КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Решение многих задач электростатики, т,е определение элект­ростатического поля системы покоящихся зарядов, не требующее ин­тегрирования дифференциальных уравнений Лапласа и Пуассона, воз­можно в тех случаях, когда поле обладает определенной симметрией. При отсутствии таковой обращаются, если это возможно, к приемам, приближающим систему к симметричной. Одним из таких приемов явля­ется метод зеркальных изображений, применяемый тогда, когда поле ограничено проводящими поверхностями правильной геометрической формы - например, плоской либо цилиндрической, - а также поверх­ностями имеющими геометрически правильную границу раздела между диэлектрическими средами.

Метод практически в разной мере пригоден и для расчетов электрических полей постоянного тока аналогичной структуры, если поменять величины зарядов на токи, а характеристики диэлектричес­ких сред - на характеристики проводников. С некоторыми ограничения­ми методом пользуются также при расчете магнитных полей постоян­ные токов.

Эти приемы нашли наибольшее применение при изучении и расче­тах электростатических и электрических полей плоскопараллельной структуры, которые изменяются лишь в определенной плоскости и являются функциями только двух координат. В направлении, перпенди­кулярном этой плоскости, рассматриваемое поле не изменяется.



В дальнейшем изучаются только плоскопараллельные поля, в этом случае плоские границы между средами превращаются в прямые линии, а цилиндрические поверхности - в окружности.

Основой метода зеркальных изображений является полз двух па­раллельных осей, заряженных равными по величине и обратными по знакам электрическими зарядами *τ* и -*τ* (рис. I). Эта модель позво­ляет описать поле между проводом и землей (эквипотенциальные по­верхности 1 и 2), поле двухпроводной линии (*2* и 3 ), поле парал­лельных цилиндров различных диаметров (3 - 4), поле анаксиального кабеля (2- 4 ):

Метод зеркальных изображений

Сущность метода состоит в том, что вместо поля электрических зарядов, расположенных в однородной среде вблизи границы с другой, проводящей или диэлектрической средой, рассматривается вспомогатель­ное поле в однородной среде. В его создании участвуют как заданные, так и дополнительные заряды, величины и местоположение которых вы­бираются таким образом, чтобы были удовлетворены граничные условия исходного поля. Если граница раздела между двумя средами плоская, дополнительные (их иногда называют "фиктивными") заряды помещаются там, где находятся зеркальные, в геометрическом смысле, отображе­ния заданных зарядов.

Обоснованием метода зеркальных изображений и правильности по­лученного в результате его применения решения служит теорема един­ственности, согласно которой электрические поля в областях, огра­ниченных геометрически совпадающими поверхностями, тождественны, если одинаковы граничные условия.

Рассмотрим в качестве примера электрическое поле равномерно заряженного положительным зарядом прямолинейного провода, располо­женного параллельно плоской поверхности проводящей среды. Это со­ответствует прикладной задаче о проводе, подвешенном над поверх­ностью земли с достаточно большой электропроводностью.

Все линии напряженности поля, начинающиеся на положительно заряженном проводе, заканчиваются на поверхности проводящей сре­ды, где появляется индуктированный отрицательный заряд (рис. 2). Поле определяется как зарядами провода, тан и всеми зарядами, рас­пределенными по поверхности проводящей среды. Распределение индук­тированного заряда вдоль проводящей поверхности из условий задачи

неизвестно и его необходимо определить, что значительно усложняет решение. Между тем, применение метода зеркальных изображений быст­ро приводит к решению.



Устраним мысленно проводящую среду и заменим систему провод-земля расположенной в однородной диэлектрической среде системой провод-провод (см. рис, 2, б), причем вспомогательный провод яв­ляется зеркальным отражением реального провода относительно поверх­ности раздела и несет заряд той же величины, что и реальный провод, но противоположного знака. Действительный провод и его зеркальное изображение составляют двухпроводную линию, а плоскость, располо­женная посредине между ними, является поверхностью равного потен­циала. В действительных условиях поверхность проводящей среды гео­метрически совпадает с этой плоскостью и также является поверхностью равного потенциала.

Отсюда следует, что если заменить проводящую среду зеркальным изображением провода (с изменением знака заряда), то в области над проводящей поверхностью поле останется таким же, как в исходной задаче.

Более сложным и не столь наглядным оказывается применение ме­тода зеркальны изображений при цилиндрической поверхности прово­дящей среды. Если положительно заряженный прямолинейный провод рас­положен внутри проводящего цилиндра параллельно его оси (рис. 3, а),

силовые линии поля начинаются на положительно заряженном проводе и заканчиваются на поверхности проводящего цилиндра. Зеркально отобразить заряженную ось относительно поверхности цилиндра - это найти такое положение вспомогательной отрицательно заряженной оси (рис. 3, б), при котором в поле двух осей, заданной и вспомогатель­ной» при отсутствии проводящей цилиндрической поверхности одна из эквипотенциальных поверхностей геометрически совпадает с поверх­ностью удаленного цилиндра. Поле внутри этой эквипотенциали совпа­дает с искомым полем, а силовые линии расчетной модели начинаются на заданной оси и оканчиваются на вспомогательной.



Метод зеркальных изображений применим также в случае двух или нескольких заряженных достаточно тонких проводов, расположен­ных параллельно друг другу вблизи проводящей поверхности. Конк­ретное применение метода при этом усложняется.

Если имеется плоская граница раздела между двумя диэлектри­ками с различными проницаемостями, можно использовать модификацию метода зеркальных изображений.

