

## Лабораторная работа № 5

### **Статическое деформирование пьезокерамического преобразователя с многоэлектродным покрытием под действием заданной разности потенциалов на электродах**

#### **Индивидуальные задания**

Написать программу на языке APDL ANSYS для расчета статического деформирования пьезоэлектрического преобразователя с многоэлектродным покрытием в форме диска (осесимметричная задача) или длинного цилиндра с поперечным сечением заданной формы (задача плоской деформации). Построить регулярное конечно-элементное разбиение. Дать анализ сходимости перемещений при различной плотности конечно-элементной сетки. Привести рабочий вариант конечно-элементной сетки с элементными системами координат. Вывести результаты расчетов (деформированную форму, распределения перемещений, электрического потенциала, вектора электрического поля, вектора электрической индукции, напряжений по Мизесу, график вдоль по пути с поверхностными электродами характерной компоненты вектора электрического поля). Проанализировать результаты и оформить отчет.

#### Требования к отчету.

Отчет должен содержать ФИО студента, полное описание задачи, а также результаты, полученные с помощью конечно-элементного комплекса ANSYS:

- Конечно-элементная сетка с граничными условиями и показом элементной системы координат для каждого элемента (проверка направления поляризации)
- Деформированная форма пьезопреобразователя
- Картина распределения перемещений по оси OX
- Картина распределения перемещений по оси OY
- Картина распределения модуля вектора перемещений
- Картина распределения электрического потенциала
- Картина распределения вектора электрического поля
- Картина распределения вектора электрической индукции
- Картина распределения интенсивности напряжений (напряжений по Мизесу)
- график вдоль по пути с поверхностными электродами характерной компоненты вектора электрического поля

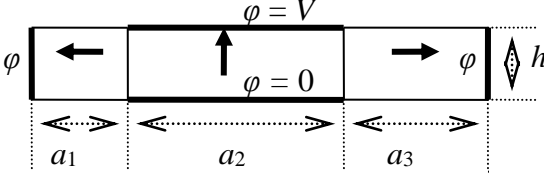
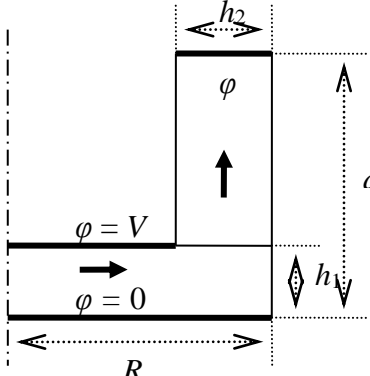
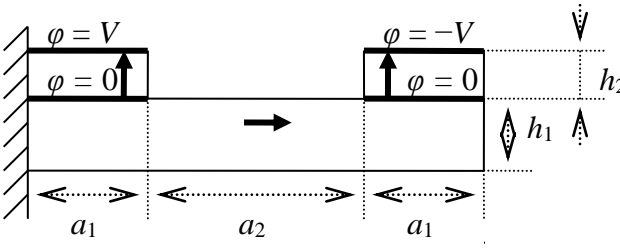
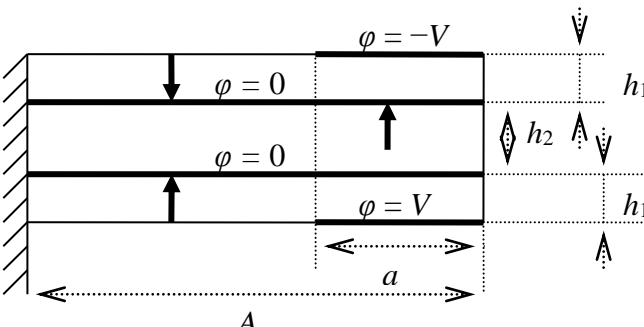
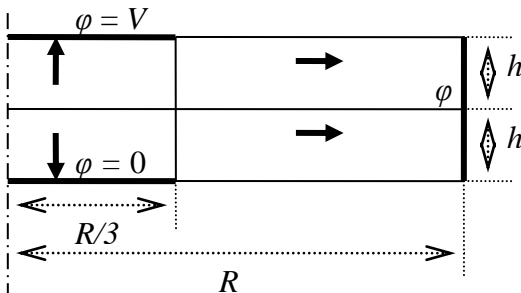
#### **Варианты заданий**

См. книгу А.В. Наседкин, А.А. Наседкина «Конечно-элементное моделирование связанных задач», с. 131, а также таблицу ниже.

