

УДК 537.953.07

**ДАТЧИК «КОЛЕНО» ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО  
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОГО ТОМОГРАФА**

Баязитов А.А., Фаттахов Я.В., Фахрутдинов А.Р., Шагалов В.А.,

Аникин А.Н., Хабипов Р.Ш., Крылатых Н.А.

*Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского –  
обособленное структурное подразделение Федерального государ-  
ственного бюджетного учреждения науки “Федеральный исследова-  
тельский центр «Казанский научный центр Российской академии  
наук»*

*Россия, 420029, Казань, Сибирский тракт, 10/7*

*e-mail: bayazitov.alfis@kfti.knc.ru*

При разработке любых типов датчиков для оптимизации затрат времени и ресурсов целесообразно проводить предварительное моделирование конструкции разрабатываемых датчиков. Для получения наилучшего и наиболее точного отображения внутренней области человека датчик должен иметь хорошую однородность и высокое значение амплитуды принимаемого сигнала. Есть и другие параметры, влияющие на качество изображения, но в этой работе они не рассматриваются.

***ВВЕДЕНИЕ***

В работе пойдет речь о результатах исследования и разработки датчика малого объема для малогабаритных магнитно-резонансных томографов. В ходе работы были собраны несколько макетов датчика и получены результаты распределения амплитуды сигнала. При моделировании последовательно изменялись такие параметры как размеры полуосей, число витков, расстояние между витками.

*ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ*

В данной работе однородность поля оценивалась как среднеквадратичное отклонение амплитуды сигнала от среднего значения.

Объектом исследования и разработки является датчик, предназначенный для приема сигнала в области суставов конечностей. В работе проводились экспериментальные измерения однородности поля на макете приемного контура цилиндрической формы.

На рис. 1 приведена схема макета одного из экспериментов, результаты которых представлены ниже.

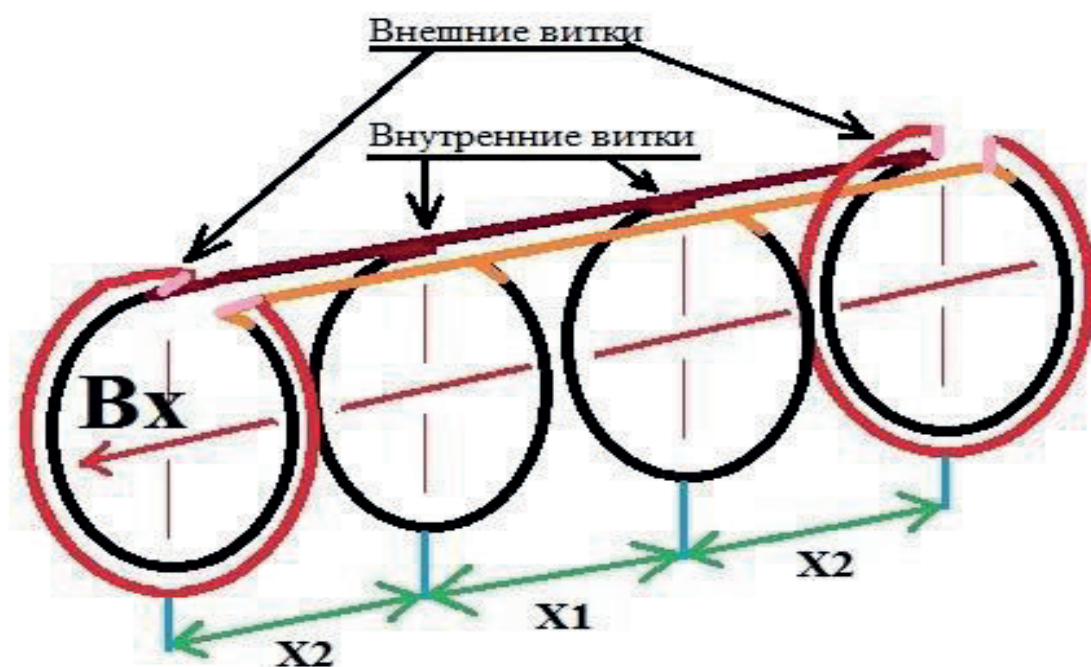


Рис. 1. Вариант включения: 4 витка плюс по одному витку параллельно крайним виткам.

Ниже на графиках приведены результаты экспериментального измерения распределения сигнала для различных макетов. На последующих графиках черной рамкой выделена рабочая область датчика.

*РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ*

Из результатов эксперимента, представленных на рис. 2, прослеживаются следующие закономерности: для шести витков амплитуда сигнала

выше, чем для четырех витков, также используя последовательное/параллельное включение можно в процессе разработки управлять распределением поля.

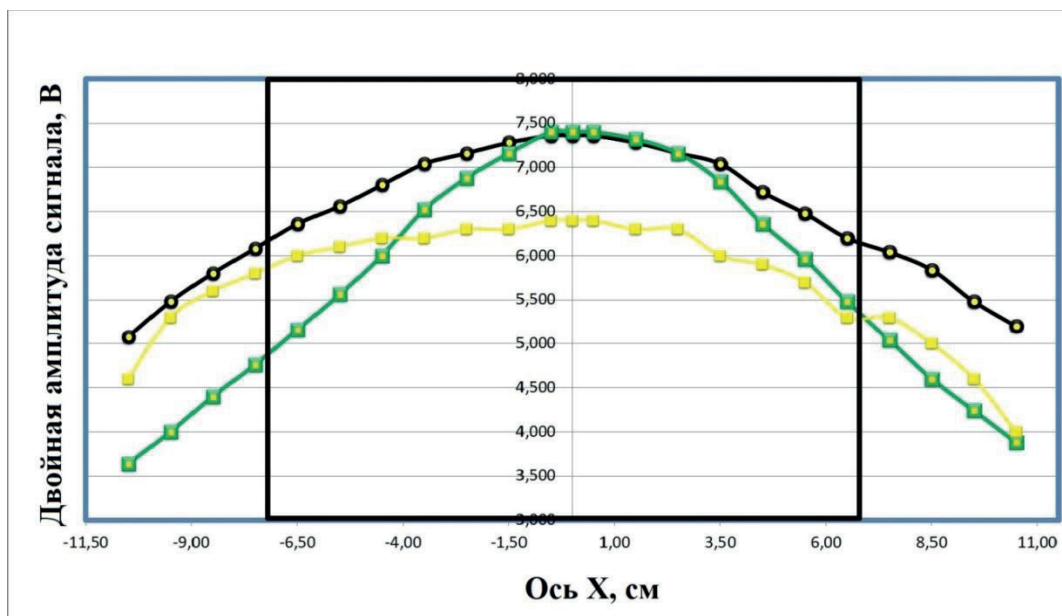


Рис. 2. Результаты измерения распределения поля: черный график – 4 витка плюс по одному витку в параллель поверх крайних витков, зеленый график – 4 витка плюс по одному витку, включённые последовательно с крайними витками, желтый график – 4 распределенных витка включенных параллельно.

Из рис. 3 видно, что переход от 6 к 8 виткам, аналогично схеме перехода от 4 к 6 виткам, изображенной на рис. 1, не увеличивая размер датчика, не приводит к улучшению однородности или увеличению амплитуды. Увеличение размеров датчика неприемлемо, это приведет к уменьшению коэффициента заполнения и, следовательно, уменьшит амплитуду принимаемого сигнала.

