


# Вольтамперные и температурные характеристики полупроводниковых диодов

## Лабораторная работа №201М

Ознакомиться с методикой [3] создания проекта и моделирования электронных элементов в системе проектирования OrCAD.

Получить от преподавателя номер набора диодов. В папке FRTK\#Gr\NAME\ создать проект с именем данной лабораторной работы (в именах папок и проектов не должно быть русских букв).

Подключить библиотеки: ANALOG, DIODE, EDIODE, JDIODE, SOURCE, SPECIAL.

Схема соединения полупроводникового диода, измерительных приборов (амперметра и вольтметра) с регулируемым источником напряжения, предназначенная для получения вольтамперной характеристики диода  $I_d(U_d)$  приведена на рис.1,а. При моделировании для переменной, по которой производится сканирование измеритель (в данном случае вольтметр) не нужен, т.к. для каждого значения  $U_d$  вычисляются и запоминаются значения токов и напряжений всех выводов всех элементов. Для отображения графика зависимости тока вывода элемента (диода) от напряжения  $U_d$  достаточно на этот вывод установить пробник тока, который вызывается кнопкой  (см. рис1,б).

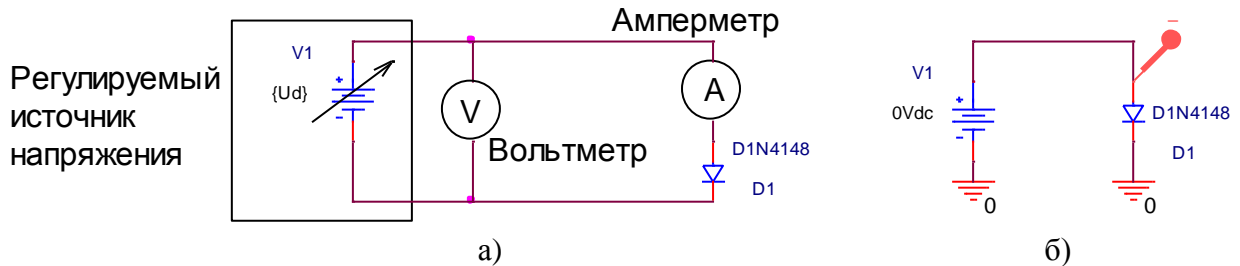


Рис.1

### 1. Задание к допуску

1.1. Начертить в тетради схему получения вольтамперных характеристик выпрямительных диодов (VD1-VD3), варикапа (VD4) и стабилитрона (VD5, рис.1.1)

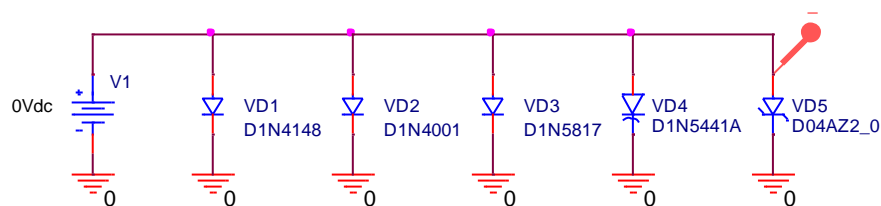


Рис.1.1. Схема подключения диодов к общему источнику напряжения

В этой схеме все диоды соединяются параллельно с источником постоянного напряжения **VDC** из библиотеки **SOURCE**.

1.2. Начертить в тетради схему последовательного включения диодов (рис.1.2)

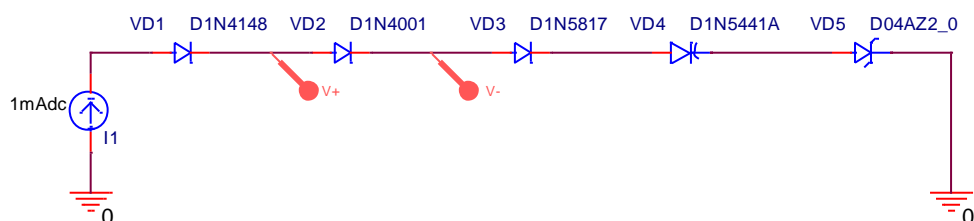



Рис.1.2. Схема последовательного включения диодов с общим источником тока

В этой схеме все диоды соединяются последовательно с источником постоянного тока **IDC** из библиотеки **SOURCE**. Напряжение на каждом диоде измеряется пробниками разности напряжений .

