

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ



[Redacted text]

[Redacted text]

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

ЭКЗОГЕННЫЕ

(внешние по отношению к организму)

Геомагнитное поле (МП Земли) и его вариации в связи с солнечной активностью

Техногенные МП, или искусственные

ЭНДОГЕННЫЕ

(образуются в организме)

ВОПРОСЫ МЕДИЦИНЫ, СВЯЗАННЫЕ С МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ:

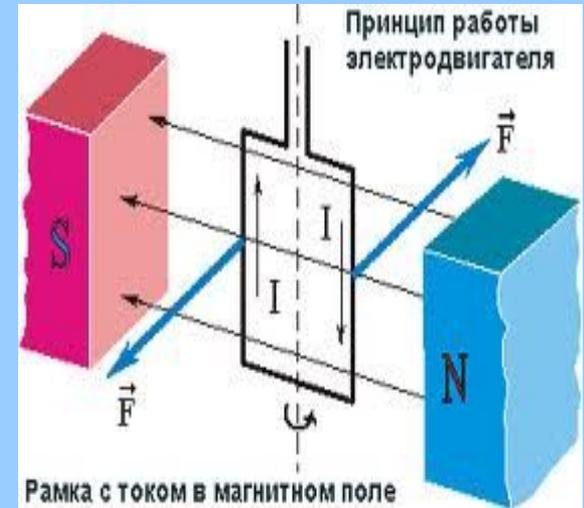
1. Влияние геомагнитного поля на организм:
 - а. это естественный экологический фактор, уменьшение действия которого вызывает заболевания
 - б. магнитные бури (усиление действия МП) вызывают нарушения в жизнедеятельности организма
2. Техногенные МП:
 - а. оказывают вредное действие на организм
 - б. дозированное действие МП применяется в медицине (магнитотерапия, магнитостимуляция, ЯМР-томография, индуктотермия)
3. Регистрация эндогенных МП – суть методов магнитокардиографии (МКГ), магнитоэнцефалографии (МЭГ)

ПОНЯТИЕ ПРО МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ – особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие движущихся зарядов (токов) и намагниченных тел. .

Источниками магнитного поля являются:

1. Одиночные движущиеся заряды
2. Проводники с электрическим током
3. Намагниченные тела



ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ (СИЛОВАЯ):

Магнитная индукция – сила, действующая в МП на единицу заряда, движущегося с единичной скоростью, перпендикулярно линиям магнитной индукции поля

Магнитная индукция – максимальный вращательный момент, действующий в магнитном поле на единицу магнитного момента рамки с током, помещённой в поле

$$B = \frac{F}{q \cdot v_{\perp}}$$

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m}$$

Единица измерения магнитной индукции - **Тесла**

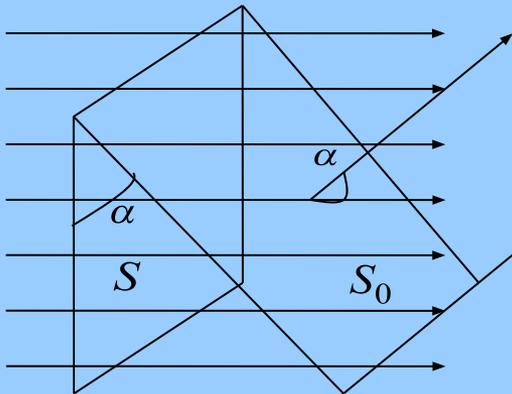
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МП -

напряжённость позволяет сравнивать МП, которые возникают в различных средах. Характеристикой среды является **магнитная проницаемость**, которая показывает, во сколько раз МП в данной среде усиливается или ослабляется относительно МП, созданного тем же источником, в вакууме.

