

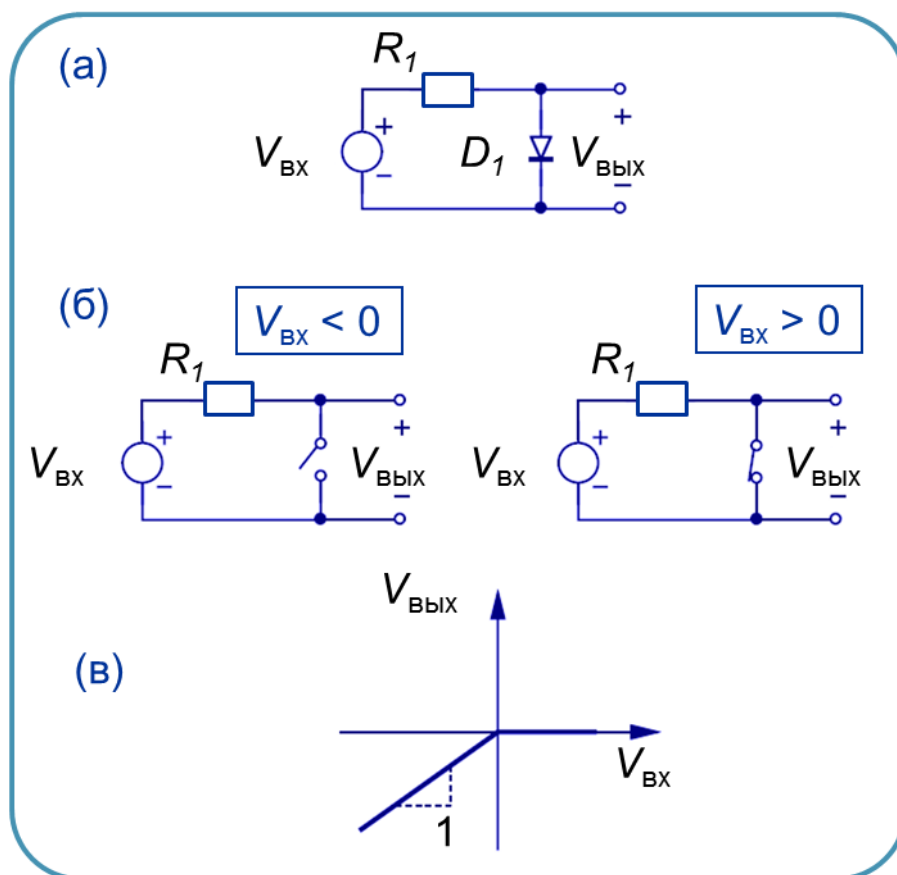
Семинар №2 по дисциплине «Электроника»

Тема: расчёт и моделирование диодных схем (идеализированные модели)

1.	Теоретическое введение.....	1
1.1.	Передаточные характеристики	1
1.2.	Разные модели для диода	2
1.3.	Идеализированные модели диода в программе spice.....	2
1.4.	Передаточные характеристики схемы с идеальной моделью и моделью с постоянным падением напряжения	3
1.5.	Применение диода: выпрямитель.....	4
1.6.	Применение диода: ограничитель	5
2.	Задание для работы	6
3.	Таблица вариантов.....	7