## 2. Задание к выполнению работы

### 2.1. Вольтамперные характеристики

2.1.1. Получить зависимости токов данного набора диодов (включая варикап и стабилитрон) от напряжения в диапазоне от  $-1V$  до  $+0.05V$  с шагом  $0.001V$  с параметром температуры 17, 27 и 37 градусов Цельсия. Для температуры 27 градусов определить по полученным данным моделирования обратный ток каждого диода при  $U_d = -0.1V$ . Сравнить с  $I_{sr}+I_s$  модели.

Перерисовать полученные зависимости для каждого диода в тетрадь.

2.1.2. Повторить получение токов только выпрямительных диодов при тех же значениях температуры, но в диапазоне положительных напряжений от  $+0.05V$  до  $+0.6V$  с шагом  $0.001V$ .

Перерисовать в тетрадь в логарифмическом масштабе полученные зависимости для каждого диода.

2.1.3. Получить для каждого выпрямительного диода при температуре 27 градусов в логарифмическом масштабе зависимости суммы  $I_d(U_d) + (I_{sr}+I_s)$  токов данного набора диодов от напряжения в диапазоне от  $-0.1V$  до  $+0.8V$  с шагом  $0.001V$ .

Перерисовать все полученные зависимости на один график.

2.1.4. Получить зависимости тока стабилитрона от напряжения в диапазоне  $-U_{st}$  до  $+0.3V$  с шагом  $0.001V$  при значениях температуры  $-40, 27, +85$  ( $U_{st}$  – напряжение стабилизации, которое можно узнать по имени стабилитрона или прочитать **Bv** в тексте модели).

Перерисовать все полученные зависимости на один график.

2.1.5. Отсоединить стабилитрон от источника напряжения и получить зависимости токов диодов от напряжения в диапазоне от  $-(30-60)V$  до  $+0.05V$  с шагом  $0.01V$  с параметром температуры 27 градусов Цельсия (отрицательное напряжение не должно превышать напряжение пробоя **Bv** диода).

Перерисовать полученные зависимости для каждого диода в тетрадь.

### 2.2. Температурные характеристики

2.2.1. Задание на моделирование (*Simulations Settings*) перевести в режим первичного сканирования по температуре (**DC Sweep -> Primary sweep -> Temperature**). При фиксированном напряжении источника  $V1 = 0.6V$  получить в логарифмическом масштабе зависимости токов выпрямительных диодов от температуры в диапазоне от  $-50$  до  $+100$  градусов.

Перерисовать полученные зависимости на один график.

2.2.2. Перевернуть вертикально все диоды и при фиксированном напряжении источника  $V1 = 1V$  получить в логарифмическом масштабе зависимости обратных токов выпрямительных диодов от температуры в диапазоне от  $-50$  до  $+100$  градусов.

Перерисовать полученные зависимости на один график.

2.2.3. Соединить все диоды последовательно с источником постоянного тока  $1mA$  (рис.1.2) и получить зависимости напряжения на каждом выпрямительном диоде от температуры в диапазоне от  $-50$  до  $+100$  градусов.

Перерисовать полученные зависимости на один график.

2.2.4. Повернуть зеркально (*Horizontally mirror*) стабилитрон к источнику тока, задание на моделирование (*Simulations Settings*) перевести в режим первичного сканирования по

току получить зависимость напряжения на стабилитроне от тока в диапазоне от 2 мА до 20 мА с шагом 0.01мА при трёх значениях температуры: -40, +27 и +85.

Перерисовать полученные зависимости в тетрадь.