На рис. 4 верхнее полупространство представляет собой среду с диэлектрической проницаемостью ε1, нижнее - с ε*2* . Между ними располагается плоская граница раздела. В верхнем полупространстве параллельно границе раздела сред находится заряженная ось с линейной

плотностью зарядов *τ1* . Вследствие поляризации диэлектриков на границе раздела появляются связанные заряды, которые влияют на по­ле в обеих средах. Влияние связанных зарядов на поле учитывают, вводя два дополнительных фиктивных заряда *τ 2 и τ 3 .* При этом необ­ходимо удовлетворить граничным условиям, что и достигается подбо­ром соответствующих значений этих зарядов,



Поле в любой точке верхнего полупространства рассчитывают от двух зарядов: заданного *τ1* и фиктивного *τ*2\_, расположенного в зеркально отраженной точке. При этом и верхнее, и нижнее полу­пространства заполнены средой с проницаемостью (см. рис. 4 б). Поле в любой точке нижнего полупространства рассчитывают как по­ле от фиктивного заряда *τ3,* расположенного в той же точке, где находится заданный заряд *τ1 .* В этом случае и верхнее, и нижнее полупространства заполнены диэлектриком с проницаемостью *ε2* (см. рис. 4 в*).*

Для определения величины и знака фиктивных зарядов *τ2* и *τ3* воспользуемся граничными условиями в электростатике:

и  и рис. 4 в, и 4 б.

Из условия равенства тангенциальных, составляющих вектора на границе раздела, приняв за положительное направление перемещения

вправо, имеем

.

или

где r - расстояние от зарядов до любой точки А, находящейся на границе раздела диэлектриков. Отсюда

 (1)

Из условия равенства нормальных составляющих вектора *D* на границе раздела, приняв за положительное для нормали направление вниз,

имеем

**

или

*,*

откуда *.* (2)

Решая совместно уравнения (I) и (2), получаем значения вспо­могательных зарядов:

; .

Типы задач, решаемых с помощью метода зеркальные изображений

Задача I. Двухпроводная линия передачи электроэнергии или



сигналов связи, расположенная над плоской проводящей средой (земля) (рис. 5), причем радиус проводов значительно меньше расстояния меж­ду ними иот земли.

Для расчета поля рассматрива­ется вспомогательная система из двух пар проводов *(1-3* и *2-4),* располо­женных в однородной диэлектрической

среде, причем каждая пара состоит из истинного и вспомогательного, зеркально отображенного относительно земли провода.

Затем поля от каждой пары проводов слагаются векторно (напря­женности) или скалярно (потенциалы), что позволяет ответить на все поставленные в задании вопросы.

Задача 2. Два металлических цилиндра с заданными радиусами R*1 и R2* находятся в среде с диэлектрической проницаемостью ε. Известно также расстояние между геометрическими осями цилинд­ров D(рис. 6).



Для расчета поля необходимо определить положение электрических осей, т.е. их смещение относительно геометрических осей. В со­ответствии с принятыми обозначениями можно записать следующие со­отношения, известные из описания поля двух разноименно заряженных
осей, при которых за цилиндрические поверхности равного потенциала радиусов R1 и R*2* принимается радиусы заданных металлических ци­линдров:

***,***

***.***

Решая эту систему уравнений, при условии, что *S2 + S1 = D,* получим размеры *S1*, *S2* и *α,* определяющие положение электрических осей.

Задача 3. В конструкции кабеля, изображенной на рис. 7, внут­ренняя хила смещена относительно наружной оболочки на задан­ное расстояние d, причем размеры радиусов R1 и R2соизмери­мы друг с другом, поэтому смещением электрических осей пре­небречь нельзя. В соответствии с картиной поля двух разноименно заряженных

осей, приняв поверхности внутреннего проводника и наружной оболоч­ки за цилиндрические поверхности равного потенциала с известными радиусами, можно написать следующие уравнения:

*******,*

*******.*



Учитывая, что *S2 –S1 = α* (заданная величина), находим рас­стояния *S1* , *S2* и *а* , а следовательно и положение электрических осей в точках 1 и *2* .

Задача 4. Электрический кабель состоит из тонкого провода и наружной оболочки. Оболочка представляет собой полуцилинд­рическую и плоскую поверхность (рис. 8).



Если радиус внутреннего провода R1 много меньше расстояния его от оболочки кабеля, смещением электрической оси внутрен­него провода можно пренебречь.

Положение дополнительных зарядов рассчитывается из условий теоремы единственности решения и ее следствий. Заряд в т. 2 опре­делится как зеркально отраженный заданному заряду +*τ* в т.1 от­носительно плоской проводящей поверхности. Заряд *-τ* в т.3 опре­делится из соотношения (S-α)(S+α)=R22. Основанием для этого служат расчетные формулы для линий равного потенциала в системе двух тонких равноименно заряженных осей (задачи 2 и 3). Для выпол­нения граничных условий заряду *-τ* в т.3 должен соответствовать зеркально отраженный относительно плоской стенки заряд +τ, по­мещенный в т.*4.* В этом легко убедиться, построив векторы напря­женности от всех четырех зарядов, например в точке *А.* Как видно из рис. 7,  и вектор , направлен перпендикулярно грани­це раздела металл-диэлектрик.

В итоге получим четыре тонкие заряженные оси, расположенные в точках 1, 2, *3 , 4 .* Это дает возможность рассчитать искомое электростатическое поле кабеля между жилой и оболочкой.

Задача 5. Полусферический заземлитель (рис. 9) находится в земле с удельной проводимостью **. На расстоянии *h* от зазем­лителя проходит плоская вертикальная граница раздела, за ко­торой земля имеет удельную проводимость **. Известен ток, подводимый к заземлителю I. Радиус полусферы заземлителя *r0 « h.*



Расчет всех характеристик электрического поля постоянного тока в средам в удельными проводимостями ** и ** производится на основе метода зеркальных изображений относительно горизонтальной границы проводник-диэлектрик а также в соответствии с рекомендациями к рис. 2.

При этом используется метод аналогий между полем электроста­тики и полем постоянного тока.

Задача 6. Достаточно тонкий проводник радиуса *r0* с линейной плотностью электрических зарядов *τ1* расположен на биссектри­се угла 60°, образованного проводящими поверхностями (рис. 10) на расстоянии *α* от вершины угла. Радиус проводника намно­го меньше расстояния его от проводящей поверхности.



Использование метода зеркальных изображений в данной задаче состоит в построении системы зарядов в однород­ной диэлектрической среде, эквивалент­ной с точки зрения соблюдения гранич­ных условий заданной системе.

Применяя зеркальное отражение от проводящих поверхностей, находящихся под углом 60°, получим систему из шес­ти заряженных проводов, расположенных симметрично друг другу. Модуль каждо­го заряда равен заданному, а знаки от­раженных зарядов чередуются на проти­воположные. Если, например, заданный заряд τ1 положителен, то заряды τ3 и τ5 будут также положительными, а заряды τ2, τ4 и τ6 *-* отрицательными. Расчет поля в пространстве между проводящими поверхностями производится с учетом всех зарядов.