1. Теоретическое введение

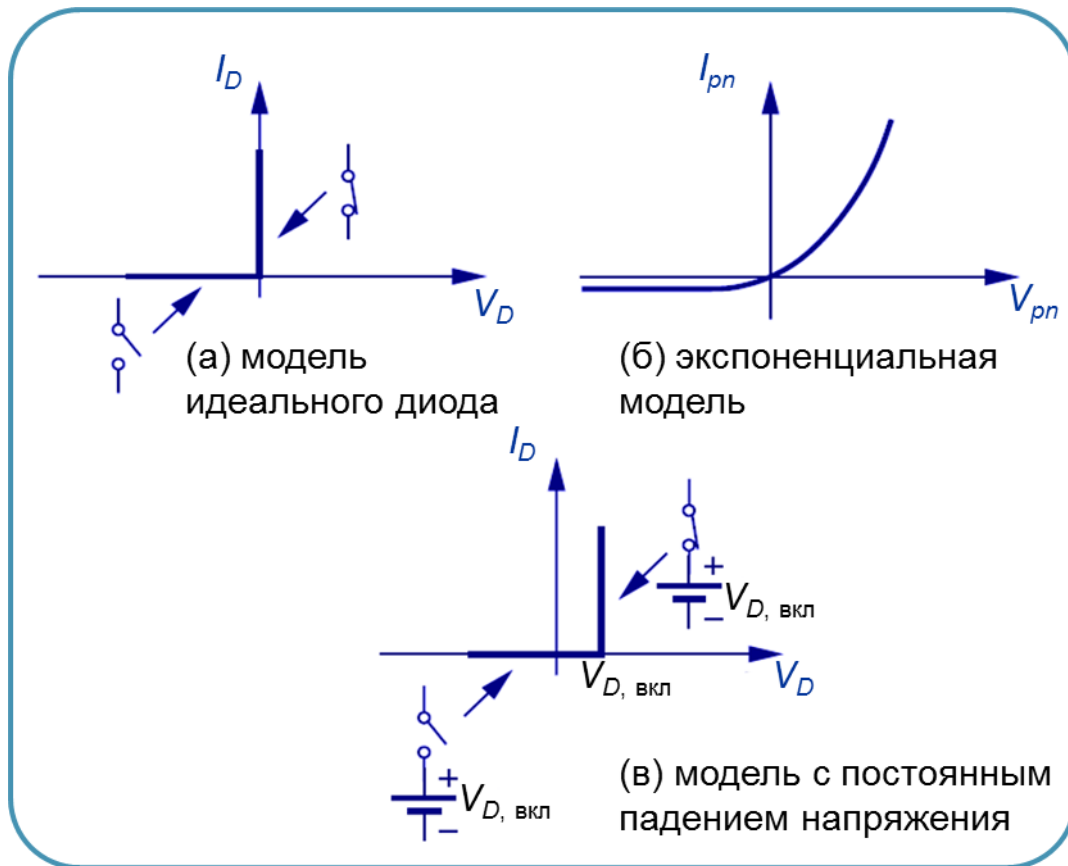
1.1. Передаточные характеристики



Когда $V_{BX} < 0$, диод не пропускает ток, поэтому $V_{BbIX} = V_{BX}$.

Когда $V_{BX} > 0$, диод пропускает ток, поэтому $V_{BbIX} = 0$.

1.2. Разные модели для диода



1.3. Идеализированные модели диода в программе spice

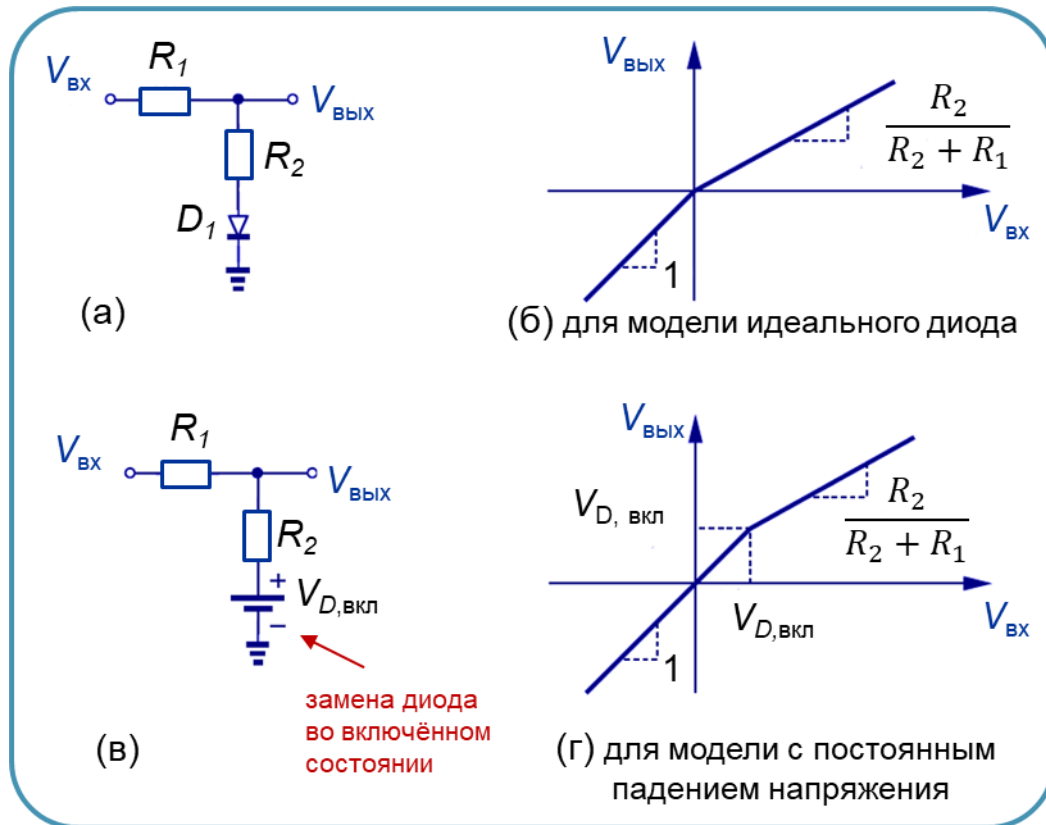
Формат описания идеализированной модели (либо идеальной модели, либо модели с постоянным падением напряжения):

```
.model <название> D(Ron=.1 Roff=1Meg Vfwd=<напряжение_открытия>)
```