### 3. Задание к сдаче работы

- 3.1. Построить зависимости дифференциальной проводимости исследуемых диодов от напряжения в диапазоне  $-0.05V \dots +1V$ .
- 3.2. Построить зависимости дифференциального сопротивления исследуемых диодов от напряжения в диапазоне  $-0.05V \dots +1V$ .
- 3.3. Определить по результатам моделирования омическое сопротивление диодов (сравнить с  $R_s$  в текстах моделей).
- 3.4. Определить относительный температурный коэффициент обратного тока диода при напряжении -1 В (относительное изменение тока при изменении температуры на один градус).
- 3.5. Определить относительный температурный коэффициент тока диода при напряжении +0.6 В (относительное изменение тока при изменении температуры на один градус).
- 3.6. Определить температурный коэффициент напряжения на диоде при прямом токе 10μA, 1mA, 100mA (изменение напряжения на диоде при изменении температуры на один градус).
- 3.7. Предложить методику и определить зависимость коэффициента при температурном потенциале  $kT/e$  (26 mV при  $T=300^{\circ}K$ ) от напряжения на диоде (N в модели).
- 3.8. Определить дифференциальное сопротивление стабилитрона при токе 10mA. Получить зависимость дифференциального сопротивления стабилитрона от тока.
- 3.9. Определить характер зависимости тока диода от обратного напряжения (константа, прямая или квадратный корень).

### Список литературы

1. Б.Н.Митяшев. Полупроводниковые приборы. Изд.МФТИ, 1978.
2. А.С.Терентьев. PN-диод. Изд.МФТИ, 1980
3. В.П.Псурцев. Моделирование электронных схем.

### Приложение 1

#### Наборы диодов к лабораторной работе №201

№	Импульсные ВЧ диоды	Выпрямительные НЧ диоды	Выпрямительные диоды Шотки	Варикапы	Стабилитроны
1	D1N4148	D1N4001	D1N5817	D1N5441A	D04AZ2_0
2	D1N4149	D1N4002	D1N5818	D1N5443A	D04AZ2_2
3	D1N4150	D1N3491	D1N5819	D1N5445A	D04AZ2_4
4	D1N4151	D1N3492	D1N5820	D1N5447A	D04AZ2_7
5	D1N4153	D1N3493	D1N5821	D1N5449A	D04AZ3_0
6	D1N4154	D1N3494	D1N5822	D1N5451A	D04AZ3_3
7	D1N4305	D1N3495	D1N5823	D1N5453A	D04AZ3_6
8	D1N4444	D1N3501	D1N5824	D1N5455A	D04AZ3_9
9	D1N4446	D1N3879	D1N5825	D1N5461A	D04AZ4_3
10	D1N4447	D1N3880	D1N5826	D1N5462A	D04AZ4_7
11	BAS16	D1N3881	D1N5827	D1N5463A	D04AZ5_1
12	BAS19	D1N3882	D1N5828	D1N5464A	D04AZ5_6
13	BAS20	D1N3883	D1N5829	D1N5465A	D04AZ6_2
14	BAS21	D1N3889	D1N5830	D1N5466A	D04AZ6_8
15	BAS28	D1N3890	D1N5831	D1N5467A	D04AZ7_5
16	BAS32	D1N3891	D1N5832	D1N5468A	D04AZ8_2

17	BAS33	D1N3892	D1N5833	D1N5469A	D04AZ9_1
18	BAS34	D1N3893	D1N5834	D1N5470A	D05AZ10
19	BAS40	D1N3899	D1N6095	D1N5472A	D05AZ11
20	BAS70	D1N3900	D1N6096	D1N5474A	D05AZ12
21	BAT18	D1N3902	D1N6097	D1N5476A	D05AZ13

## Приложение 2

### PSpice модели диодов

#### 1. Импульсные ВЧ диоды

.Model **D1N4148** D(Is=2.682n N=1.836 Rs=.5664 Ikf=44.17m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=4p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.565n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=11.54n).

.Model **D1N4149** D(Is=2.682n N=1.836 Rs=.5664 Ikf=44.17m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.565n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=11.54n).