варианты заданий

Вариант I



Цилиндрический анаксиальный кабель имеет указаные в таблице размеры (рис. II, табл. I).

Задание:

1. Найти допустимое напряжение между жилой и оболочкой при заданной максимальной напряженности электри­ческого поля.

2. Рассчитать емкость на едини­цу длины. Сравнить полученное значе­ние емкости с емкостью такого же конденсатора при совмещении осей жил и кабеля, т.е. при α=0.

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

Таблица I

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *d1* ,мм | *d2* , мм | *α,* мм | *ε* | *Eдоп,* кВт/см |
| AT I | 70 | 40 | 5 | 6 | 100 |
| 2 | 80 | 40 | 10 | 5 | 150 |
| 3 | 90 | 50 | 10 | 4 | 200 |
| 4 | 100 | 50 | 15 | 4 | 100 |
| АЭП I | НО | 60 | 15 | 5 | 150 |
| 2 | 120 | 60 | 20 | 6 | 200 |
| 3 | 70 | 30 | 10 | 6 | 100 |
| ЭКГ 1 | 80 | X | 15 | 5 | 150 |
| 2 | 90 | 40 | 15 | 4 | 200 |
| 3 | 100 | 40 | 20 | 4 | 100 |
| ЭАГ I | 110 | 50 | 20 | 5 | 150 |
| 2 | 120 | 50 | 20 | 5 | 200 |

Вариант *2*

Полусферический заземлитель радиуса *α* находится в среде с удельной проводимостью *γ1* на расстоянии *b* от плоской границы, от­деляющей эту среду от среды с проводимостью *γ2* (рис. 12, табл.2). Ток короткого замыкания равен 1 А.



Задание:

1. Определить потенциал заземлителя относительно бесконечно удаленной точки.

2. Построить график изменения потенциала и напряженности по­ля вдоль оси *X.*

3. Рассчитать радиус опасной зоны для случая, когда вся среда имеет одинаковую проводимость ( *Uш* = 40В; *l =* 0,8м).

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *α* , М | *b* , м | γ1·10,(Ом·см)-1 | γ2·10, (Ом·см)-1 | I, А |
| AT I | 0,5 | 10 | I | 5 | 1000 |
| 2 | 0,4 | 10 | I | 3 | 2000 |
| 3 | 0,3 | 8 | 2 | 6 | 3000 |
| АП I | 0,2 | 8 | 3 | 4 | 3000 |
| 2 | 0,6 | 6 | 4 | I | 2000 |
| АЭП I | 0,5 | 6 | 5 | 25 | 1000 |
| 2 | 0,4 | 5 | 4 | 2 | 1000 |
| ЭКГ I | 0,3 | 6 | 4 | I | 2000 |
| 2 | 0,2 | 7 | 3 | I | 3000 |
| 3 | 0,3 | 8 | 3 | 2 | 3000 |
| ЭАГ I | 0,4 | 9 | 2 | 6 | 2000 |
| 2 | 0,5 | 10 | I | 3 | 1000 |

Вариант 3

Металлический цилиндр расположен в проводящей среде между двумя металлическими стенками, образующими угол\_60°(рис. 13, табл. 3).



Задание:

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

2. Построить график изменения потенциала вдоль биссектрисы угла, если потенциал провода относительно стенок равен φ0 .

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

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | φ0, В | *α* | R | γ, (Ом. см)-1 |
| км |
| *АТ 1* | 100 | 40 | 2 | 0,1 |
| 2 | 120 | 50 | 3 | 0,2 |
| 3 | 140 | 60 | 4 | 0,3 |
| 4 | 160 | 70 | 2 | 0,4 |
| АЭП I | 180 | 80 | 3 | 0,5 |
| 2 | 200 | 90 | 4 | 0,6 |
| ЭКТ I | 220 | 100 | 2 | 0,5 |
| 2 | 240 | 110 | 3 | 0,4 |
| ЭАГ I | 260 | 120 | 4 | 0,3 |
| 2 | 280 | 130 | 2 | 0,2 |
| АП I | 300 | 140 | 3 | 0,1 |
| 2 | 320 | 150 | 4 | 0,6 |

Вариант 4

Металлический цилиндрический стержень находился в среде про­водимостью γ1 (рис. 14. табл. 4).



Задание:

I. Найти ток утечки на единицу длины между стержнем и метал­лической поверхностью проводящего полупространства (*j* = ∞), если потенциал стержня относительно этой поверхности *φ0.*

2.Найти проводимость на единицу длины между стержнем и ме­таллической поверхностью без учета влияния непроводящей стенки, т.е. когда γ1, = γ2 .

3. Построить график изменения потенциала вдоль линии *ВС* .

4. Определить плотность тока в точках *А* и *B.*

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *φ0*, В | γ1,(Ом-см)-1 | h | α | *R ,* см |
| м |
| AT I | 2000 | 0,9 | 1,5 | 1,0 | 5 |
| 2 | 1800 | I | 1,0 | 0,9 | 4 |
| 3 | 1600 | 2 | 1,2 | 0,8 | 3 |
| 4 | 1400 | 3 | 1,4 | 0,7 | 2 |
| АЭП I | 1200 | 4 | 1,6 | 0,6 | 2 |
| 2 | 1000 | 5 | 1,8 | 0,5 | 6 |
| ЭКГ I | 800 | 6 | 1,9 | 0,4 | 7 |
| 2 | 600 | 5 | 1,2 | 0,6 | 5 |
| ЭАГ I | 400 | 4 | 1,3 | 0,8 | 3 |
| 2 | 200 | 3 | 1,4 | 1,0 | 4 |
| АЛ I | 400 | 2 | 1,5 | 0,8 | 5 |
| 2 | 600 | I | 1,6 | 0,6 | 6 |

Вариант 5



В полукруглой трубе, заполненной несовершенной изоляцией с электрической проводимостью *γ,* проложена цилиндрическая жила (рис. 15). Между жилой и трубой приложено напря­жение U0(табл. 5).