Напряжённость — магнитная индукция поля, приходящаяся на единицу магнитной проницаемости среды

$$H = \frac{B}{\mu \cdot \mu_0}$$

Измеряется в Ампер/метр



Для характеристики действия МП на различные тела важна также их площадь и ориентация относительно линий магнитной индукции поля. Поэтому в научной литературе часто пользуются такой физической величиной, как **МАГНИТНЫЙ**

ПОТОК — величина, равная произведению магнитной индукции на площадь тела и косинус угла между линиями магнитной индукции и нормалью, проведённому к телу

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Единица измерения
- Вебер

ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

- на подвижные заряды со стороны МП действует сила, названная силой Лоренца

$$F_l = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$$

- на проводники с током со стороны МП действует сила, названная силой Ампера

$$F_a = B \cdot I \cdot dl \cdot \sin \alpha$$

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

Магнитную индукцию рассчитывают на основе закона Био-Савара-Лапласа

$$B = \frac{\mu \cdot \mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin \alpha}{r^2}$$

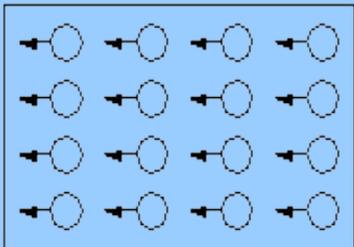
ВЕЩЕСТВА

(по их поведению в магнитном поле)

диамагнетики

В отсутствие магнитного поля их атомы не имеют собственного магнитного момента. При помещении их в магнитное поле у атомов возникает магнитные моменты, ориентированные против внешнего поля. Поэтому диамагнетики ослабляют внешнее поле.

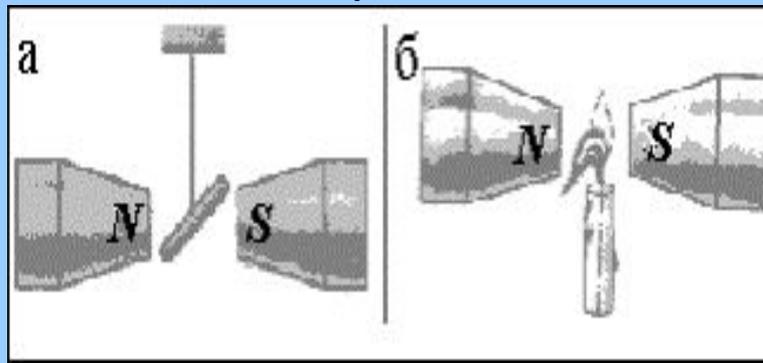
$$\mu < 1$$



парамагнетики

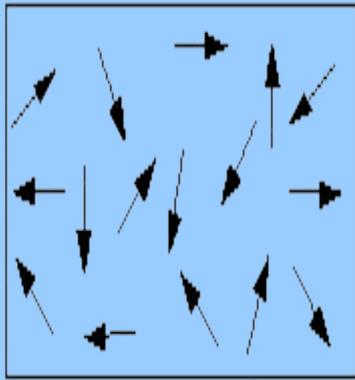
В отсутствие магнитного поля их атомы имеют собственные магнитные моменты, ориентированные хаотически. Поэтому суммарный магнитный момент в отсутствие внешнего поля равен 0. При помещении их в магнитное поле магнитные моменты атомов ориентируются вдоль внешнего поля, усиливая его.

$$\mu > 1$$

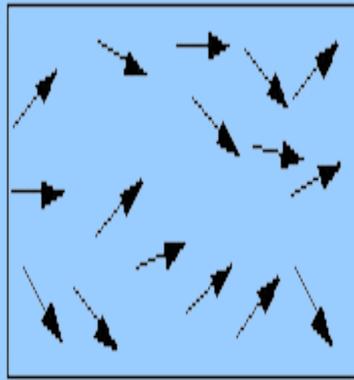


ферромагнетики

Магнитные моменты у группы атомов – домена – ориентированы одинаково. Но суммарные магнитные доменов – ориентированы в обычных условиях хаотически. Поэтому суммарный магнитный момент в отсутствие внешнего поля равен 0. При помещении их в магнитное поле магнитные моменты доменов ориентируются вдоль внешнего поля, значительно усиливая его. После воздействия – сохраняют намагниченность. $\mu \gg 1$