.Model **D1N4150** D(Is=740.5p N=1.65 Rs=.5949 Ikf=8.039 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.5p  
+ M=.3333 Vj=.75 Fc=.5 Isr=24.36n Nr=2 Bv=75.37 Ibv=100u Tt=5.771n).

.Model **D1N4151** D(Is=2.2n N=1.768 Rs=.5927 Ikf=8.512m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=1.725p  
+ M=88.82m Vj=.5 Fc=.5 Isr=7.832n Nr=2 Bv=75 Ibv=5u Tt=5.771n).

. Model **D1N4152** D  
+ IS=1.2554E-9 N=1.7783 RS=1.2124 IKF=19.158E-3 CJO=2.0000E-12 M=.3333  
+ VJ=.75 ISR=14.138E-9 BV=40.375 IBV=10 TT=7.0382E-9.

.Model **D1N4153** D(Is=36.16E-18 N=1 Rs=.1 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p M=.3333  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.27n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=5.771n).

.Model **D1N4154** D(Is=153.4p N=1.487 Rs=.6329 Ikf=3.53m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.251p  
+ M=.1575 Vj=.5 Fc=.5 Isr=4.763n Nr=2 Bv=35 Ibv=5u Tt=5.771n).

.Model **D1N4305** D(Is=55.48E-18 N=1 Rs=.1 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p M=.3333  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=24.54n Nr=2 Bv=75 Ibv=100u Tt=5.771n).

.Model **D1N4444** D(Is=26.66n N=2.062 Rs=.4266 Ikf=22.1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p  
+ M=.3333 Vj=.75 Fc=.5 Isr=5.729n Nr=2 Bv=70 Ibv=100u Tt=10.1n).

.Model **D1N4446** D(Is=1.071n N=1.698 Rs=.8383 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=4p M=.3333  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=2.441n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=11.54n).

.Model **D1N4447\_1** D(Is=1.071n N=1.698 Rs=.8383 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=2.149n Nr=2 Bv=100 Ibv=100u Tt=11.54n)

.Model **BAS16** D(Is=4.198n N=1.977 Rs=.4599 Ikf=1.408 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.115n Nr=2 Bv=75 Ibv=100u Tt=8.656n).

.Model **BAS19** D(Is=71.25n N=2.361 Rs=.1985 Ikf=52.12m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=5p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=4.909n Nr=2 Bv=120 Ibv=100u Tt=72.13n).

.Model **BAS20** D(Is=71.25n N=2.361 Rs=.1985 Ikf=52.12m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=5p

+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=4.29n Nr=2 Bv=200 Ibv=100u Tt=72.13n).

.Model **BAS21** D(Is=71.25n N=2.361 Rs=.1985 Ikf=52.12m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=5p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=3.899n Nr=2 Bv=250 Ibv=100u Tt=72.13n).

.Model **BAS28** D(Is=1.036n N=1.768 Rs=.9405 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.722n Nr=2 Bv=85 Ibv=100u Tt=8.656n).

.Model **BAS32** D(Is=118.4p N=1.574 Rs=.8411 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=1p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=1.896n Nr=2.145 Bv=75 Ibv=5u Tt=5.771n).

.Model **BAS33** D(Is=18.18f N=1.162 Rs=.7323 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=3p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=159.2p Nr=2 Bv=40 Ibv=5u ).

.Model **BAS34** D(Is=18.18f N=1.162 Rs=.7323 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=3p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=127p Nr=2 Bv=70 Ibv=5u ).

.Model **BAS40** D(Is=754.9E-21 N=1 Rs=.1 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=4p M=.3333  
+ Vj=.5 Fc=.5 Isr=254.1n Nr=2 Bv=40 Ibv=10u).

.Model **BAS70** D( IS=3.5557E-6 N=2.6494 RS=7.1919 IKF=2.6463E-3 XTI=2 EG=.69  
+ CJO=1.0760E-12 VJ=5.5207 ISR=1.2002E-9 BV=70 IBV=10.000E-6).