Задание:

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

2. Рассчитать и построить рас­пределение напряженности электричес­кого поля и потенциала в направлении Х .

3. Рассчитать удельную мощность, рассеиваемую в изоляции вблизи точ­ки *А*.

ТаТаблица 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *U0* , кВ | *R* | *d* | *b* | γ·103,(Ом-см)-1 |
| мм |
| АГ 1 | 1 | 100 | 2 | 80 | I |
| 2 | 2 | 120 | 3 | 90 | 2 |
| 3 | 3. | 140 | 4 | 100 | 3 |
| 4 | 4 | 160 | 5 | 120 | 4 |
| АЭП I | 5 | 180 | 6 | 130 | 5 |
| 2 | 6 | 200 | 7 | 140 | 6 |
| ЭКГ I | 7 | 180 | 8 | 120 | 7 |
| 2 | 8 | 160 | 7 | 110 | 8 |
| ЭАГ I | 9 | 140 | 6 | 100 | 9 |
| 2 | 10 | 120 | 4 | 80 | 10 |
| АП I | 11 | 100 | 2 | 60 | 11 |
| 2 | 12 | 80 | 4 | 40 | 12 |

Вариант 6

В табл. б заданы параметры высоковольтной линии (рис. 16).



Задание:

1. Рассчитать частичные ем­кости.

2. Определить рабочую ем­кость линии с учетом земли.

3. Рассчитать заряд, прихо­дящийся на 1 км длины каждого провода.

4. Построить распределение потенциала вдоль оси *АВ.*

5. Рассчитать плотность по­верхностных зарядов в т. М и N .

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *h* | *b* | *R О*, см | *U1* | *U2* |
| м | кВ |
| AT 1 | 6 | 2 | 1,0 | +10 | -15 |
| 2 | 6 | 3 | 1,2 | +10 | -20 |
| 3 | 6 | 1,5 | 1,4 | +10 | -5 |
| 4 | 5 | 3 | 1,6 | +20 | -10 |
| АЭП 1 | 5 | 2 | 1,8 | +20 | -15 |
| 2 | 5 | 2,5 | 2,0 | +20 | -30 |
| ЭКГ 1 | 6 | 2 | 1,8 | -10 | +5 |
| 2 | 6 | 2 | 1,6 | -10 | +10 |
| ЭАГ 1 | 6 | 2,5 | 1,4 | -10 | +12 |
| 2 | 5 | 2 | 1,2 | -20 | +10 |
| АЛ 1 | 5 | 2 | 1,0 | -20 | +15 |
| 2 | 5 | 2 | 0,8 | -20 | +30 |

Вариант 7



Коаксиальная линия имеет дефект - ось жилы смещена по отноше­нию к оси оболочки (рис. 17, табл. 7).

 Задание:

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

2. Рассчитать проводимость между жилой и оболочкой на единицу длины. Сравнить полученный результат с прово­димостью линии без дефекта.

3. Рассчитать и построить распределение напряженности поля и потенциала вдоль оси *АВ* .

Таблица 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *d1,* | *d2* | *α* | γ·103,(Ом-см)-1 | *Eдоп,* кВт/см |
| мм |
| AT 1 | 7 | 4 | 0,5 | 1 | 200 |
| 2 | 8 | 4 | 1,0 | 2 | 100 |
| 3 | 9 | 3 | 1,0 | 3 | 200 |
| 4 | 10 | 4 | 1,0 | 4. | 100 |
| АЭП 1 | 11 | 5 | 1,5 | 5 | 200 |
| 2 | 12 | 5 | 2,0 | 6 | 100 |
| ЭКГ 1 | 11 | 4 | 1,5 | 7 | 200 |
| 2 | 10 | 4 | 1,0 | 8 | 100 |
| ЭАГ 1 | 9 | 3 | 0,5 | 9 | 100 |
| 2 | 8 | 3 | 1,0 | 8 | 200 |
| АП 1 | 7 | 3 | 0,8 | 7 | 100 |
| 2 | 6 | 3 | 0,7 | 6 | 200 |

Вариант 8

Над поверхностью масла проходит цилиндрический провод (рис. 18). Потенциал провода относительно проводящей стенки U0(табл. 8).



Задание:

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

2. Построить график изменения потенциала на границе раздела воздух -масло.

3. В т. А по обе стороны границы раздела воздух - масло построить векторы Е и Д .

Таблица 8

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *α* | *b* | *R0*, мм | *U0* , кВ | ε |
| см |
| AT 1 | 50 | 25 | 10 | 10 | 3 |
| 2 | 40 | 25 | 10 | 12 | 4 |
| 3 | 30 | 30 | 10 | 13 | 5 |
| 4 | 30 | 40 | 10 | 14 | 6 |
| АЭП 1 | 10 | 50 | 10 | 15 | 5 |
| 2 | 50 | 50 | 10 | 16 | 4 |
| ЭКГ 1 | 40 | 30 | 15 | 17 | 3 |
| 2 | 30 | 20 | 15 | 18 | 2 |
| ЭАГ 1 | 20 | 10 | 15 | 17 | 3 |
| 2 | 10 | 40 | 15 | 16 | 4 |
| АЛ 1 | 50 | 30 | 15 | 15 | 5 |
| 2 | 40 | 40 | 15 | 14 | 6 |

Вариант 9

Двужильный кабель с металлической оболочкой имеет указанные в таблице размеры (рис, 19), Между жилами кабеля приложено напря­жение *U0* (табл. 9).



Задание:

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 вдоль направления X.

3. Рассчитать плотность поверхностных зарядов в точке *А.*

Таблица 9

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *U0*, кВ | ε | *d1* | *d2* | *b* |
| мм |
| AT 1 | 1 | 4 | 40 | 4 | 20 |
| 2 | 2 | 6 | 50 | 4 | 25 |
| 3 | 3 | 8 | 60 | 5 | 30 |
| 4 | 4 | 4 | 70 | 5 | 35 |
| АЭП 1 | 5 | 6 | 80 | 5 | 40 |
| 2 | 6 | 8 | 40 | 5 | 20 |
| ЭКГ 1 | I | 3 | 50 | 4 | 25 |
| 2 | 2 | 4 | 60 | 4 | 30 |
|  ЭАГ 1 | 3 | 5 | 70 | 4 | 35 |
| 2 | 4 | 6 | 80  | 4 | 40 |
| АЛ 1 | 5 | 7 | 90 | 3 | 45 |
| 2 | 6 | 8 | 80 | 4 | 40 |

Вариант 10



В табл. 10 заданы параметры высоковольтной линии, изображен­ной на рис. 20.