Пример описания модели диода (скобки не обязательны):

```
.model largemodel D (Ron=.1 Roff=1Meg Vfwd=3)
```

1.4. Передаточные характеристики схемы с идеальной моделью и моделью с постоянным падением напряжения



Изображение демонстрирует различие двух моделей; как видно, у них разные точки излома характеристики.

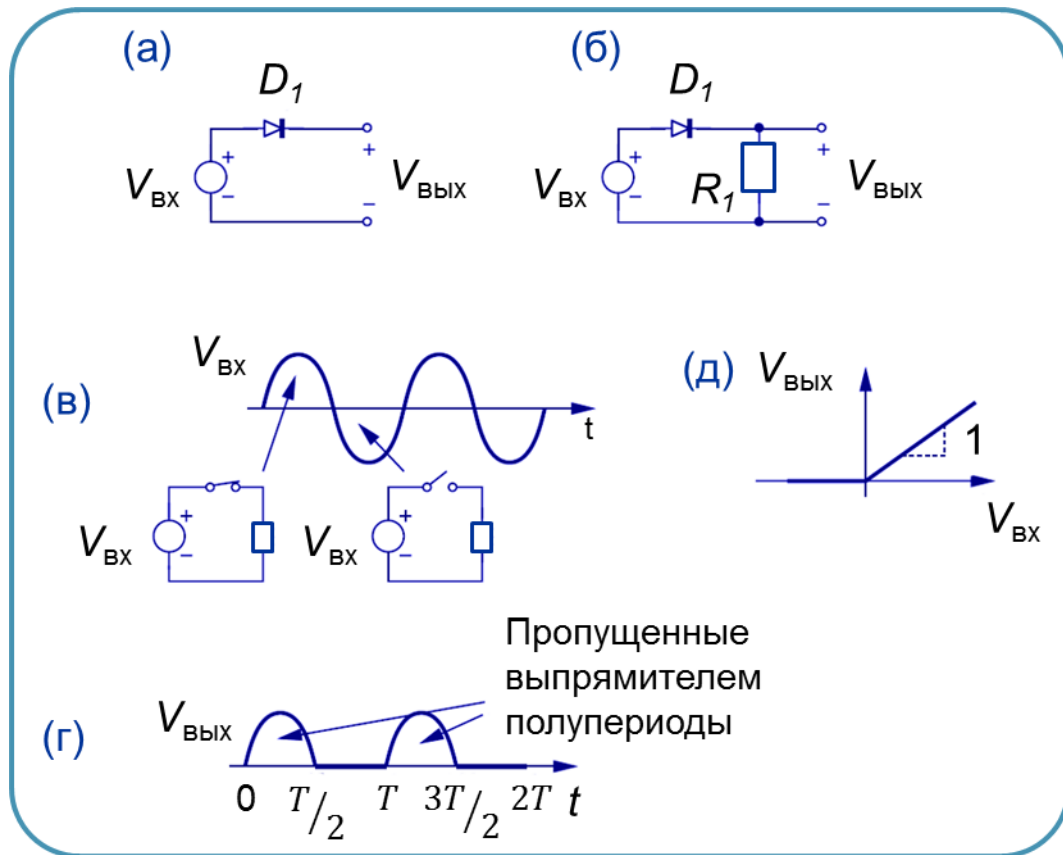
Для модели идеального диода:

$$V_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{\text{ВХ}}, V_{\text{ВХ}} > 0$$