.Model **BAT18** D(Is=458.2f N=1.304 Rs=0 Ikf=79.99m Xti=3 Eg=1.11 Cjo=2.419p  
+ M=.3333 Vj=.5 Fc=.5 Isr=10.69p Nr=2.141 ).

## 2. Выпрямительные НЧ диоды

.Model **D1N4001** D(Is=14.11n N=1.984 Rs=33.89m Ikf=94.81 Xti=3 Eg=1.11  
+ Cjo=25.89p M=.44 Vj=.3245 Fc=.5 Bv=75 Ibv=10u Tt=5.7u).

Model **D1N4002** D (IS=14.11E-9 N=1.984 RS=33.89E-3 IKF=94.81 XTI=3  
+ EG=1.110 CJO=51.17E-12 M=.2762 VJ=.3905 FC=.5 ISR=100.0E-12  
+ NR=2 BV=100.1 IBV=10 TT=4.761E-6).

.Model **D1N3491** D(Is=68.65f Rs=3.786m Ikf=1.774 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=1.457n  
+M=.9735 Vj=.75 Fc=.5 Isr=11.02u Nr=2 Tt=6.059u).

.Model **D1N3492** D(Is=68.65f Rs=3.786m Ikf=1.774 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=1.457n  
+ M=.9735 Vj=.75 Fc=.5 Isr=5.651u Nr=2 Tt=6.059u).

.Model **D1N3493** D(Is=68.65f Rs=3.786m Ikf=1.774 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=1.457n  
+ M=.9735 Vj=.75 Fc=.5 Isr=2.888u Nr=2 Tt=6.059u).

.Model **D1N3494** D(Is=68.65f Rs=3.786m Ikf=1.774 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=1.457n  
+ M=.9735 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.949u Nr=2 Tt=6.059u).

.Model **D1N3495** D(Is=68.65f Rs=3.786m Ikf=1.774 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=1.457n  
+ M=.9735 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.474u Nr=2 Tt=6.059u).

.Model **D1N3501** D(Is=10f N=1 Rs=.1 Ikf=0 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=168.9p M=.1794  
+ Vj=.3905 Fc=.5 Isr=678.5n Nr=2 Bv=6.444 Ibv=.2898 Tt=7.213u).

.Model **D1N3879** D(Is=1.058E-18 Rs=11.56m Ikf=2.349 N=1 Xti=14 Eg=1.11 Cjo=113.2p + M=.2834 Vj=.75 Fc=.5 Isr=908.6n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3880** D(Is=1.058E-18 Rs=11.56m Ikf=2.349 N=1 Xti=14 Eg=1.11 Cjo=113.2p + M=.2834 Vj=.75 Fc=.5 Isr=798n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3881** D(Is=1.058E-18 Rs=11.56m Ikf=2.349 N=1 Xti=14 Eg=1.11 Cjo=113.2p + M=.2834 Vj=.75 Fc=.5 Isr=820.5n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3882** D(Is=1.058E-18 Rs=11.56m Ikf=2.349 N=1 Xti=14 Eg=1.11 Cjo=113.2p + M=.2834 Vj=.75 Fc=.5 Isr=887.2n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3883** D(Is=1.058E-18 Rs=11.56m Ikf=2.349 N=1 Xti=14 Eg=1.11 Cjo=113.2p + M=.2834 Vj=.75 Fc=.5 Isr=994.9n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3889** D(Is=15.03f Rs=9.606m Ikf=.2003 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=117.8p + M=.2976 Vj=.75 Fc=.5 Isr=770.3n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3890** D(Is=15.03f Rs=9.606m Ikf=.2003 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=117.8p + M=.2976 Vj=.75 Fc=.5 Isr=684.1n Nr=2 Tt=369.9n).

