**Типовой расчет № 2**

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

**Вариант 1**

Для кабеля с изоляцией жила смещена относительно центра оболочки на расстояние *d* . Радиусы проводов имеют указанные в таблице размеры, относительная диэлектрическая проницаемость изоляции ε*r*.

1. Найти допустимое напряжение при заданной допустимой напряженности электрического поля. Сравнить полученное значение с допустимым напряжением для такого же конденсатора при *d*=0.

2. Рассчитать емкость на единицу длины. Сравнить полученное значение емкости с емкостью такого же конденсатора при при *d*=0.

3. Провести эквипотенциаль 50% от приложенного напряжения.

4. Рассчитать плотность поверхностных зарядов в точке М.

5. Рассчитать и построить график распределения напряженности электрического поля и потенциала в плоскости *АВ*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *R*1, мм | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| *R*2, мм | 20 | 20 | 25 | 25 | 30 | 30 | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 |
| *d*, мм | 5 | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 |
| ε*r* | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| *Е*доп,  кВ/см | 100 | 150 | 200 | 100 | 150 | 200 | 100 | 150 | 200 | 100 | 150 | 200 |

*R*2

*R*1

*d*



*M*

*A*

*B*

45°

Вариант 2

**Вариант 2**

Полусферический заземлитель находится в среде с удельной проводимостью γ1 на расстоянии *h* от плоскости границы, отделяющей эту среду от среды с проводимостью γ2.

1. Определить потенциал заземлителя относительно бесконечно удаленной точки. Построить график изменения потенциала вдоль оси *Х*.

2. Найти точки пересечения границы опасной зоны с осью *Х*, полагая, что допустимое шаговое напряжение *U*ш = 40 В, а длина шага − 0,7 м.

3. Рассчитать радиус опасной зоны для случая, когда вся почва имеет одинаковую проводимость γ = γ1. Указать на чертеже опасную зону и точки, определенные в п. 3.

4. Рассчитать и построить вектор плотности тока и напряженности электрического поля по обе стороны границы раздела двух сред с проводимостью γ1 и γ2 в точке на расстоянии *h*/2 от поверхности.

**Примечание:** При расчете полагать <<b.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| , м | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| *h*, м | 10 | 10 | 8 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 10 | 10 |
| γ1, См /м | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| γ2, См /м | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| *I*к, A | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 2000 | 3000 | 1000 | 2000 | 3000 |

*h*

*R*0

*I*к

*X*

γ1

γ2

*h/*2

*h/*2

*A*

*B*

*C*

**Вариант 3**

Металлический цилиндр расположен в проводящей среде между двумя металлическими стенками, образующими угол 90°.

1. Рассчитать проводимость между цилиндром и стенками на единицу длины.

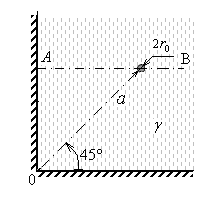
2. При заданном потенциале проводаϕ построить график изменения потенциала

вдоль оси АВ (потенциал стенок считать равным 0).

1. Качественно построить картину линий тока и эквипотенциалей.
2. Построить график изменения потенциала вдоль биссектрисы угла.
3. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в точке *А*.

**Примечание:** При расчете полагать *r*0<<a.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ϕ, В | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 |
| *а*, мм | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| *r*0, мм | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| γ,Cм/м | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |



**Вариант 4**

Металлический цилиндрический стержень находится в среде с проводимостью γ.

1. Найти ток утечки между стержнем и металлической поверхностью, если потенциал стержня ϕс, а потенциал проводящей поверхности ϕ0 =0.

2. Найти проводимость на единицу длины *G*0 между стержнем и металлической поверхностью без учета влияния непроводящей стенки. Сравнить это значение с проводимостью, вычисленной с учетом влияния стенки.

3. Рассчитать и построить вектора плотности тока и напряженности электрического поля в точке *В*.

4. Найти потенциал в точке *А*.

