

**Моделирование аэродинамического пьезогенератора
Емилова Р.Р.**

Цель работы:

Моделирование пьезогенератора, работающего на турбулентных потоках, для питания малогабаритных устройств.

Постановка задачи:

Широкое распространение в настоящее время разнообразных автономных устройств радиоэлектроники требует создания к ним систем электрического питания. Одним из подходов в данном направлении является разработка миниатюрных пьезоэлектрических генераторов, преобразующих даровую энергию вибраций, присутствующих практически везде, в электрическую энергию. Анализ работ [1–4] по получению электрической энергии из вибраций для питания микроэлектронных устройств показывает существенное преимущество пьезоэлектрического способа по сравнению с электромагнитным или электростатическим. Среди них: большая, по сравнению с остальными способами преобразования, удельная получаемая мощность, а также простота конструкции. Диапазон величин получаемых напряжений значительно шире, нежели у всех остальных типов генераторов. К недостаткам пьезоэлектрического способа получения энергии можно отнести большое выходное сопротивление источника, однако этот недостаток можно легко компенсировать путем правильного выбора количества элементов пьезогенератора и способа их включения – параллельного или последовательного.

Основываясь на вышеизложенном, целью данной работы являлась разработка модели пьезогенератора для обеспечения питания малогабаритных летательных аппаратов. Для этого решались следующие задачи:

1. выбор подходящего конструктивного исполнения пьезогенератора;
2. проведение конечно-элементного моделирования в программе COMSOL и определение параметров пьезогенератора.

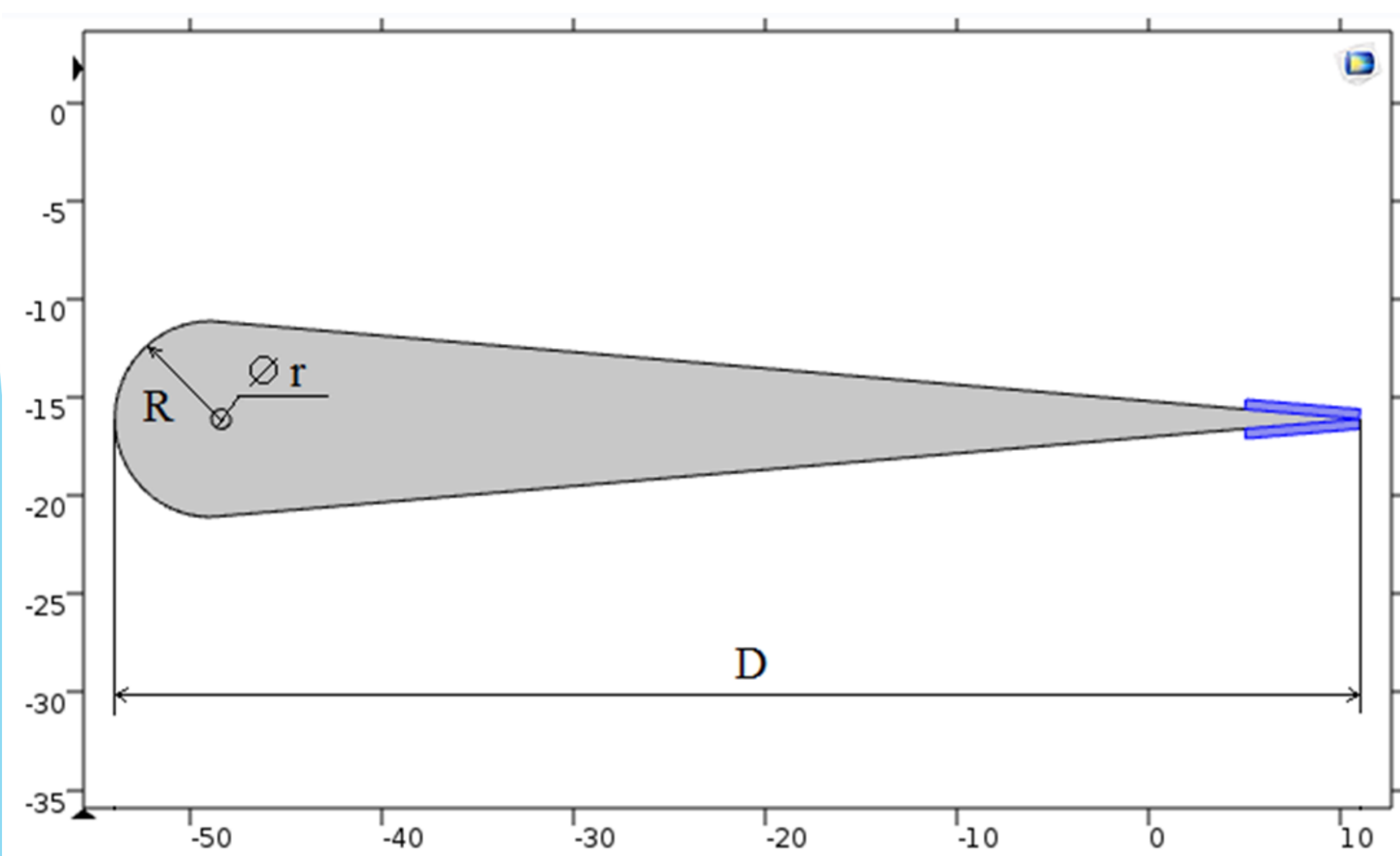


Рисунок 1. Модель пьезогенератора

Размеры крыла	Размеры пьезоэлемента	Материалы
D=650 мм	5×60 мм	Крыло – алюминий
R=50 мм		Стержень – сталь
r=5 мм		Пьезоэлементы – PZT4