Задание:

1. Рассчитать частичные емкости.

2. Определить рабочую емкость линии.

3. Рассчитать заряд, приходящийся на 1 км длины каждого провода.

4. Рассчитать и построить на одном графике распределение потенциала напря­женности поля в плоскости *AВ.*

5. Определить плотность поверхностныхзарядов в точке *М.*

Таблица 10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *h* | *b* | *R0 ,* см | *U0* , кВ |
| м |
| AT 1 | 6 | 1,2 | 1,0 | +10 |
| 2 | 6 | 1,8 | 1,2 | +20 |
| 3 | 6 | 2,8 | 1,4 | +30 |
| 4 | 5 | 1,8 | 1,6 | -10 |
| АЭП 1 | 5 | 1,5 | 1,0 | -20 |
| 2 | 5 | 1,5 | 1,2 | -30 |
| ЭКГ 1 | 6 | 1,5 | 1,4 | +10 |
| 2 | 6 | 2 | 1,6 | +20 |
| ЭАГ 1 | 6 | 2,5 | 1,4 | +30 |
| 2 | 5 | 3 | 1,2 | +20 |
| АЛ 1 | 5 | 2 | 1,0 | +10 |
| 2 | 5 | 4 | 2 | +5 |

Вариант 11.



Две металлические трубы расположены в среде с проводимостью γ (рис. 21). Между трубами приложено напряжение *U0* (табл. II).

Задание:

1. Рассчитать проводимость между трубами на единицу длины. Сравнить ее с проводимостью, вычисленной без уче­та влияния границы среды.

2. Рассчитать ток между трубами на единицу длины.

3. Построить график изменения потенциала вдоль направления *X.*

4. Определить плотность тока в точке *М.*

Таблица II

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *U0*, кВ | *b* | *h* | *R0*, см | γ·10,(Ом-см)-1 |
| м |
| AT 1 | 100 | 0,5 | 2,5 | 1.0 | 2 |
| 2 | 200  | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 3 |
| 3 | 300 | 1,0 | 0,8 | 1,4 | 4 |
| 4 | 400 | 2,5 | 0,5 | 1,6 | 5 |
| АЭП 1 | 100 | 0,5 | 2,5 | 1.8 | 6 |
| 2 | 200 | 0,8 | 1.0 | 2,0 | 7 |
| ЭКГ 1 | 300 | 1,2 | 0,8 | 2,0 | 2 |
| 2 | 400 | 2 | 2,5 | 1,8 | 3 |
| ЭАГ 1 | 100 | 2,5 | 1,5 | 1,6 | 4 |
| 2 | 200 | 1,8 | 0,8 | 1,4 | 5 |
| АЛ 1 | 300 | 1,8 | 1,.0 | 1,2 | б |
| 2 | 400 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 7 |

Вариант 12



В табл. 12 заданы параметры высоковольтной линии,изображенной на рис. 22. Задание:

1. Рассчитать частич­ные емкости.

2. Рассчитать рабочую емкость линии. Выяснить на сколько процентов рабочая емкость линии больше емкости 2-проводной линии, имеющей те же геометрические разме­ры, но рассчитанной без уче­та влияния земли.

3. Определить заряд, приходящийся на единицу длины провода.

4. Построить график изменения потенциала вдоль оси АВ.

5. Рассчитать напряженность поля в точке *М.*

Таблица 12

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *h* | *b* | *R0* . см | *U0*, кВ |
| м |
| AT 1 | 6 | 2,0 | 0,6 | 25 |
| 2 | 4 | 4 | 0,8 | 10 |
| 3 | 5 | 5 | 1,0 | 15 |
| 4 | 7 | 3 | 1,2 | 20 |
| АЭП 1 | 8 | 3 | 1,3 | 25 |
| 2 | 12 | 2 | 1,4 | 10 |
| ЭКГ 1 | 8 | 2 | 1,5 | 15 |
| 2 | 9 | 4 | 1,6 | 20 |
| ЭАГ 1 | 10 | 6 | 1,7 | 25 |
| 2 | 12 | 8 | 1.8 | 30 |
| АН 1 | 11 | 7 | 1,9 | 35 |
| 2 | 10 | 5 | 2,0 | 40 |

Вариант 13



Двужильный кабель с металлической оболочкой, изображенный на рис. 23, имеет размеры, указан­ные в табл, 13. Между жилами ка­беля приложено напряжение *VQ,*

Задание:

1. Рассчитать проводимость на единицу длины между жилами кабаля. Полученный результат сравнить со значением проводи­мости между жилами кабеля без учета оболочки.

2. Рассчитать и построить график распределения напряженности электрического поля и потен­циала в направлении *X* .

3. Найти мощность, теряемую в изоляции на единицу длины.

Таблица 13

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *U0,* кВ | *d1* | *d2* | *в* | γ·102,(Ом-см)-1 |
| мм |
| AT I | 0,5 | 20 | 2 | 10 | I |
| 2 | 1 | 30 | 2,5 | 15 | 2 |
| 3 | 1.5 | 40 | 3 | 20 | 3 |
| 4 | 2 | 50 | 3,5 | 25 | 4 |
| AMI-1 | 2,5 | 60 | 4 | 30 | 5 |
| 2 | 3 | 70 | 4,5 | 35 | 6 |
| ЭКГ I | 3,5 | 80 | 5 | 40 | 7 |
| 2 | 4 | 90 | 4,5 | 45 | 8 |
| ЭАГ I | 3,5 | 100 | 6,0 | 50 | 9 |
| 2 | 3 | 90 | 5,5 | 45 | 8 |
| АЛ I | 2,5 | 80 | 5 | 40 | 7 |
| 2 | 2 | 7Q | 4 | 35 | 6 |

Вариант 14

Две металлические трубы радиусом R1 и R2 наводятся в среде с проводимостью Kg (рис. 24). Разность потенциалов между трубами V0, (табл. 14).