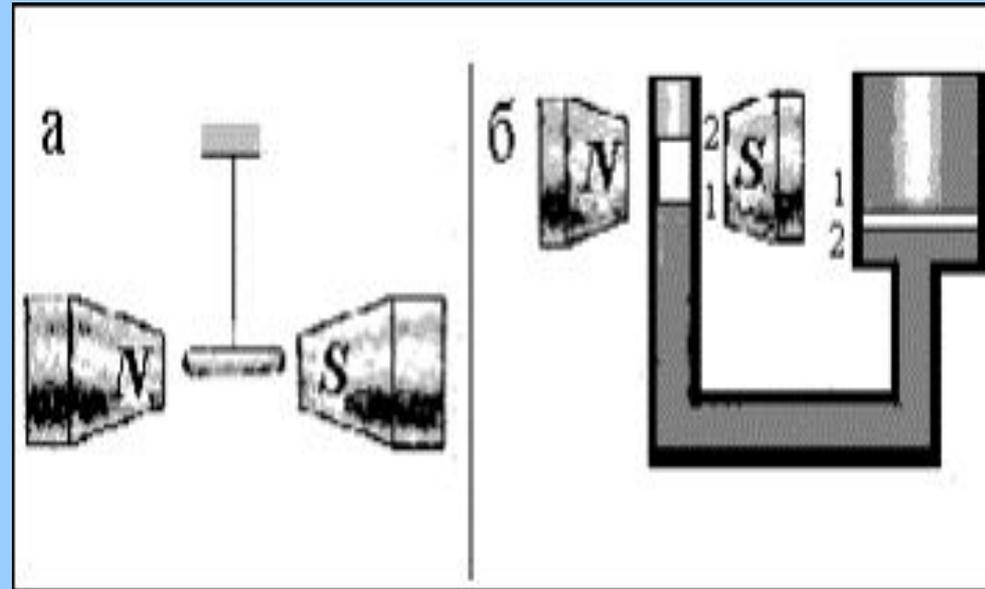
а



б

У парамагнетиков магнитные моменты атомов нескомпенсированы, так они имеют нечётное число электронов, и направлены хаотически (а). Во внешнем магнитном поле некоторые из них ориентируются вдоль внешнего поля, усиливая его (б).

Стержень из парамагнетика ориентируется вдоль силовых линий магнитного поля (а). Парамагнитная жидкость втягивается в зону с большей магнитной индукцией.



Ткани организма человека, в основном, образованы диамагнитными веществами (вода и практически все органические вещества).

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА АТОМОВ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ Д. МЕНДЕЛЕЕВА