.Model **D1N3891** D(Is=15.03f Rs=9.606m Ikf=.2003 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=117.8p + M=.2976 Vj=.75 Fc=.5 Isr=672.7n Nr=2 Tt=369.9n)

.Model **D1N3892** D(Is=15.03f Rs=9.606m Ikf=.2003 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=117.8p + M=.2976 Vj=.75 Fc=.5 Isr=705.6n Nr=2 Tt=369.9n)

.Model **D1N3893** D(Is=15.03f Rs=9.606m Ikf=.2003 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=117.8p + M=.2976 Vj=.75 Fc=.5 Isr=809.8n Nr=2 Tt=369.9n)

.Model **D1N3899** D(Is=5.62f Rs=6.414m Ikf=9.692 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=144.1p + M=.2272 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.036u Nr=2 Tt=521.4n)

.Model **D1N3900** D(Is=5.62f Rs=6.414m Ikf=9.692 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=144.1p + M=.2272 Vj=.75 Fc=.5 Isr=985.4n Nr=2 Tt=521.4n).

.Model **D1N3902** D(Is=5.62f Rs=6.414m Ikf=9.692 N=1 Xti=2 Eg=1.11 Cjo=144.1p + M=.2272 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.076u Nr=2 Tt=521.4n).

### 3. Дiodы Шотки

.Model **D1N5817** D(Is=2.835u Rs=47.12m Ikf=.3227 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=472.4p + M=.6215 Vj=.75 Fc=.5 Isr=37.75u Nr=2).

.Model **D1N5818** D(Is=2.835u Rs=47.12m Ikf=.3227 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=359.3p + M=.6513 Vj=.75 Fc=.5 Isr=26.46u Nr=2).

.Model **D1N5819** D(Is=2.835u Rs=47.12m Ikf=.3227 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=302.5p + M=.7206 Vj=.75 Fc=.5 Isr=16.98u Nr=2).

.Model **D1N5820** D(Is=8.425u Rs=34.63m Ikf=2.37 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.288n

+ M=.5324 Vj=.75 Fc=.5 Isr=58.32u Nr=2).

.Model **D1N5821** D(Is=8.425u Rs=34.63m Ikf=2.37 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.132n  
+ M=.6043 Vj=.75 Fc=.5 Isr=31.98u Nr=2).

.Model **D1N5822** D(Is=8.425u Rs=34.63m Ikf=2.37 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.032n  
+ M=.6736 Vj=.75 Fc=.5 Isr=9.599u Nr=2).

.Model **D1N5823** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=2.224n  
+ M=.465 Vj=.75 Fc=.5 Isr=845.5u Nr=2).

.Model **D1N5824** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.782n  
+ M=.4666 Vj=.75 Fc=.5 Isr=699.9u Nr=2).

.Model **D1N5825** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.537n  
+ M=.4545 Vj=.75 Fc=.5 Isr=673.4u Nr=2).

.Model **D1N5826** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=2.248n  
+ M=.465 Vj=.75 Fc=.5 Isr=845.5u Nr=2).

.Model **D1N5827** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.814n  
+ M=.468 Vj=.75 Fc=.5 Isr=696.4u Nr=2).

.Model **D1N5828** D(Is=40.53u Rs=4.338m Ikf=58.4 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=1.541n  
+ M=.4553 Vj=.75 Fc=.5 Isr=666.5u Nr=2).

.Model **D1N5829** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=5.046n  
+ M=.5192 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.5m Nr=2).

.Model **D1N5830** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=4.091n  
+ M=.5169 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.175m Nr=2).

.Model **D1N5831** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=3.488n  
+ M=.5044 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.188m Nr=2).

.Model **D1N5832** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=5.046n  
+ M=.5192 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.5m Nr=2).

.Model **D1N5833** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=4.091n  
+ M=.5169 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.175m Nr=2).

.Model **D1N5834** D(Is=89.43u Rs=3.991m Ikf=163.5 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=3.488n  
+ M=.5044 Vj=.75 Fc=.5 Isr=1.188m Nr=2).

.Model **D1N6095** D(Is=1.133u Rs=2.964m Ikf=4.886 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=2.139n  
+ M=.4916 Vj=.75 Fc=.5 Isr=4.409u Nr=2).

.Model **D1N6096** D(Is=1.133u Rs=2.964m Ikf=4.886 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=2.139n  
+ M=.4916 Vj=.75 Fc=.5 Isr=6.645u Nr=2).