Для модели с постоянным падением напряжения:

$$\frac{V_{\text{ВХ}} - V_{\text{ВЫХ}}}{R_1} = \frac{V_{\text{ВЫХ}} - V_{D, \text{вкл}}}{R_2} \quad (\text{ЗТК}) \rightarrow V_{\text{ВЫХ}} = \frac{\frac{R_2}{R_1} V_{\text{ВХ}} + V_{D, \text{вкл}}}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

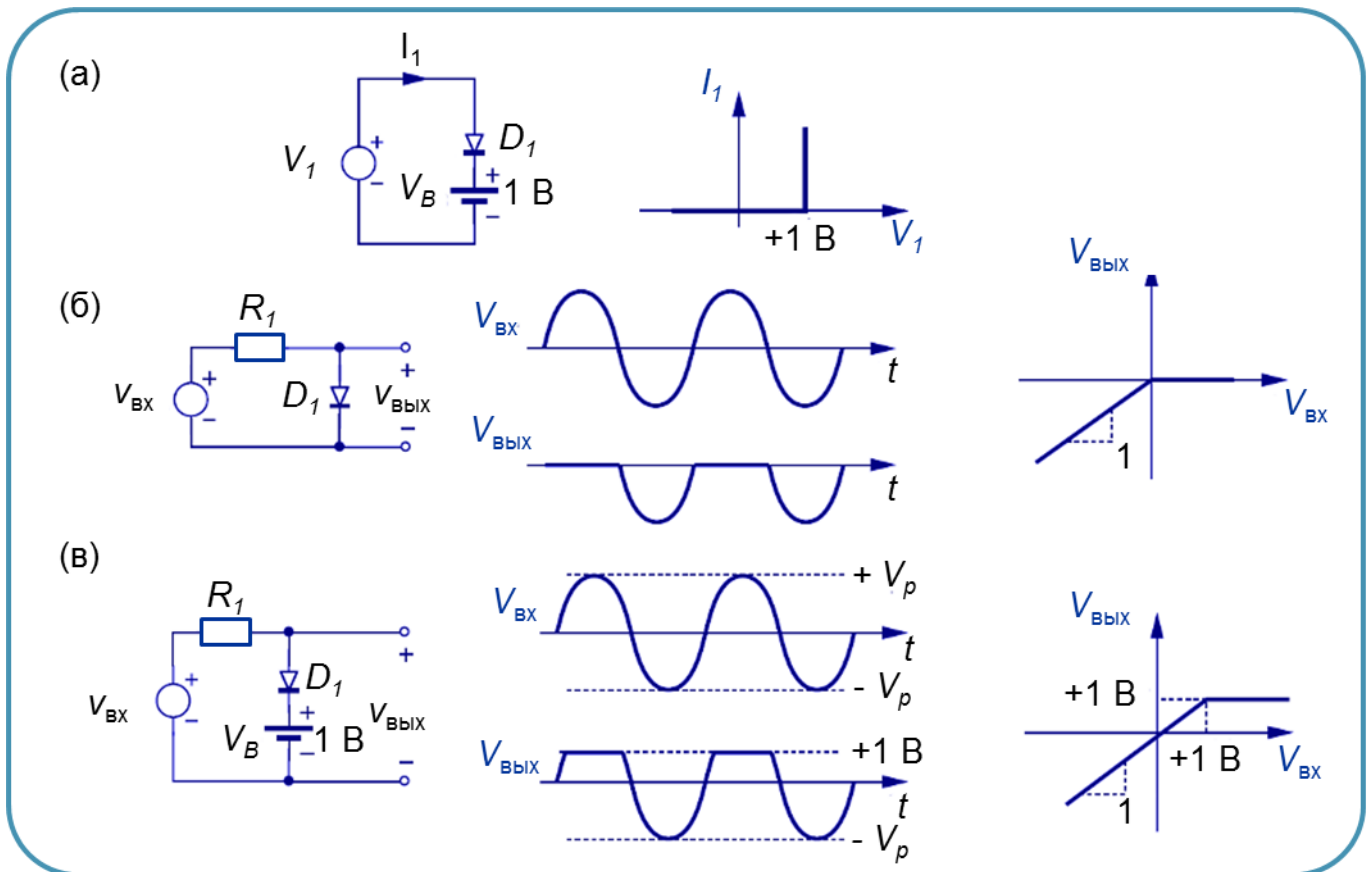
1.5. Применение диода: выпрямитель



Выпрямители пропускают положительные полупериоды синусоиды и блокируют отрицательные полупериоды, или наоборот.