Задание:

1. Рассчитать ток между трубами на единицу длины.

2. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в т. *А*.

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

Таблица 14

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | U0,в | *R1* | *R2* | *в**R1* | γ·10,(Ом-см)-1 |
| см |
| AT I | 100 | 20 | 0,4 | 2,0 | 4 |
| 2 | 200 | 20 | 0,5 | 2,0 | 5 |
| 3 | 300 | 200 | 0,6 | 2,5 | 6 |
| 4 | 400 | 40 | 0,7 | 3,0 | 7 |
| АЭП I | " 500 | 40 | 0,8 | 3,5 | 8 |
| 2 | 600 | 40 | 0,9 | 4,0 | 9 |
| ЭКГ I | 700 | 50 | 1,0 | 4,0 | 8 |
| 2 | 800 | 50 | 1,2 | 4,0 | 8 |
| ЭАГ I | 700 | 50 | 1,3 | 3,0 | 7 |
| 2 | 600 | 60 | 1,4 | 3,0 | 7 |
| АЛ I | 500 | 60 | 1,5 | 2,0 | 6 |
| 2 | 400 | 60 | 1.6 | 2,0 | 6 |

Вариант 15

Две металлические трубы расположены в среде с проводимостью γ
(рис. 25). Между трубами приложено напряжение U0 (табл. 15).



Задание:

1. Рассчитать ток между трубами на единицу длины трубы.

2. Рассчитать и построить график распределения потенциалов и напряженности поля в земле у поверхности.

3. Рассчитать проводимость между трубами на единицу длины. Сравнить ее со значением проводимости, вычисленной без учета влия­ния границы среды.

Таблица 15

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *U0* , в | *в* | *h* | R0 , см | γ·10,(Ом-см)-1 |
| м |
| AT I | 100 | 2,0 | 1,0 | 2 | 0,8 |
| 2 | 200 | 2,0 | 0,8 | 3 | 0,6 |
| 3 | 300 | 2,5 | 0,6 | 4 | 2 |
| 4 | 400 | 2,4 | 0,4 | 5 | 3 |
| АЭП I | 500 | 2,2 | 0,2 | 6 | 4 |
| 2 | 350 | 1,2 | 0,4 | 8 | 5 |
| ЭКГ I | 320 | 1,4 | 0,6 | 2 | 6 |
| 2 | 300 | 1,6 | 0,8 | 4 | 7 |
| ЭАГ I | 280 | 1,8 | 1,0 | 3 | 8 |
| 2 | 260 | 2,0 | 1,2 | 2 | 9 |
| АЛ I | 240 | 2,2 | 1,4 | 1 | 6 |
| 2 | 220 | 2,4 | 1,6 | 1,2 | 5 |

Вариант 16

Металлический шар радиусом R0 заряжен до потенциала φ относи­тельно бесконечно протяженной проводящей поверхности (рис. 26, табл. 16).



Задание:

1. Рассчитать и построить график распределения потенциала φвдоль границы раздела двух диэлектриков.

2. Построить вектор напряженности и вектор E в т. *А* по обе стороны границы раздела диэлектрика.

3. Рассчитать плотность поверхности зарядов в точке *В*.

Таблица 16

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | φ, в | α | *в* | ε1 | ε2 | R0, см |
| см |
| AT I | 1000 | 5 | 6 | 5 | 1 | 0,5 |
| 2 | 2000 | 6 | 6 | 4 | 1 | 0,3 |
| 3 | 3000 | 7 | 6 | 3 | 1 | 0,2 |
| 4 | 4000 | 8 | 5 | 2 | 1  | 0,1 |
| АЭП I | 5000 | 3 | 5 | 1 | 3 0,8 | 0,8 |
| 2 | 6000 | 4 | 5 | 5 | 1 | 0,8 |
| ЭКГ I | 7000 | 5 | 4 | 4 | 1 0,2 | 0,2 |
| 2 | -1000 | б | 4 | 3 | 1  | 0,2 |
| ЭАГ I | -2000 | 7 | 4 | 2 | 1 | 0,4 |
| 2 | -3000 | 8 | 3 | 1 | 4 0,4 | 0,4 |
| АП I | -4000 | 3 | 3 | 5 | 1 | 0,6 |
| 2 | 5000 | 4 | 3 | 4 | 1 | 0,6 |

Вариант 17

Два цилиндрических проводника *с* параллельными осями расположе­ны по обе стороны границы раздела двух диэлектриков (рис.27, табл.7).



Задание:

1. Рассчитать емкость между проводниками на единицу длины.

2. Рассчитать потенциалы проводов, если заряд левого провода +τ , а правого - τ.

3. Построить график изменения потенциала вдоль границы раздела диэлектриков.

4. Определить плотность связанных зарядов в точке *М* .

Таблица 17

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *α* | *в* | *R0* | *ε1* | *ε2* | τ·10-9, к/м |
| см |
| AT I | 5 | 2 | 0,1 | 4 | 2 | 2 |
| 2 | 4 | 2 | 0,2 | 2 | 4 | 3 |
| 3 | 3 | 2 | 0,3 | 2,5 | 6 | 3 |
| 4 | 5 | 2 | 0,4 | 3 | 5 | 2 |
| АЭП I | 4 | 4 | 0,1 | 3,5 | 4 | 3 |
| 2 | 3 | 2 | 0,2 | 3 | 2 | 4 |
| ЭКГ I | 5 | 5 | 0,3 | 2,5 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 5 | 0,4 | 2,0 | 4 | 6 |
| ЭАГ I | 3 | 3 | 0,1 | 2,6 | 4 | 7 |
| 2 | 5 | 5 | 0,2 | 4 | 2 | 8 |
| АЛ I | 4 | 4 | 0,3 | 6 | 3 | 9 |
| 2 | 6 | 6 | 0,4 | 4 | 2 | 9 |

Вариант 18

Металлический цилиндр радиусом R0 ряжен до потенциала φ относительно бесконечно протяженной проводящей поверхности
(рис. 28, табл. 18).



Задание:

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

2. Определить емкость цилиндра относительно земли.