№ p	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X				
1 1	1 Водород H 1,0079									2 Гелий He 4,0026				
2 2	3 Литий Li 6,941	4 Бериллий Be 9,01218	5 Бор B 10,81	6 Углерод C 12,011	7 Азот N 14,0067	8 Кислород O 15,9994	9 Фтор F 18,9984			10 Неон Ne 20,179				
3 3	11 Натрий Na 22,98977	12 Магний Mg 24,305	13 Алюминий Al 26,98154	14 Кремний Si 28,0855	15 Фосфор P 30,97376	16 Сера S 32,06	17 Хлор Cl 35,453			18 Аргон Ar 39,948				
4 4	19 Калий K 39,0983	20 Кальций Ca 40,08	21 Скандий Sc 44,9559	22 Титан Ti 47,88	23 Ванадий V 50,9419	24 Хром Cr 51,9961	25 Марганец Mn 54,9380	26 Железо Fe 55,845	27 Кобальт Co 58,9332	28 Никель Ni 58,6934				
5 5	29 Медь Cu 63,546	30 Цинк Zn 65,38	31 Галлий Ga 69,72	32 Германий Ge 72,63	33 Мышьяк As 74,9216	34 Селен Se 78,96	35 Бром Br 79,904			36 Криптон Kr 83,80				
6 6	37 Рубидий Rb 85,4678	38 Стронций Sr 87,62	39 Иттрий Y 88,9058	40 Цирконий Zr 91,224	41 Ниобий Nb 92,90638	42 Молибден Mo 95,94	43 Технеций Tc [98]	44 Рутений Ru 101,07	45 Родий Rh 102,9055	46 Палладий Pd 106,42				
7 7	47 Серебро Ag 107,8682	48 Кадмий Cd 112,411	49 Индий In 114,818	50 Олово Sn 118,710	51 Висмут Sb 121,757	52 Теллур Te 127,603	53 Йод I 126,9045			54 Ксенон Xe 131,29				
6 8	55 Цезий Cs 132,9054	56 Барий Ba 137,327	57 Лантан La* 138,9055	58 Церий Ce 140,12	59 Прометий Pm [144]	60 Европий Eu 151,964	61 Гадолиний Gd 157,25	62 Тербий Tb 158,9254	63 Диспрозий Dy 162,50	64 Гольмий Ho 164,9304	65 Эрбий Er 167,26	66 Тулий Tm 168,9342	67 Иттербий Yb 173,04	68 Лютеций Lu 174,967
9 9	79 Золото Au 196,9665	80 Ртуть Hg 200,59	81 Таллий Tl 204,383	82 Свинец Pb 207,2	83 Висмут Bi 208,9804	84 Полоний Po [209]	85 Астат At [210]			86 Радон Rn [222]				
7 10	87 Франций Fr [223]	88 Радий Ra 226,0254	89 Актиний Ac** 227,0278	104 Рифторбий Rf [261]	105 Дубний Db [262]	106 Сибургий Sg [266]	107 Борий Bh [264]	108 Хассий Hs [277]	109 Мейтнерий Mt [268]	110 Унунгений Uun [270]				

*Лантаноиды

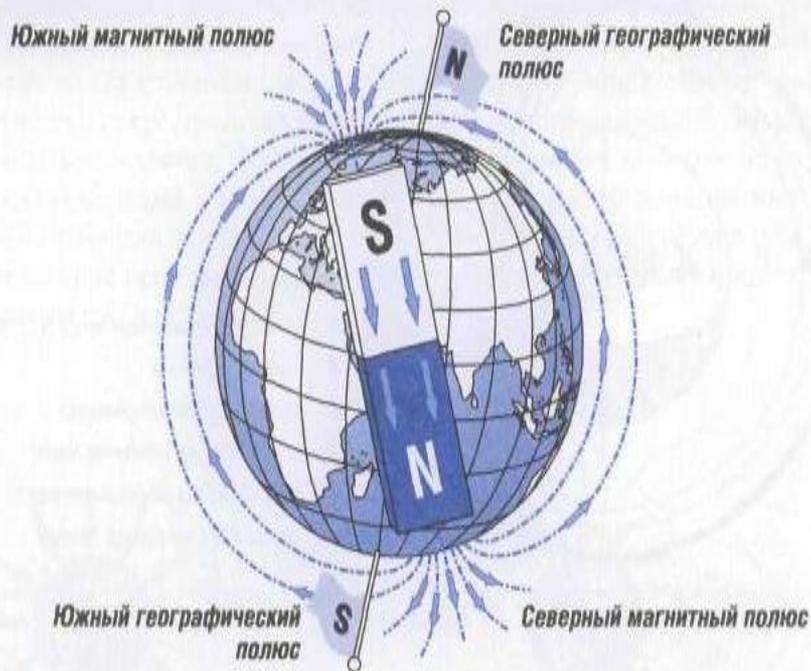
59 Церий Ce 140,12	60 Празмодий Pr 140,9077	61 Неодим Nd 144,24	62 Прометий Pm [145]	63 Самарий Sm 150,36	64 Европий Eu 151,96	65 Гадолиний Gd 157,25	66 Тербий Tb 158,9254	67 Диспрозий Dy 162,50	68 Гольмий Ho 164,9304	69 Эрбий Er 167,26	70 Тулий Tm 168,9342	71 Иттербий Yb 173,04	72 Лютеций Lu 174,967
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