**Примечание:**  При расчете считать, что *r*0<<*a*; *r*0<<*h*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ϕс, кВ | 2 | 1,5 | 1 | 0,4 | 0,5 | 0,22 | 0,1 | 0,22 | 0,5 | 0,4 | 1 | 2 |
| γ, См/м | 0,9 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| *h*, м | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | `  1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| *а*, м | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| *r*0 , см | 5 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 5 |

*а/*2

*h*

*a*

2*r*0

*B*

*A*

*γ*

*γ*=0

**Вариант 5**

В полукруглой трубе, заполненной несовершенной изоляцией с электрической проводимостью γ, проложена цилиндрическая жила. Между жилой и трубой приложено напряжение *U*0.

1. Рассчитать проводимость между трубой и жилой на единицу длины.

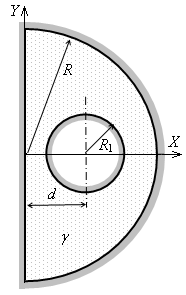
2. Рассчитать и построить распределение напряженности электрического поля и потенциала по оси *Х*.

3. Качественно построить картину поля (силовые линии и эквипотенциали) .

4. Рассчитать удельную мощность, рассеиваемую в единице объема изоляции в точках с максимальным значением напряженности электрического поля.

**Примечание:**  При расчете учесть, что *R*1<<*R*, *R*1<< *d*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, кВ | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 | 6 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 2 |
| *R*, мм | 100 | 100 | 50 | 60 | 200 | 200 | 200 | 150 | 150 | 150 | 150 | 100 |
| *R*1, мм | 1 | 1 | 2 | 3 | 7,5 | 7,5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *d*, мм | 80 | 20 | 20 | 30 | 100 | 80 | 120 | 40 | 80 | 50 | 110 | 80 |
| γ⋅107,  См/м | 0,1 | 2 | 1 | 0,15 | 0,1 | 0,05 | 1 | 10 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 1 |



# Вариант 6

Полусферическое тело с диэлектрической проницаемостью ε2 лежит на плоской металлической поверхности. Над телом расположен второй электрод, форму которого требуется определить.

1. Рассчитать и построить профиль электрода, обеспечивающего создание однородного поля в полусферическом теле. Напряжение на электроде относительно плоской поверхности *U*0. Пробивная напряженность электрического поля в воздухе

*Е*1max = 3000кВ/м, а в материале полусферы *Е*2max = 6000кВ/м. Определить расстояние от проводящей плоскости до электрода на оси *Y* (при x=0, z=0), при котором произойдет пробой.

2. Качественно провести эквипотенциали и силовые линии вектора **** (на одной половине рисунка) и вектора  (на другой). Картину поля и профиль электродов строить до x=(3 …4)*а*.

3. Рассчитать и построить зависимость напряженности электрического поля и потенциала вдоль вертикальной оси симметрии.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, кВ | 36 | 40 | 33 | 90 | 50 | 20 | 80 | 25 | 36 | 55 | 85 | 45 |
| *εr*2 | 6 | 6 | 4 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 4 | 3 | 2 | 5 |
| *а*, cм | 4 | 5 | 3 | 6 | 4 | 2,5 | 3,5 | 2,5 | 4,5 | 4 | 5 | 3 |

*а*

**

**

*Y*

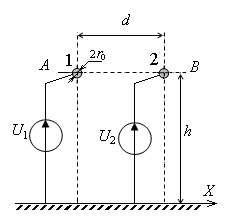
*X*

###### Вариант 7

По заданным в таблице параметрам высоковольтной линии рассчитать:

1. Частичные емкости.
2. Рабочую емкость линии.
3. Заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода.
4. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала в плоскости *АВ* и распределение горизонтальной составляющей напряженности электрического поля.
5. Рассчитать плотность поверхностного заряда на поверхности земли вдоль оси *Х*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *h*, м | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| *d*, м | 2 | 3 | 1,5 | 3 | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2 |
| *r*0, cм | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| *U*1, кВ | +10 | +10 | +10 | +20 | +20 | +20 | -10 | -10 | -10 | -20 | -20 | -20 |
| *U*2, кВ | -15 | -20 | -5 | -10 | -15 | -30 | +15 | +5 | +20 | +10 | +15 | +10 |



**Вариант 8**

Коаксиальная линия имеет дефект – ось жилы смещена по отношению к оси оболочки. Размеры линии указаны в таблице.