3. Рассчитать и построить векторы Е и Д в точке В по обе сто­роны границы раздела диэлектриков.

Таблица 18

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | φ, В | α | *в* | *R0* | ε1 | *ε2* |
| см |
| AT I | 1000 | 5 | 3 | 0,1 | 6 | 1 |
| 2 | 2000 | 6 | 4 | 0,2 | 6 | 1 |
| 3 | 3000 | 7 | 5 | 0,1 | 6 | 1 |
| 4 | 4000 | 8 | б | 0,2 | 6 | 1 |
| АЭП I | 1000 | 3 | 7 | 0,1 | 1 | 6 |
| 2 | 2000 | 4 | 8 | 0,2 | 1 | 6 |
| ЭКГ I | 3000 | 5 | 3 | 0,1 | 1 | 6 |
| 2 | 4000 | 6 | 4 | 0,2 | 1 | 6 |
| ЭАГ I | -1000 | 7 | 5 | 0,1 | 1 | 6 |
| 2 | -2000 | 8 | б | 0,2 | 1 | 6 |
| АЛ I | -3000 | 3 | 7 | 0,1 | 4 | 1 |
| 2 | 4000 | 4 | 8 | 0,2 | 4 | 1 |

Вариант 19

Два цилиндрических металлических стержня находятся по обе сто­роны границы раздела двух проводящих сред. Оси стержней параллель­ны
(рис. 29, табл. 19).



Задание:

1. Рассчитать проводимость между стержнями на единицу длины системы.

2. Найти ток утечки при заданном значении разности потенциа­лов *U0* между проводами.

3. Рассчитать разность потенциалов *UAB* .

4. Рассчитать и построить векторы E , Д и в точках B и *С.*

Таблица 19

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *α* | *в* | γ1 | γ2 | R0, см | U0, кВ |
| см | (Ом-см)-1 |
| AT I | 50 | 70 | 1 | 9 | 0,5 | 2 |
| 2 | 60 | 80 | 2 | 8 | 1,0 | 3 |
| 3 | 70 | 60 | 3 | 7 | 1,5 | 6 |
| 4 | 80 | 50 | 4 | 6 | 2 | 10 |
| АЭП I | 90 | 30 | 5 | 9 | 2 | 2 |
| 2 | 50 | 40 | 6 | 4 | 2 | 3 |
| ЭКГ I | 60 | 70 | 7 | 3 | 2 | 5 |
| 2 | 70 | 80 | 8 | 2 | 2 | 4 |
| ЭАГ I | 80 | 80 | 9 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 90 | 30 | 1 | 9 | 2 | 2 |
| АП I | 50 | 50 | 2 | 8 | 1.5 | 1 |
| 2 | 6 | 30 | 3 | 5 | 1,0 | 3 |

Вариант 20

В табл. 20 заданы параметры высоковольтной линии, изображен­ной на рис. 30.



Задание:

1.Рассчитать частичные емкости.

2. Определить рабочую емкость линии.

3. Рассчитать заряд, приходящийся на 1 км длины каждого про­вода.

4. Построить график изменения потенциала и напряженности вдоль оси *АВ.*

5. Рассчитать плотность поверхностных зарядов в точке *А*.

Таблица 20

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *h* | *в* | R0, Ом | U1 | U2 |
| мм | кВ |
| AT I | 9 | 1,8 | 2,5 | +15 | -15 |
| 2 | 10 | 2,2 | 3,0 | +12 | -12 |
| 3 | 6 | 2,4 | 3,5 | +12 | -12 |
| 4 | 7 | 2,5 | 3,0 | +14 | -14 |
| АЭП I | 8 | 2,6 | 2,5 | -10 | +10 |
| г | 9 | 2,7 | 2,0 | -5 | +5 |
| ЭКГ I | 10 | 2,8 | 1,5 | -3 | +3 |
| 2 | 11 | 2,9 | 1,0 | -15 | +15 |
| ЭАГ I | 12 | 3,0 | 1,2 | -12 | +12 |
| 2 | 6 | 2,0 | 1,0 | +10 | -10 |
| АЛ I | 7 | 2,0 | 1,5 | +5 | -5 |
| 2 | 8 | 1,8 | 2,0 | +3 | -3 |

Вариант 21

Металлический цилиндр расположен в диэлектрике посредине между двумя металлическими стенками, образующими угол 60° на расстоя­нии *α* от его вершины (рис, 31, табл. 21).



Задание:

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

2. Построить график изменения потенциала электрического поля вдоль биссектрисы угла при заданном потенциале *φ* провода,

3. Построить вектор напряженности поля в точке *А.*

Таблица 21

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *φ* | *α* | *R*0 | ε |
| мм |
| AT I | 100 | 40 | 2 | 1 |
| 2 | 150 | 50 | 3 | 2 |
| 3 | 200 | 60 | 4 | 3 |
| 4 | 250 | 70 | 5 | 4 |
| АЗП I | 300 | 60 | 6 | 5 |
| 2 | 350 | 90 | 7 | 6 |
| ЭКГ I | 400 | 100 | 8 | 7 |
| 2 | 420 | 110 | 7 | 8 |
| ЭАГ I | 370 | 120 | 6 | 9 |
| 2 | 320 | 130 | 5 | 10 |
| АЛ I | 270 | 140 | 4 | 11 |
| 2 | 220 | 150 | 3 | 12 |

Вариант 22



В полукруглой трубе, заполненной средой с диэлектрической про­ницаемостью ε, расположена цилиндричес­кая жила (рис. 32). Между жилой и трубой приложено напряжение U0(табл. 22).

 Задание:

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

2. Рассчитать и построить распре­деление потенциала и напряженности электрического поля в направлении *X*.

3. Построить вектор напряженности электрического поля в точке *А* .