Результаты моделирования в программе COMSOL 5.1

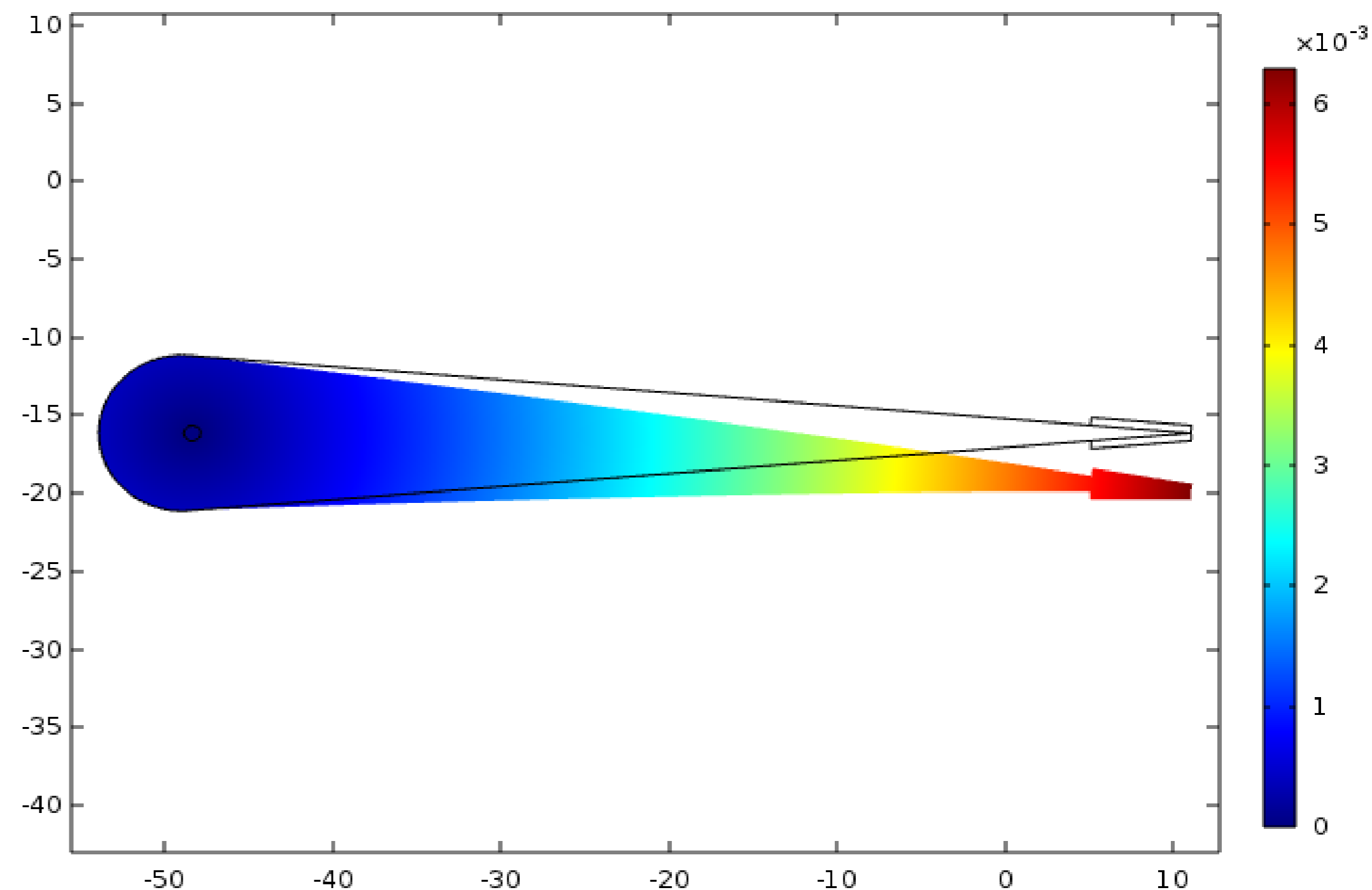


Рисунок 2. Пример деформации крыла

Реальное смещение концевой части крыла 6 мм, но для наглядности на рисунке 2 это отражено в масштабе.