1. Найти допустимое напряжение при заданной допустимой напряженности электрического поля. Сравнить полученное значение с допустимым значением напряжения для линии без дефекта (*d*=0).

2. Рассчитать проводимость между жилой и оболочкой на единицу длины. Сравнить полученное значение с проводимостью такой же линии без дефекта (*d*=0).

3. Провести эквипотенциаль 50% от допустимого напряжения.

4. Построить распределение потенциала вдоль оси *АВ*.

4. Рассчитать и построить вектор плотности тока в точке М на поверхности оболочки.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *D*1, мм | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *D*2, мм | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| *d*, мм | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 2 | 1 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 |
| *γ*⋅1010  См/м | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| *Е*доп⋅10-4,  кВ/м | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |

*D*2

*D*1

*d*



*M*

*A*

*B*

## Вариант 9

Над поверхностью масла проходит цилиндрический провод. Потенциал провода относительно проводящей стенки *U*0.

1. Найти емкость провода относительно металлической стенки. Сравнить ее с емкостью провода относительно стенки при отсутствии масла.

2. Рассчитать и построить график распределения потенциала вдоль оси *MN*.

3. Построить график распределения плотности зарядов на поверхности стенки.

4. В точке *А* по обе стороны границы раздела воздух – масло построить векторы .

**Примечание:** При расчете учесть, что *r*0<<*b*, *r*0<< *а*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *а*, м | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| *b*, м | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| *r*0, мм | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 15 | 8 | 12 | 6 | 6 | 10 | 15 |
| *U*0,  кВ | 10 | 10 | 12 | 6 | 6 | 15 | 10 | 10 | 6 | 3 | 10 | 15 |
| *εr*2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

*Y*



*b*

*τ*



*а*

*X*

*r*0

*а/*2

*A*

*M*

*N*

**Вариант 10**

Два цилиндрических проводника с параллельными осями расположены по одну и другую стороны границы раздела двух диэлектриков.

1. Рассчитать емкость между проводниками на единицу длины.

2. Найти напряженность поля в точке 0 в первой среде, если заряд левого провода +*τ*, а правого -*τ*.

3. Рассчитать потенциалы проводов. За нулевой потенциал принять потенциал точки 0.

4. Рассчитать и построить векторы  в точке 0 по обе стороны границы раздела сред.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| α, мм | 50 | 40 | 30 | 50 | 40 | 30 | 50 | 40 | 30 | 20 | 40 | 60 |
| *b*, мм | 20 | 20 | 20 | 20 | 40 | 20 | 50 | 40 | 30 | 20 | 40 | 60 |
| *r*0, мм | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *εr*1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 5 | 6 | 2 |
| *εr*2 | 2 | 1,8 | 2 | 4 | 4 | 1,8 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 6 |
| *τ*⋅109,  кл/м | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |













#### Вариант 11

Двужильный кабель с металлической оболочкой имеет указанные в таблице размеры. Между жилами кабеля приложено напряжение *U*0.

1. Рассчитать рабочую емкость на единицу длины кабеля. Сравнить полученный результат с емкостью между жилами без учета влияния оболочки.

2. Рассчитать и построить график распределения напряженности электрического поля и потенциала по оси *Х*.

3. Рассчитать плотность вектор напряженности электрического поля на поверхности оболочки в точке М (θ*=*60°).

**Примечание:**  При расчете полагать, что *D*2<<2*b*, *D*2<<(*D*1-*b*).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, кВ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *εr* | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 8 |
| *D*1, мм | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 40 | 50 |
| *D*2, мм | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| *b*, мм | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 15 | 15 |

*D*2

*D*1

*b*



*X*

*Y*



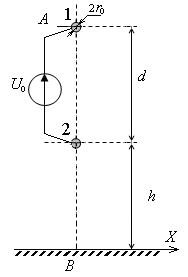
М

### Вариант 12

По заданным в таблице параметрам высоковольтной линии рассчитать:

1. Частичные емкости.
2. Рабочую емкость линии.
3. Заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода и потенциалы проводов.
4. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала и вертикальной составляющей напряженности электрического поля в плоскости *АВ*.
5. Рассчитать плотность поверхностных зарядов на поверхности Земли вдоль оси *Х*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *h*, м | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| *d*, м | 1,2 | 2,8 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| *r*0⋅102, м | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| *U*0, кВ | +10 | +20 | +30 | -10 | -20 | -30 | +10 | +20 | +30 | -30 | -20 | -10 |



### Вариант 13

#### Две металлические трубы расположены в среде с проводимостью *γ* (см. рисунок). Между трубами приложено напряжение *U*0.