Таблица 22.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | U0, кВ | *R1* | R2 | *в* | *ε* |
| мм |
| AT I | 12 | 200 | 10 | 100 | 2 |
| 2 | 11 | 210 | 15 | 120 | 4 |
| 3 | 10 | 220 | 16 | 80 | 6 |
| 4 | 9 | 230 | 12 | 60 | 8 |
| АЭП I | 8 | 240 | 14 | 40 | 10 |
| 2 | 7 | 250 | 16 | 20 | 12 |
| ЭКТ I | 6 | 260 | 18 | 10 | 10 |
| 2 | 5 | 240 | 15 | 8 | 8 |
| ЭАГ I | 4 | 220 | 8 | 4 | 6 |
| 2 | 3 | 200 | 6 | 6 | 4 |
| АП I | 2 | 180 | 4 | 8 | 2 |
| 2 | 1 | 160 | 2 | 4 | 3 |

Вариант 23

Над поверхностью масла расположен металлический шар радиусом *R* (рис. 33, табл. 23).



Задание:

1. Найти емкость шара относительно металлической стенки.

2. Построить график распределения потенциала вдоль границы раздела двух диэлектриков.

3. В точке A по обе стороны границы раздела воздух - масло построить векторы *E* и *Д*.

Таблица 23

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | *α* | *в* | R , мм | U0, кВ | ε |
| см |
| AT I | 50 | 25 | 10 | 10 | 3 |
| 2 | 40 | 25 | 10 | 12 | 4 |
| 3 | 30 | 30 | 10 | 13 | 5 |
| 4 | 20 | 40 | 10 | 14 | 6 |
| АЭП I | 10 | 50 | 10 | 15 | 7 |
| 2 | 50 | 5 | 10 | 16 | 8 |
| ЭКТ I | 40 | 30 | 15 | 17 | 7 |
| 2 | 30 | 20 | 15 | 18 | 6 |
| ЭАГ I | 20 | 10 | 15 | 17 | 5 |
| 2 | 10 | 40 | 15 | 16 | 4 |
| АП I | 50 | 30 | 15 | 15 | 3 |
| 2 | 40 | 40 | 15 | 14 | 2 |

Вариант 24

Две металлические трубы радиусом R1 и R2 находятся в среде с диэлектрической проницаемостью ε (рис. 34). Разность потенциалов между трубами U0 (табл. 24).



Задание:

I. Рассчитать емкость между трубами на единицу длины.

2. Рассчитать и построить вектор напряженности электрического поля в точке *А.*

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

Таблица 24

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | U0, в | R1 | R2 | в/R1 | ε |
| см |
| AT I | 100 | 60 | 4 | 2,0 | 2 |
| 2 | 200 | 70 | 5 | 2,5 | 3 |
| 3 | 300 | 80 | б | 3,0 | 4 |
| 4 | 400 | 70 | 7 | 3,2 | 5 |
| АЭП I | 500 | 60 | 8 | 3,6 | 6 |
| 2 | 600 | 50 | 9 | 3,8 | 7 |
| ЭКТ I | 700 | 40 | 10 | 4,0 | 8 |
| 2 | 800 | 30 | 8 | 3,0 | 9 |
| ЭАГ I | 900 | 40 | 6 | 3,0 | 10 |
| 2 | 1000 | 30 | 4 | 3,0 | 11 |
| АП I | 1100 | 20 | 5 | 3,0 | 12 |
| 2 | 1200 | 60 | 3 | 3,0 | 13 |

Вариант 25

Цилиндрический конденсатор заполнен 2-слойным диэлектриком (рис. 35, табл. 25).



Задание:

1. Определить пробивное напряжение этого конденсатора, срав­нить **со** случаем однородного диэлектрика имеющего свойстве слоя *ε1.*

2. Определить, при каком отношений *εА* /εв пробивное напряже**ние** принимает наибольшее значение.

3. Построить график распределения напряженности поля *Е,* и потенциала *φ* в зависимости от расстояния от оси *X.*

Таблица 25

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | R1 | R2 | R3 | ε1 | ε2 | Emax, кВ/cм |
| см |
| AT I | 0,2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 30 |
| 2 | 0,3 | 3 | б | 2 | 5 | 40 |
| 3 | 0,4 | 4 | 8 | 3 | 6 | 50 |
| 4 | 0,5 | 5 | 10 | 4 | 7 | 60 |
| АЭП I | 0,5 | 6 | 12 | 5 | 2 | 7О |
| 2 | 0,7 | 7 | 14 | 6 | 3 | 80 |
| ЭКТ 1 | 0,8 | 8 | 16 | 7 | 3,5 | 70 |
| 2 | 0,9 | 9 | 9 | 8 | 4 | 60 |
| 31Г I | 1,0 | 10 | 20 | 9 | 4,5 | 50 |
| 2. | 1,2 | 11 | 22 | 10 | 5 | 40 |
| ДП I | 1,4 | 12 | 24 | 3 | 4 | 20 |
| £ | 1,6 | 13 | 26 | 4 | 2 | 30 |

Вариант 26

Цилиндрический конденсатор заполнен 2-слойным диэлектриком (рис. 36). К конденсатору подведено постоянное напряжение *UQ* (табл. 26).



Задание:

1. Определить емкость конденсатора на единицу длины.

2. Построить график изменения потенциала и напряженности по­ля в зависимости от расстояния от оси X.

3. Найти плотность зарядов на поверхности внутренней жилы.

4. Построить векторы Е и Д в т. А по обе стороны от поверх­ности раздела двух диэлектриков.

Таблица 26

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер группы | R1 | R2 | R3 | ε1 | ε2 | U0, кВ |
| см |
| AT 1 | 0,2 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 0,3 | 3 | 9 | 1 | 3 | 2 |
| 3 | 0,4 | 4 | 12 | 1 | 4 | 3 |
| 4 | 0,5 | 5 | 15 | 1 | 5 | 4 |
| АЭП 1 | 0,6 | 6 | 18 | 1 | 6 | 5 |
| 2 | 0,7 | 7 | 21 | 1 | 7 | 6 |
| ЭКТ 1 | 0,8 | 8 | 24 | 1 | 8 | 5 |
| 2 | 0,9 | 9 | 27 | 1 | 9 | 4 |
| ЭАГ 1 | 1,0 | 10 | 30 | 1 | 8 | 3 |
| 2 | 1,1 | 11 | 33 | 1 | 7 | 2 |
| АП 1 | 1,2 | 12 | 36 | 1 | 6 | 1 |
| 2 | 1,3 | 13 | 39 | 1 | 5 | 0,5 |