. Шшишкин С.В. Силовой модуль магнитотерапевтической установки с трёхфазным индуктором // Силовая электроника. 2016. № 4. С. 10–12.