1. Рассчитать проводимость между трубами на единицу длины. Сравнить ее с проводимостью, вычисленной без учета влияния границы среды (в бесконечно протяженном пространстве с проводимостью *γ*).

2. Рассчитать ток между трубами на единицу длины.

3. Рассчитать и построить график распределения напряженности поля в Земле у поверхности.

4. Построить график распределения потенциала в плоскости АВ.

**Примечание:** При расчете считать, что *r*0<<*h*, *r*0<<*d*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, В | 100 | 200 | 300 | 400 | | | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| *d*, м | 0,5 | 0,8 | 1 | 2 | | | 0,5 | 0,8 | 1 | 2 | 0,5 | 0,8 | 1 | 2 |
| *h*, м | 0,5 | 0,8 | 1 | 1,5 | | | 2 | 2,5 | 0,5 | 0,8 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| *r*0, мм | 5 | 10 | 15 | 20 | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| γ,  См/м | 10-1 | 10-2 | 10-1 | 10-3 | | | 10-3 | 10-2 | 10-1 | 10-3 | 10-4 | 10-2 | 10-1 | 10-3 |

*h*

*d*

*A*

*X*

*r*0

*γ*

*B*

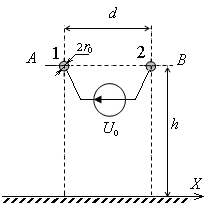
**Вариант 14**

По заданным в таблице параметрам высоковольтной линии рассчитать:

1. Частичные емкости.
2. Рабочую емкость линии. Выяснить, на сколько процентов рабочая емкость линии больше емкости двухпроводной линии, имеющей те же геометрические размеры, но рассчитанной без учета влияния Земли.
3. Определить заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода и потенциалы проводов.
4. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала и горизонтальной составляющей напряженности электрического поля в плоскости АВ.
5. Рассчитать плотность поверхностных зарядов на поверхности Земли вдоль оси *Х*.

**Примечание:** При расчете считать, что *r*0<< *h*, *r*0<< *d*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *h*, м | 6 | 4 | 5 | 7 | 8 | 12 | 8 | 8 | 9 | 12 | 8 | 10 |
| *d*, м | 2,5 | 4,0 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| *r*0, мм | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| *U*0, кВ | 35 | 10 | 10 | 10 | 35 | 110 | 10 | 6 | 35 | 110 | 6 | 35 |



**Вариант 15**

Двужильный кабель с металлической оболочкой имеет указанные в таблице размеры. Между жилами кабеля приложено напряжение *U*0.

1. Рассчитать проводимость на единицу длины между жилами кабеля. Сравнить полученный результат со значениями проводимости между двумя цилиндрическими проводниками в бесконечно протяженной среде (оболочка отсутствует) с той же проводимостью γ.

2. Рассчитать и построить график распределения напряженности электрического поля и потенциала по оси *Х*.

3. Найти напряженность поля и плотность тока в точке *N*.

**Примечание:** Считать, что электрическая ось каждой из жил совпадает с геометрической осью.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, кВ | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,25 | 1,5 | 3 | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,25 | 1,5 | 3 |
| *D*1, мм | 40 | 50 | 40 | 50 | 60 | 70 | 120 | 80 | 70 | 80 | 20 | 80 |
| *b*, мм | 20 | 15 | 30 | 20 | 35 | 20 | 30 | 15 | 35 | 35 | 20 | 30 |
| *D*2, мм | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| γ⋅1013,  См/м | 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 10 | 1 | 1 | 50 | 50 | 20 | 0,2 | 0,2 |

*D*2

*D*1

*b*



*X*

*Y*

*N*

**Вариант 16**

#### Две металлические трубы радиуса *R*1 и *R*2 расположены в среде с проводимостью γ. Разность потенциалов между трубами *U*0.