**Актиноиды

89 Торий Th 232,0381	91 Протактиний Pa 231,0369	92 Уран U 238,0289	93 Нептуний Np 237,0482	94 Плутоний Pu [244]	95 Америций Am [243]	96 Кюрий Cm [247]	97 Берклий Bk [247]	98 Калифорний Cf [251]	99 Эйнштейний Es [252]	100 Фермий Fm [257]	101 Менделеев Md [258]	102 Нобелий No [259]	103 Лоуренс Lr [260]
-----------------------------------	---	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

- Диамагнетики**
- Ферромагнетики**
- Парамагнетики**
- Антиферромагнетики**

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ



Земля обладает собственной магнитной оболочкой – *магнитосферой*. Согласно современной теории, её происхождение связано с электрическими токами во внешнем ядре Земли на глубине 2900-5100 км. Индукция геомагнитного поля составляет в средних широтах около 50 мкТл. Южный магнитный полюс Земли расположен вблизи северных границ Канады, а северный магнитный полюс – вблизи южного географического полюса, на краю Антарктиды.

Магнитосфера эффективно защищает Землю от действия космических магнитных полей, основным источником которых служит Солнце.

Сильные вспышки на Солнце вызывают увеличение магнитной индукции геомагнитного поля.

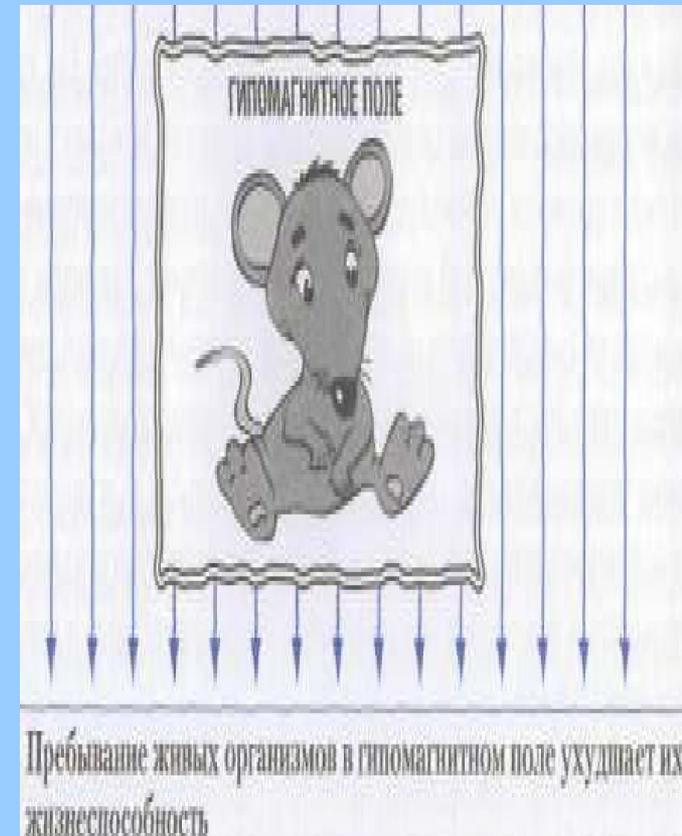
В сторону Земли в этом случае направлен **«солнечный ветер»**. Он состоит из:

1. заряженных частиц высоких энергий (ионов водорода и гелия)
2. коротковолнового электромагнитного излучения (рентгеновского и ультрафиолетового)

Магнитосфера Земли сжимается до меньших размеров и возникает **«магнитная буря»**.

Вспышки на Солнце возникают периодически. Имеется достаточно много циклов солнечной активности. Наиболее известные 11-летний и 22-летний.

Изучением действия вариаций геомагнитного поля на биологические объекты занимается **магнитобиология**. Её основатель в нашей стране – **А.Л. Чижевский**. (метод наложения эпох)





Родился в 1897 году.

