

УДК 621.375.026

**Разработка малошумящего усилителя для портативного низкочастотного аппарата МРТ
для головы человека**

Мурзин М.В. (ИТМО)

**Научный руководитель – кандидат технических наук Хуршкайнен А.А.
(ИТМО)**

Введение. Интерес к низкочастотным малогабаритным аппаратам МРТ [1,2] обусловлен низкой себестоимостью, компактностью, безопасностью для пациента, а также возможностью транспортировки к пациенту. Главной сложностью при проектировании низкочастотных МРТ систем является обеспечение отношения такого отношения сигнал-шум (ОСШ), которое необходимо для получения клинически значимых изображений. В низкочастотных системах используются безгелиевые постоянные магниты, что обеспечивает компактность и бюджетность, однако сравнительно низкое ОСШ [3]. Возможности увеличения ОСШ связаны с разработкой новых методов обработки МРТ данных, а также с улучшением электроники приемного радиочастотного (РЧ) тракта аппарата МРТ. Электроника приемного тракта должна обеспечивать максимальное усиление при внесении минимальных искажений в исходный сигнал. Одним из основных компонентов приемного тракта, существенно влияющим на ОСШ, является малошумящий усилитель (МШУ), изготавливаемый по специальной технологии, отличающейся от обычных усилителей мощности. МШУ располагается как можно ближе ко входам РЧ приемных катушек во избежание потерь сигнала на прохождение в кабеле, а также должен обладать малым форм-фактором [4]. Кроме того, входной импеданс малошумящего усилителя должен быть малой величиной по сравнению с волновым импедансом линии передач для компенсации взаимной индукции антенных элементов [5]. Известные в литературе модели малошумящих усилителей рассчитаны на более высокий частотный диапазон и не могут применяться для низкочастотной томографии, поэтому необходимо разработать решение, удовлетворяющее требуемым характеристикам. Целью работы является разработка малошумящего усилителя низкочастотного аппарата МРТ для головы человека с рабочей частотой 3 МГц.

Основная часть. Наиболее близким по рабочей частоте существующим решением является малошумящий усилитель с низким входным импедансом с рабочей частотой 32 МГц [6]. В данной работе за основу была взята схема усилителя, представленная в работе [6]. С помощью схемотехнического моделирования в программе Advanced Design System разработана схема малошумящего усилителя с рабочей частотой низкочастотного аппарата МРТ 3 МГц. В результате моделирования получены частотные зависимости коэффициента усиления, элементов матрицы рассеяния, коэффициента шума, а также входного импеданса. Коэффициент шума на рабочей частоте составил 0,688 дБ при уровне коэффициента усиления 32,8 дБ и входном импедансе, равном $8,35 + j0,01$ Ом, что соответствует научно-техническому уровню, известному в литературе.

Выводы. Разработана схема малошумящего усилителя приемного тракта низкочастотного аппарата МРТ для головы человека, рабочая частота которого составляет 3 МГц.

Список использованных источников:

1. Mazurek, Mercy H., et al. "Portable, bedside, low-field magnetic resonance imaging for evaluation of intracerebral hemorrhage." *Nature communications* 12.1 (2021): 5119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34433813/>
2. Liu, Yilong, et al. "A low-cost and shielding-free ultra-low-field brain MRI scanner." *Nature communications* 12.1 (2021): 7238. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34907181/>
3. Marques, J.P., Simonis, F.F.J. and Webb, A.G. (2019), Low-field MRI: An MR physics perspective. *J. Magn. Reson. Imaging*, 49: 1528-1542. <https://doi.org/10.1002/jmri.26637>

4. Cao, X., Zu, D., Zhao, X. et al. The design of a low-noise preamplifier for MRI. *Sci. China Technol. Sci.* 54, 1766–1770 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11431-011-4379-z>
5. Roemer, Peter B., et al. "The NMR phased array." *Magnetic resonance in medicine* 16.2 (1990): 192-225. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2266841/>
6. Kabel, Mustafa A. "Ultra-Low Noise Amplifier Design for Magnetic Resonance Imaging systems." *arXiv: Instrumentation and Detectors* (2017): n. pag. https://www.researchgate.net/publication/317557871_Ultra-Low_Noise_Amplifier_Design_for_Magnetic_Resonance_Imaging_systems

Автор _____ Мурзин М.В

Научный руководитель _____ Хуршкайнен А.А.