1. Рассчитать ток между трубами на единицу длины.

2. Построить эквипотенциали, проходящие через каждые 25% от приложенной разности потенциалов.

3. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в точке А.

4. Рассчитать и построить график изменения потенциала и напряженности электрического поля вдоль оси *Y*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*, В | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| *R*1, м | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *R*2 / *R*1 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| *b* / *R*1 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 1,8 | 1,8 | 2 | 2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 |
| γ,  См/м | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |

*b*

*R*1

*R*2

2*R*1

*A*

*γ*

*Y*

*X*

**Вариант 17**

По заданным в таблице параметрам высоковольтной линии рассчитать:

1. Частичные емкости.

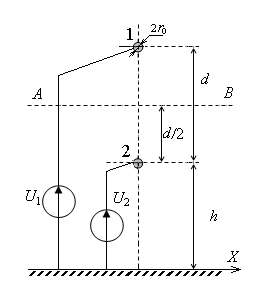
2. Рабочую емкость линии.

3. Заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода.

4. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала в плоскости *АВ* и распределение вертикальной составляющей напряженности электрического поля.

5. Рассчитать плотность поверхностного заряда на поверхности земли вдоль оси *Х*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *h*, м | 6 | 6,5 | 5 | 6 | 5,5 | 5,5 | 6 | 5,5 | 5 | 6 | 7 | 6,5 |
| *b*, м | 2 | 2 | 2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 3 | 4 | 3 |
| *r*0, мм | 10 | 12 | 13 | 8 | 10 | 12 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| *U*1, кВ | +10 | +5 | +15 | -10 | -20 | -20 | -10 | -20 | -30 | +40 | +20 | +10 |
| *U*2, кВ | -10 | -15 | +10 | -5 | +10 | 0 | +15 | +25 | +10 | +10 | +5 | +30 |



**Вариант 18**

#### Две металлические трубы радиусами *R*1 и *R*2 расположены в среде с диэлектрической проницаемостью ε. Разность потенциалов между трубами *U*0.

1. Рассчитать емкость системы проводов и линейный заряд.

2. Построить эквипотенциали, проходящие через каждые 25% от приложенной разности потенциалов.

3. Рассчитать и построить график изменения потенциала и напряженности электрического поля вдоль оси *X*.

4. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в точке А.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, В | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| *R*1, м | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *R*2 / *R*1 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| *b* / *R*1 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 1,8 | 1,8 | 2 | 2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 |
| ε | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 10 | 4 | 3 | 2 | 1 |

*b*

*R*1

*R*2

2*R*1

*A*

**

*Y*

*X*

**Вариант 19**

#### Две металлические трубы расположены в среде с проводимостью γ. Между трубами приложено напряжение *U*0.

1. Рассчитать проводимость между трубами на единицу длины. Сравнить ее со значением проводимости, вычисленной без учета влияния границы среды (в бесконечно протяженном пространстве с проводимостью γ).

2. Рассчитать ток между трубами на единицу длины.

3. Рассчитать и построить вектор плотности тока в точке А.

4. Рассчитать и построить график распределения потенциалов и напряженности поля в Земле у поверхности.

**Примечание:**  При расчете считать, что *r*0<< *h*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, В | 100 | 120 | 110 | 200 | 220 | 250 | 100 | 120 | 110 | 200 | 220 | 250 |
| *b*, м | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1,2 | 2 | 1 |
| *h*, м | 1 | 1 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| *r*0, мм | 20 | 30 | 40 | 50 | 30 | 40 | 50 | 30 | 40 | 50 | 30 | 40 |
| γ,  См/м | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |

*h*

*b*

*A*

*X*

*r*0

*γ*

**Вариант 20**

Два цилиндрических металлических стержня находятся по одну и другую сторону от границы раздела двух проводящих сред. Оси стержней параллельны.

1. Рассчитать проводимость между стержнями на единицу длины системы.

2. Найти ток утечки при заданном значении разности потенциалов *U* между проводами.

3. Рассчитать разность потенциалов *U*АВ.

4. Рассчитать плотность тока и напряженность электрического поля в точке *С* по обе стороны границы раздела двух сред. Построить векторы плотности тока и напряженности поля.