Таблица.

Значение потенциала на электродах: положить  $V = 10$  В для нечетных номеров вариантов,  $V = 5$  В для четных номеров вариантов.

№	Схема	Геометрические размеры
1		<p>Осесимметричная задача  <math>R = 1</math> см  <math>h = 0.5</math> мм</p>
2		<p>Осесимметричная задача  <math>R = 1</math> см  <math>h = 1</math> мм</p>
3		<p>Осесимметричная задача  <math>R = 1.5</math> см  <math>h = 1</math> мм</p>
4		<p>Плоская деформация          (половина модели)  <math>a_1 = 1</math> см  <math>a_2 = 1</math> см  <math>h = 2</math> мм          Определить значение          потенциала          на свободном электроде</p>

5		<p>Плоская деформация</p> <p><math>a_1 = 1</math> см  <math>a_2 = 2</math> см  <math>a_3 = 1.5</math> см  <math>h = 2</math> мм</p> <p>Определить значение потенциала на свободных электродах</p>
6		<p>Осесимметричная задача</p> <p><math>R = 1</math> см  <math>a = 1.7</math> см  <math>h_1 = 1</math> мм  <math>h_2 = 1.5</math> мм</p> <p>Определить значение потенциала на свободном электроде</p>
7		<p>Плоская деформация</p> <p><math>a_1 = 1</math> см  <math>a_2 = 1.5</math> см  <math>h_1 = 1</math> мм  <math>h_2 = 0.5</math> мм</p>
8		<p>Плоская деформация</p> <p><math>A = 1.5</math> см  <math>a = 0.5</math> см  <math>h_1 = 1</math> мм  <math>h_2 = 0.5</math> мм</p>
9		<p>Осесимметричная задача</p> <p><math>R = 1.2</math> см  <math>h = 1</math> мм</p> <p>Определить значение потенциала на свободном электроде</p>

10		<p>Осесимметричная задача</p> <p><math>a_1 = a_3 = 9 \text{ мм}</math>  <math>a_2 = a_4 = 11 \text{ мм}</math>  <math>H = 3 \text{ мм}</math></p>
11		<p>Осесимметричная задача</p> <p><math>a_1 = 0.3 \text{ см}</math>  <math>a_2 = 0.2 \text{ см}</math>  <math>h_1 = 0.5 \text{ мм}</math>  <math>h_2 = 0.5 \text{ мм}</math></p>
12		<p>Плоская деформация</p> <p><math>l = 5 \text{ см}</math>  <math>h = 1 \text{ см}</math>  <math>b = 4 \text{ см}</math></p> <p>Определить значение потенциала на свободном электроде</p>
13		<p>Плоская деформация</p> <p><math>a_1 = 0.5 \text{ см}</math>  <math>a_2 = 0.6 \text{ см}</math>  <math>h_1 = 0.5 \text{ мм}</math>  <math>h_2 = 1 \text{ мм}</math></p>
14		<p>Осесимметричная задача</p> <p><math>a_1 = 0.4 \text{ см}</math>  <math>a_2 = 0.3 \text{ см}</math>  <math>h_1 = 1 \text{ мм}</math>  <math>h_2 = 1.5 \text{ мм}</math></p>

15	<p style="text-align: center;"><math>\varphi = V</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\varphi = 0</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\varphi</math></p> <p style="text-align: center;"><math>a_1</math> <math>a_2</math> <math>a_1</math> <math>a_2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>h_2/2</math> <math>h_1</math> <math>h_2</math></p>	Плоская деформация $a_1 = 0.5$ см $a_2 = 0.9$ см $h_1 = 0.5$ мм $h_2 = 1$ мм Определить значение потенциала на свободном электроде
----	--	---