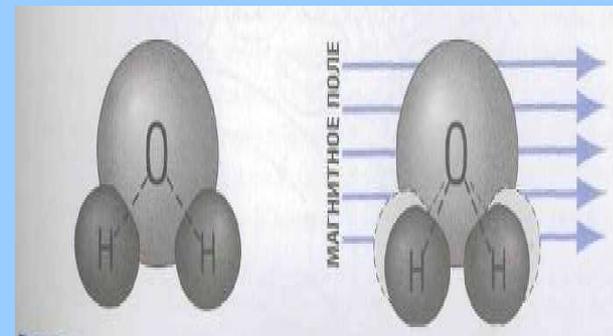
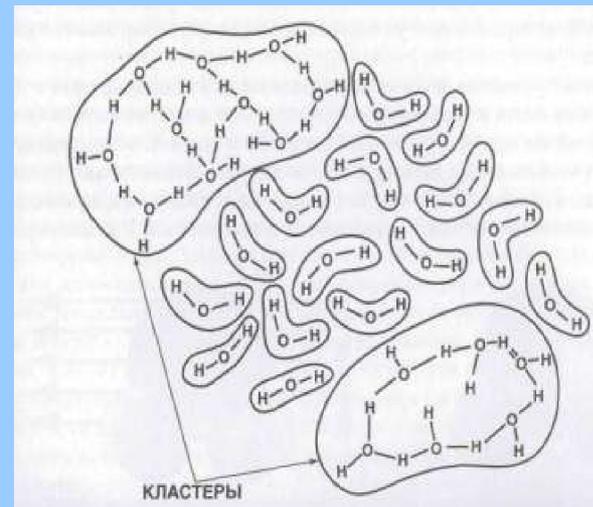
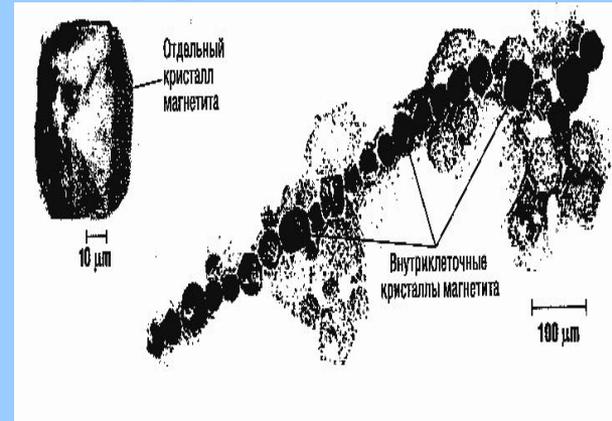
**1915 год –
Коммерческий
институт +
Археологический
институт**