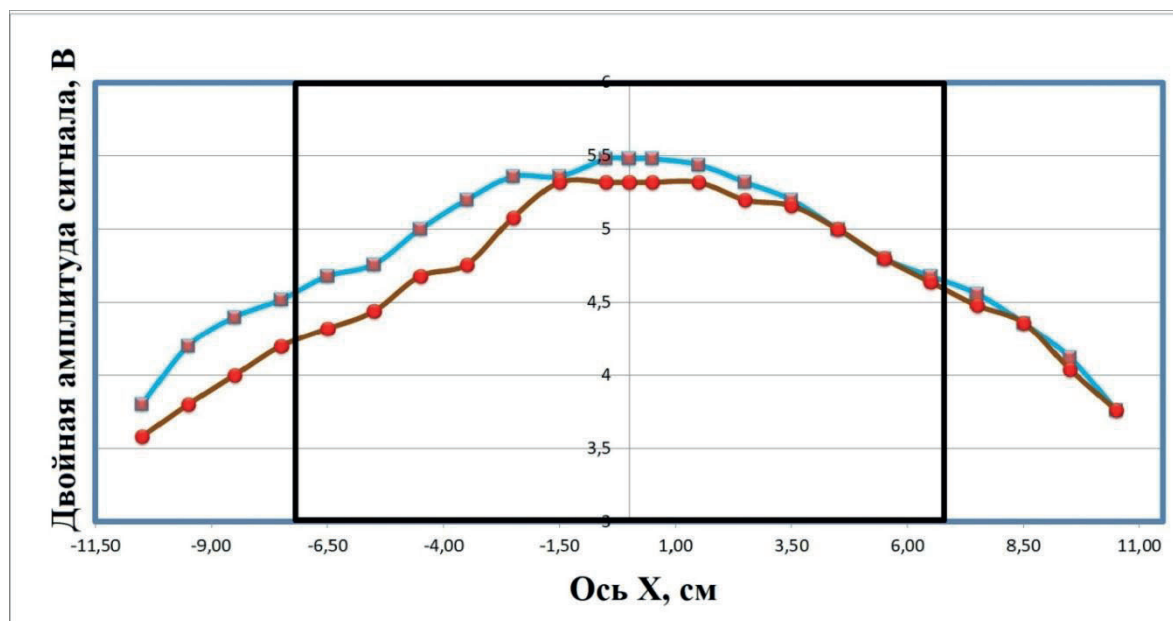


Рис. 3. Результаты измерения распределения поля: синий график – 4 витка в параллель плюс по одному витку в параллель поверх крайних, красный график – 4 витка в параллель плюс по два витка в параллель поверх крайних.

На рис. 4 приведены два варианта оптимального расположения 6 витков со следующими особенностями: зеленый график – наружные витки и по два витка включённые в параллель лентой шириной 20 мм и внутри по одному витку лентой шириной 10 мм; синий график – соответствует контуру, в котором два внутренних витка включены последовательно и изготовлены из ленты шириной 20 мм и по одному внешнему витку из ленты шириной 10 мм, включенные в параллель внутренним виткам.

В обоих случаях распределения поля близки по однородности, но по амплитуде сигнала отличаются. В этих экспериментах повышение однородности поля мы добивались не только за счет последовательного/параллельного включения, но и за счет изменения ширины ленты, что в свою очередь также влияет на сопротивление контура.

Кроме экспериментальных измерений в работе проводились исследования математических моделей распределения поля вдоль оси X при эллиптической форме датчика для 4 витков плюс по одному витку поверх внешнего. Данную форму датчика целесообразно использовать для малых

суставных датчиков, предназначенных для исследования кисти, локтя. Результаты моделирования представлены на рис. 5.

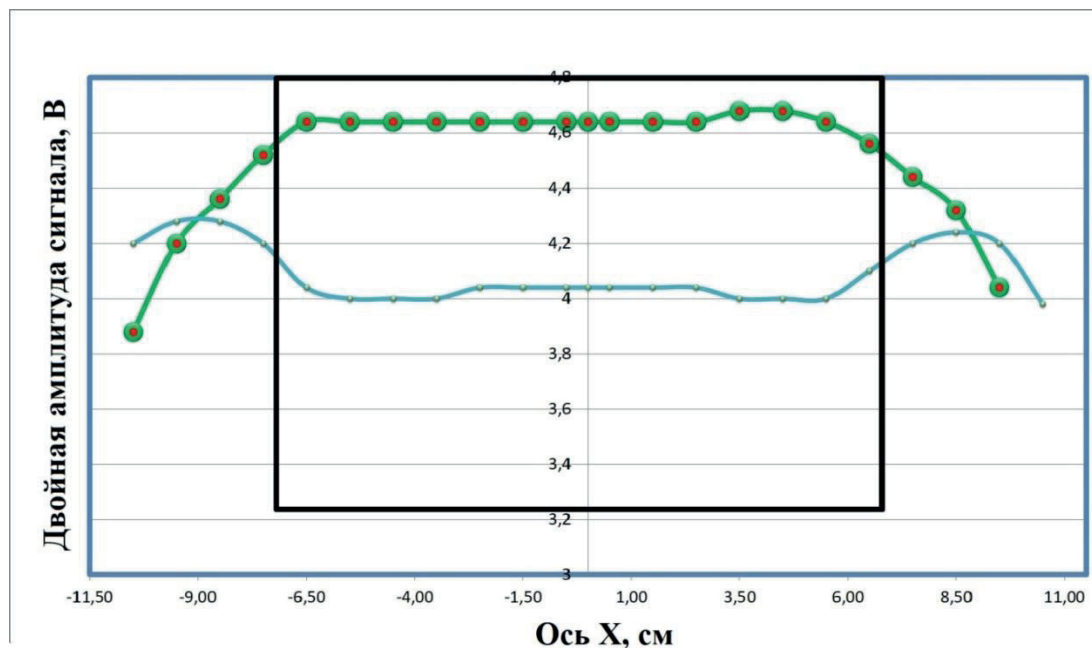


Рис. 4. Результаты измерения распределение поля для двух вариантов макета: зеленый график – внешние витки шириной по 20 мм, внутренние – 10 мм; синий график – внешние витки шириной по 10 мм, внутренние – 20 мм.