.Model **D1N6097** D(Is=793.4n Rs=3.036m Ikf=8.242 N=1 Xti=0 Eg=1.11 Cjo=4.498n  
+ M=.478 Vj=.75 Fc=.5 Isr=16.81u Nr=2).

#### 4. Вариакпы

.Model **D1N5441A** D(Is=4.85E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=14.93p M=.4261 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.83p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5443A** D(Is=10.51E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=21.95p M=.426 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.84p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5445A** D(Is=22.77E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=31.95p M=.4096 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5449A** D(Is=88.13E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=57.51p M=.4096 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u)

.Model **D1N5447A** D(Is=33.52E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=42.6p M=.4097 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.52p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5451A** D(Is=405.9E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=87.86p M=.44 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.28p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5453A** D(Is=783.1E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=133.1p M=.4689 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=11.19p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5455A** D(Is=1.511f Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=195p M=.4692 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=11.18p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5461A** D(Is=4.85E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=14.93p M=.4261 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.83p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5462A** D(Is=7.14E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=18.01p M=.4261 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.83p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5463A** D(Is=10.51E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=21.95p M=.426 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.84p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5464A** D(Is=15.47E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=26.34p M=.426 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.84p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5465A** D(Is=22.77E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=31.95p M=.4096 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5466A** D(Is=22.77E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=38.34p M=.4096 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5467A** D(Is=33.52E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=42.6p M=.4097 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.52p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5468A** D(Is=49.35E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=46.85p M=.4096 + Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5469A** D(Is=88.13E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=57.51p M=.4096



+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=13.53p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u)

.Model **D1N5470A** D(Is=292.2E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=74.34p M=.44  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=12.27p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5472A** D(Is=563.8E-18 Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=111.7p M=.4691  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=11.19p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5474A** D(Is=1.088f Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=161.7p M=.4692  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=11.18p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

.Model **D1N5476A** D(Is=2.099f Rs=.1 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=259.9p M=.5175  
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=9.585p Nr=2 Bv=30 Ibv=10u).

## 5. Стабилитроны

.Model **D04AZ2\_0** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=101.2E-6  
+ BV=2.060 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ2\_2** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=96.31E-6  
+ BV=2.260 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ2\_4** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=90.46E-6  
+ BV=2.460 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ2\_7** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=75.39E-6  
+ BV=2.760 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ3\_0** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=37.69E-6  
+ BV=3.060 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ3\_3** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=15.08E-6  
+ BV=3.360 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ3\_6** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=7.539E-6  
+ BV=3.660 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

.Model **D04AZ3\_9** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=3.769E-6  
+ BV=3.960 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ4\_3** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=3.769E-6  
+ BV=4.360 IBV=51.73E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ4\_7** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=3.769E-6  
+ BV=4.766 IBV=64.66E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ5\_1** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=3.467E-6  
+ BV=5.174 IBV=86.22E-3 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ5\_6** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=3.067E-6  
+ BV=5.684 IBV=.1293 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ6\_2** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=2.924E-6  
+ BV=6.292 IBV=.1724 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ6\_8** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=1.122E-6  
+ BV=6.896 IBV=.2069 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ7\_5** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=270.3E-9  
+ BV=7.596 IBV=.2069 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ8\_2** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=253.6E-9  
+ BV=8.302 IBV=.2587 TT=5.000E-9.

. Model **D04AZ9\_1** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=240.4E-9  
+ BV=9.202 IBV=.2587 TT=5.000E-9.

. Model **D05AZ10** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=229.6E-9  
+ BV=10.05 IBV=.1617 TT=5.000E-9.

. Model **D05AZ11** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=88.19E-6  
+ BV=11.08 IBV=.2587 TT=5.000E-9.

. Model **D05AZ12** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=85.06E-9  
+ BV=12.08 IBV=.2156 TT=5.000E-9.

. Model **D05AZ13** D RS=1.000E-3 CJO=1.000E-12 M=.3333 VJ=.75 ISR=82.34E-9  
+ BV=13.08 IBV=.1848 TT=5.000E-9.