**Программа МИТОУ (модели и информационные технологии организационного управления)**

**Программа МИТОУ (модели и информационные технологии организационного управления)**

№	№ задания	ФИО студента
1	1 книга	Алексеев Денис Игоревич
2	2 книга	Бабичева Юлия Витальевна
3	3 книга	Блохин Денис Владимирович
4	4 книга	Букреева Татьяна Дмитриевна
5	5 книга	Ващенко Игорь Игоревич
6	6 книга	Жеведь Арина Сергеевна
7	7 книга	Ирза Артем Викторович
8	8 книга	Королевская Екатерина Леонидовна
9	9 книга	Королук Александр Александрович
10	10 книга	Крайненко Александр Борисович
11	11 книга	Медведева Юлия Сергеевна
12	12 книга	Мирошникова Ольга Игоревна
13	13 книга	Михайлов Николай Дмитриевич
14	14 книга	Окулист Наталья Менахимовна
15	15 книга	Павлющик Константин Сергеевич
16	1 таблица	Петров Валентин Александрович
17	2 таблица	Плаутина Марина Юрьевна
18	3 таблица	Пуртова Ирина Сергеевна
19	4 таблица	Розанов Юрий Эмзариевич
20	5 таблица	Сбродов Никита Сергеевич
21	6 таблица	Трубина Диана дмитриевна
22	7 таблица	Хохрякова Александра Андреевна
23	8 таблица	Яковенко Владимир Алексеевич

**Программа ВМ (математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин)**

№	№ задания	ФИО студента
1	1 таблица	Агабалаев Асрет Мелик-Мамедович
2	2 таблица	Айдаркин Евгений Евгеньевич
3	3 таблица	Алехин Тарас Сергеевич
4	4 таблица	Барабаш Николай Алексеевич
5	5 таблица	Брагин Дмитрий Игоревич
6	6 таблица	Бурховецкий Виктор Витальевич
7	7 таблица	Волохов Александр Александрович
8	8 таблица	Елизарова Ангелина Андреевна
9	9 таблица	Еритенко Николай Алексеевич
10	10 таблица	Жаров Павел Сергеевич
11	11 таблица	Жилеева Эльвира Александровна
12	12 таблица	Ивлев Иван Анатольевич
13	13 таблица	Кокшаров Дмитрий Ильич
14	14 таблица	Коровенко Татьяна Сергеевна
15	15 таблица	Коротенко Максим Сергеевич
16	1 книга	Лукошкин Александр Викторович
17	2 книга	Метелица Елена Анатольевна
18	3 книга	Нечитаев Алексей Владимирович
19	4 книга	Никишин Сергей Владимирович
20	5 книга	Попова Екатерина Андреевна
21	6 книга	Скирдачев Иван Андреевич
22	7 книга	Солошич Макар Геннадьевич
23	8 книга	Степанова Екатерина Игоревна
24	9 книга	Яковлев Владислав Андреевич
25	10 книга	Якшов Денис Владимирович

**Программа ММ (математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин) – все**

№	№ задания	ФИО студента
1	1 книга	Битюцкий Михаил Сергеевич
2	2 книга	Борисенко Иван Алексеевич
3	3 книга	Бротский Ярослав Игоревич
4	4 книга	Васильев Андрей Владимирович
5	5 книга	Говорина Людмила Андреевна
6	1 таблица	Гончаров Андрей Сергеевич

7	2 таблица	Григорян Арутюн Камоевич
8	3 таблица	Ефимов Виктор Александрович
9	4 таблица	Затона Дмитрий Дмитриевич
10	5 таблица	Золотов Никита Борисович
11	6 таблица	Зубков Юрий Николаевич
12	7 таблица	Каренькова Ирина Васильевна
13	8 таблица	Коновалов Артем Дмитриевич
14	9 таблица	Лавуренко Илья Вениаминович
15	10 таблица	Морозова Юлия Александровна
16	11 таблица	Резван Семен Андреевич
17	12 таблица	Рожковецкий Александр Олегович
18	13 таблица	Саямов Сергей Михайлович
19	14 таблица	Таранов Даниил Николаевич
20	15 таблица	Храмцов Максим Валерьевич
21	9 таблица	Чуб Анастасия Сергеевна
22	10 таблица	Чубенко Иван Николаевич
23	11 таблица	Шалимов Антон Валерьевич
24	12 таблица	Петренко Дарья