**1916 год – ушёл
добровольцем на
фронт**

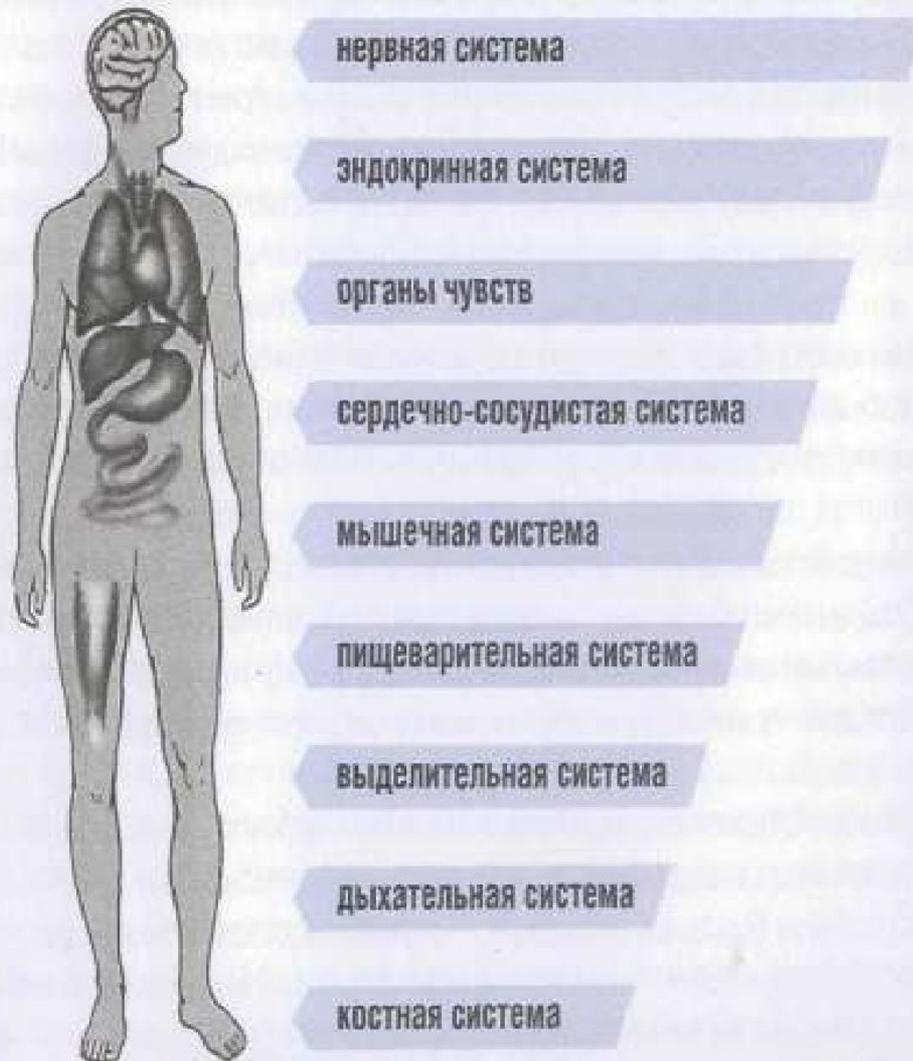
1916 – защитил диссертацию «Русская лирика 18 века». 1918 - диссертация на степень доктора всеобщей истории: «Исследование периодичности всемирно-исторического процесса». Нашёл связь с Солнечной активностью. После этого – полностью посвятил себя гелиобиологии.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ

1. Наличие магниторецепторов не доказано. На их роль могут претендовать кристаллы биогенного магнетита, найденные в мозге и решётчатой кости у человека.
2. В основном, действие слабых магнитных полей связано с **диамагнитными и парамагнитными эффектами**, которые вызывая деформацию электронных орбиталей и переориентацию магнитных моментов атомов соответственно, приводят к изменению активности биологически важных молекул – ферментов, ДНК, АТФ.
3. Особое значение – действие на воду как основное вещество в организме. Состояние воды описывает **«модель мерцающих кластеров»**. Магнитное поле меняет угол между кислородом и водородом, в результате увеличивается число одиночных молекул.



4. Механизм вызванных токов. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы вызывает появление вихревых токов. Если магнитная индукция поля достаточна для того, чтобы эти токи превысили пороговую для возбуждения ткани величину, то возникает распространяющийся потенциал действия.



Полагают, что с этим механизмом связана высокая биологическая эффективность магнитных полей, в первую очередь, на те системы органов, активность которых более всего связана с переносом заряженных частиц (нервная, сердечно-сосудистая и т.д.).

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МЕДИЦИНЕ

Магнитотерапия - метод физиотерапии, при котором на тело пациента воздействуют постоянным или переменным низкочастотным магнитным полем. (+ дистанционное действие, отсутствие выделения тепла в тканях). Для проведения магнитотерапии используются постоянные магниты (магнитопласты) и соленоиды (катушки индуктивности), на которые подаётся постоянное или переменное электрическое напряжение, вызывающее появление соответственно постоянного (до 60 мТл) или переменного магнитного поля. Известно, что переменное магнитное поле оказывает более выраженное влияние, чем постоянное.

Магнитостимуляция – метод лечения магнитными импульсами. Для их получения импульсный электрический ток высокой силы пропускают через катушку, находящуюся вблизи тела пациента. В ней возникает магнитное поле, которое индуцирует в тканях электрический импульс.