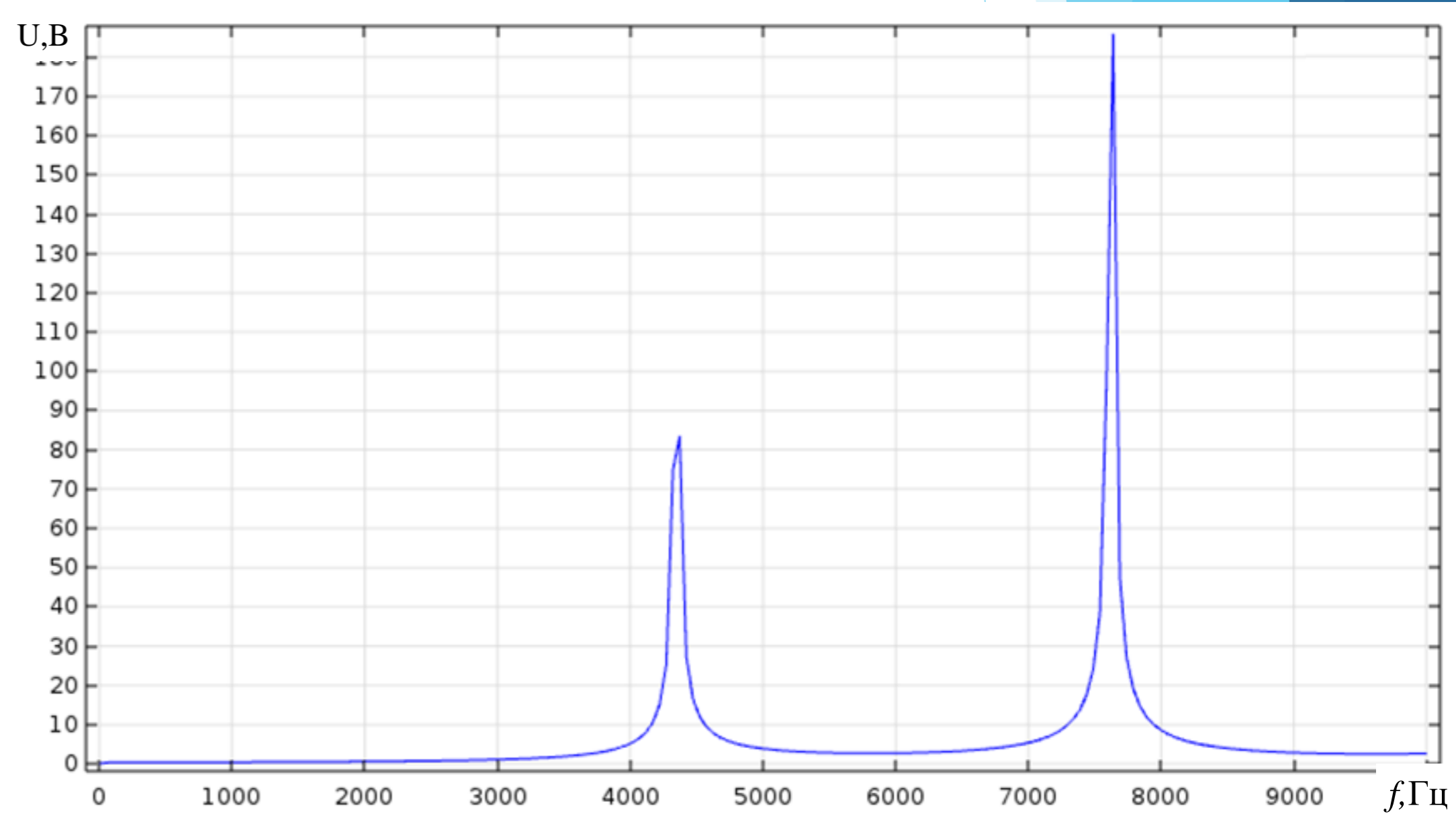


Рисунок 3. График выходного напряжения от частоты

Выводы:

Результаты численного моделирования показывают, что в случае протекания газа со скоростью 10 м/с, вырабатываемый уровень напряжения достигает 180 В на частоте резонанса. При других же скоростях протекания газа пики смещаются по частоте, то есть можно достигнуть выработки напряжения, близкой к максимальной (т. е. 180 В) в диапазоне частот от 0 до 10 кГц.

Тем самым моделирование аэродинамического преобразователя показывает, что пределы вырабатываемого напряжения достаточно высоки, при этом частотный диапазон зависит от скорости протекания газа и является относительно широким.

Список литературы:

1. Erturk A., Inman D. J. Piezoelectric Energy Harvesting. N.-Y.: Wiley, 2011. – 392 p.
2. Williams C. B., Yates R. B. Analysis of a Micro-electric Generator for Microsystems // Sensors and Actuators A: Physical. – 1996. – V. 52. – № 1. – P. 8–11.
3. Xiang J., Wu Y., Li D. Energy harvesting from the discrete gust response of a piezoaeroelastic wing: Modeling and performance evaluation // Journal of Sound and Vibration. – 2015. – V.343. – P.176–193.
4. Abdessattar A., Hajj M. R. Performance enhancement of wing-based piezoaeroelastic energy harvesting through freeplay nonlinearity // Theoretical and Applied Mechanical Letters. – 2013. – V. 3. – №4. – C.041001.