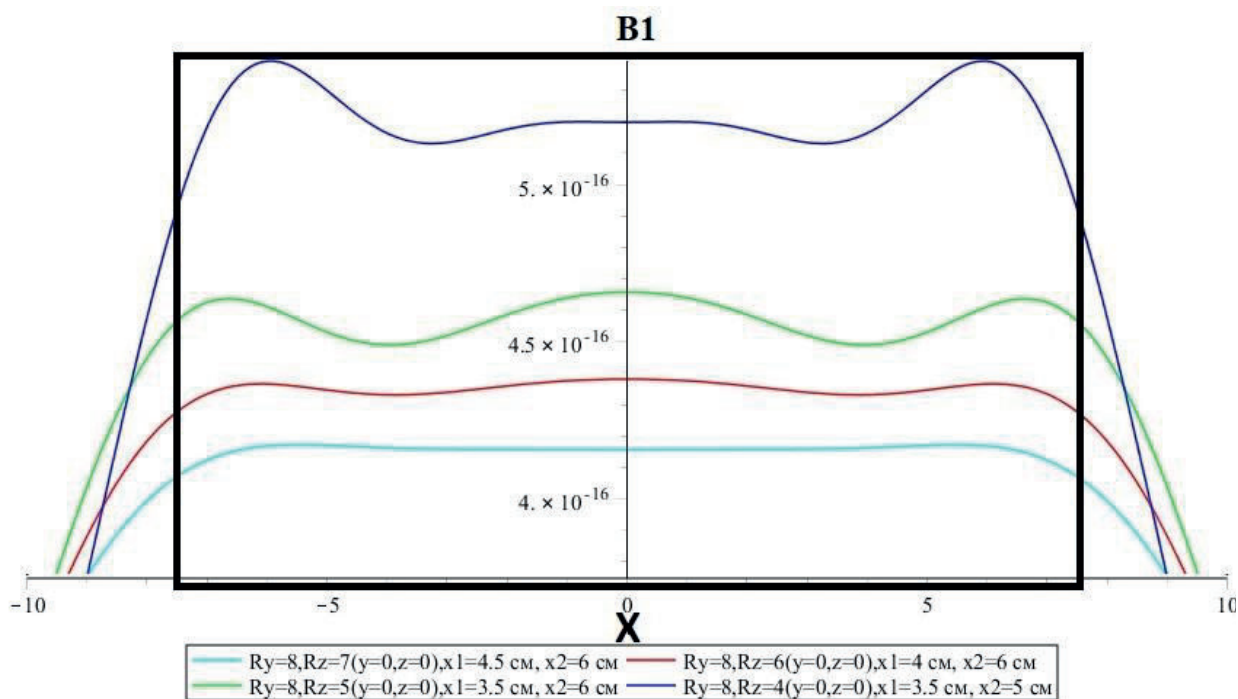


Рис. 5. Распределение поля от датчика с различными полуосями эллипса.

На рис. 5 приемлемым соотношениям между амплитудой сигнала и однородностью поля соответствует зеленый график, так как средне квадратичное отклонение от среднего значения равно всего  $\delta=1,2\%$ . С учетом этих данных можно конструировать рабочий макет датчика эллиптической формы с параметрами  $R_y=8$  см,  $R_z=5$  см,  $X_1=3.5$  см,  $X_2=6$  см.

### *ЗАКЛЮЧЕНИЕ*

На основании проведенных измерений на макетах цилиндрической формы в качестве оптимального выбран датчик с шестью витками.

Подстройку однородности поля можно производить не только варьируя расстоянием между проводниками с током (лентами), но и изменяя ширину ленты и способ их включения последовательный/параллельный, косвенно управляя величиной токов в проводнике, что и наблюдается на рис. 2,3,4.

Для датчика эллиптической формы установлено, что при уменьшении одной полуоси эллипса амплитуда сигнала увеличивается, но начинает ухудшаться однородность поля. Для практического моделирования необходимо выбирать компромиссный вариант.