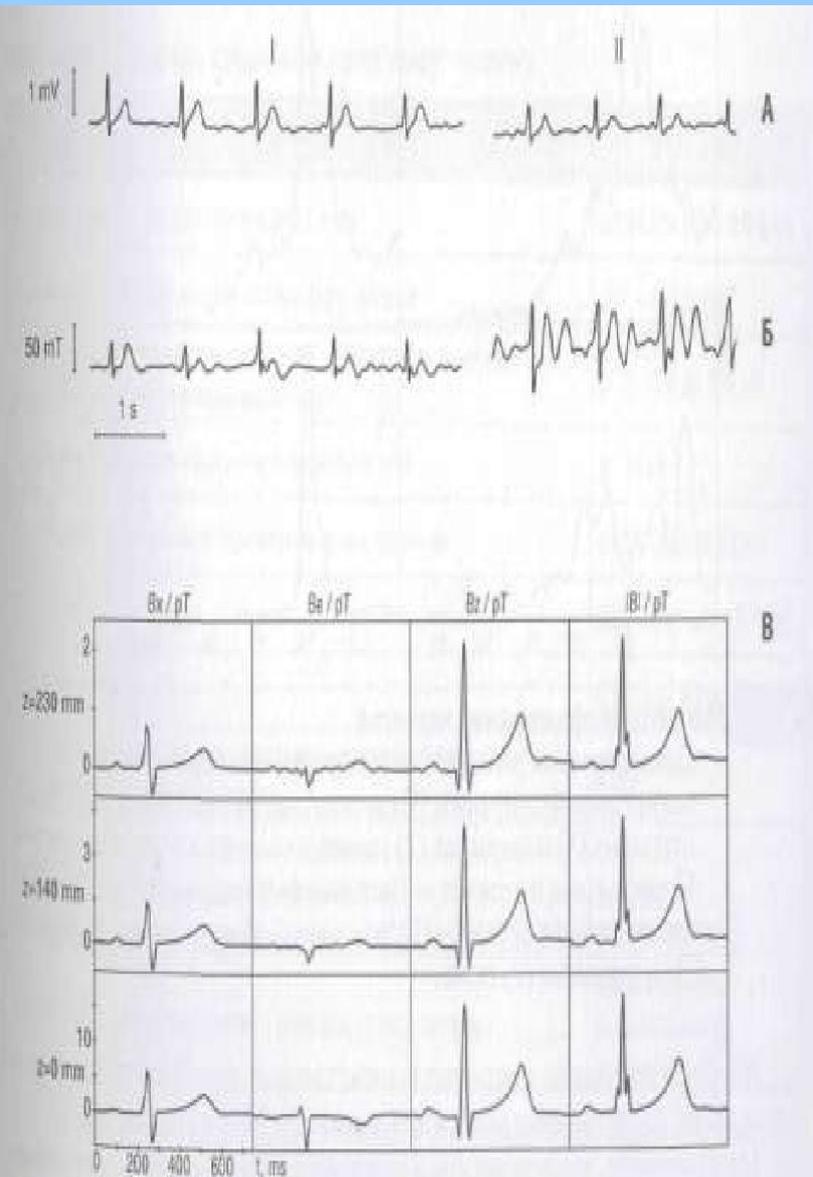
Магнитостимуляцию применяют для диагностического исследования возбудимости нервной и мышечной систем, а также для лечения заболеваний нервной, сердечно-сосудистой и ряда других систем организма.

РЕГИСТРАЦИЯ ЭНДОГЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Магнитокардиография – методика регистрации магнитного поля сердца, изменяющегося в ходе цикла сердечного возбуждения.

Отражает те же процессы, что электрокардиография. Регистрация проводится бесконтактно. Это позволяет применять для обследования плода в утробе матери, для регистрации возбуждения в сердце в процессе физических нагрузок. Недостаток – необходимость экранирования пациента, и потребность в высокочувствительной (дорогой аппаратуре).

Магнитоэнцефалография - метод регистрации магнитного поля головного мозга, возникающего при возбуждении и торможении нейронов.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