**Примечание:**  При расчете учесть, что *r*0<<*a* и *r*0<< *b*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *a*, м | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,4 | 0,3 |
| *b*, м | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,4 |
| γ1, См/м | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| γ2, См/м | 0,8 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,1 | 0,2 |
| *r*0, мм | 5 | 10 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 15 | 15 | 15 |
| *U*, кВ | 2 | 3 | 6 | 10 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 |



*С*

*A*

*а*

*B*



*r*0

*b*

*а*

*r*0

**Вариант 21**

Металлический цилиндр радиусом *r*0 заряжен до потенциала ϕ1 относительно бесконечно протяженной проводящей поверхности.

1. Рассчитать и построить график распределения потенциала вдоль границы раздела диэлектриков.

2. Рассчитать поверхностную плотность заряда в точке *В*.

4. В точке *А* рассчитать и построить векторы  по обе стороны границы раздела сред.

**Примечание:** При расчете учесть, что *r*0 << *a* и *r*0 << *b*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ϕ1, кВ | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | -1 | -2 | -3 | -4 |
| *a*, мм | 50 | 60 | 70 | 80 | 30 | 40 | 50 | 60 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| *b*, мм | 30 | 40 | 50 | 60 | 50 | 60 | 70 | 80 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| *εr*1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| *εr*2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 |



*b*

*A*

*Y*

*а*

*X*



*b/*2

*r*0

*B*

### Вариант 22

Диэлектрик, имеющий форму полуцилиндра, длиной много большей диаметра (2α=6⋅10-2 м), лежит на плоской металлической поверхности. Над диэлектриком на высоте *h* =5⋅10-2 м расположен электрод в виде изогнутой пластины.

1. Рассчитать и построить профиль электрода, создающего однородное поле в диэлектрике. Максимальное расстояние от плоскости до электрода задано.

2. Определить разность потенциалов между электродом и металлической поверхностью, при которой напряженности электрического поля в обеих средах не превосходят допустимых: *Е*1max=3⋅104 кВ/м, значение *Е*2max заданы в таблице.

3. Рассчитать и построить зависимость напряженности электрического поля и потенциала вдоль оси *Y*.

4. Найти плотность поверхностных зарядов в точке *А* на поверхности электрода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *Е*2max,  кВ/м | 6000 | 5000 | 10000 | 15000 | 10000 | 15000 | 5000 | 10000 | 5000 | 8000 | 5000 | 8000 |
| *εr*2, | 4 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 4 | 6 | 6 | 7 | 8 | 5 |
| α,  град | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |

*а*

**

**

*Y*

*X*

*h*

**

*A*

**Вариант 23**

#### Две металлические трубы радиусами *R*1 и *R*2 расположены в среде с диэлектрической проницаемостью ε*r*. Разность потенциалов между трубами *U*0.

1. Рассчитать емкость системы проводов и линейный заряд.

2. Построить эквипотенциали, проходящие через каждые 25% от приложенной разности потенциалов.

3. Рассчитать и построить график изменения потенциала и напряженности электрического поля вдоль оси *Y*.

4. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в точке B, находящейся на одинаковом расстоянии от электродов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *U*0, В | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| *R*1, м | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *R*2 / *R*1 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| *b* / *R*1 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 1,8 | 1,8 | 2 | 2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 |
| ε*r* | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 10 | 4 | 3 | 2 | 1 |

*b*

*R*1

*R*2

2*R*1

*A*

**

*Y*

*X*

B

### Вариант 24

Провод 2 высоковольтной линии заземлен. По заданным в таблице параметрам высоковольтной линии рассчитать:

1. Частичные емкости.
2. Заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода.
3. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала и вертикальной составляющей напряженности электрического поля в плоскости *АВ*.
4. Рассчитать плотность поверхностных зарядов на поверхности Земли вдоль оси *Х*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  группы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *h*, м | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| *d*, м | 1,2 | 2,8 | 1,8 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| *r*0⋅102, м | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| *U*0, кВ | +10 | +20 | +30 | -10 | -20 | -30 | +10 | +20 | +30 | -30 | -20 | -10 |