Когда $V_{\text{ВХ}} > 0$, диод пропускает ток, значит $V_{\text{ВЫХ}} = V_{\text{ВХ}}$; однако, когда $V_{\text{ВХ}} < 0$, диод не пропускает ток, $V_{\text{ВЫХ}} = I_{R1} R_1 = 0$.

1.6. Применение диода: ограничитель



Ограничитель предназначен для поддержания выходного напряжения ниже определенного уровня.

Добавление постоянного источника $= 1 \text{ В}$ помогает диоду пропускать через себя ток при $V_1 > 1 \text{ В}$.

2. Задание для работы

(без использования мобильных телефонов, соцсетей, разговоров и консультаций)

Задание 1 (ручной расчёт) (вариант по таблице 1).

а) (4 балла) Для заданной схемы (столбец 3) с заданной моделью диода (столбец 4) и номиналами элементов (столбец 5) вручную постройте график выходного напряжения V_{out} от входного тока I_{in} ;

б) (1 балл) По графику передаточной характеристики вручную определите максимальное, минимальное и среднее значения выходного напряжения для случая, когда I_{in} задан в виде синусоидальной функции: $I_{in}(t) = I_{in0} + I_{in,m} \cos \omega t$ (значения I_{in0} ; $I_{in,m}$; f заданы по варианту, столбцы 6–8);

Указание 1: приведите необходимые расчёты и построения по графику.

Задание 2 (проверка с помощью SPICE-моделирования) (используйте spice-модель идеализированного диода)

а) (1 балл) Соберите модель схемы в программе SPICE; задайте и подключите модель идеализированного диода с параметрами по варианту (имя модели – фамилия студента); задайте названия для точек, чьи напряжения вы строите;

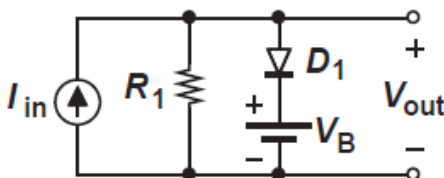
б) (2 балла) промоделируйте передаточную функцию (ту же самую, что в задании 1,а) (используйте для этого директивы .PARAM и .STEP). С помощью инструментов программы определите граничные значения для I_{in} и для выходной величины.

Указание 2: диапазон изменения I_{in} следует подобрать таким, чтобы на графике были хорошо видна граничная точка и наклон на участках слева и справа от неё.

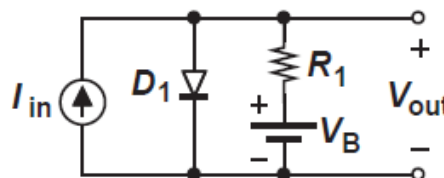
Указание 3: шаг изменения I_{in} в команде на моделирование следует подобрать таким, чтобы график получился гладким, а не кусочно-линейным.

в) (2 балла) задайте I_{in} в виде синусоидальной функции с параметрами по варианту и промоделируйте переходную функцию (ту же самую, что в задании 1,б); постройте на отдельных полях графики входного и выходного напряжения. С помощью инструментов программы определите для каждой линии максимальное, минимальное и среднее (Average) значения выходной величины.

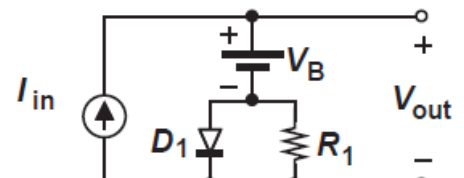
Указание 4: результаты пунктов б) и в) этого задания должны совпасть с результатами пунктов а) и б) задания 1.



а)



б)



в)

для БИТ-203		схема	модель диода	номиналы элементов	параметры \sin входного сигнала		
№	Бригада				$I_{in0},$ мА	$I_{in,m},$ мА	$f,$ кГц
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	Б	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 4 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	4	5
2	2	В	идеальный	$R1 = 10 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	0	4	8
3	3	А	идеальный	$R1 = 1 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	1	3	4
4	4	Б	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 5 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	4	9
5	5	В	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 1 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	4	1
6	6	В	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 8 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	-1	4	1
7	7	Б	с пост. падением напряжения (0,7 В)	$R1 = 8 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	1	3	10
8	8	В	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 3 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	-1	3	8
9	9	Б	с пост. падением напряжения (0,7 В)	$R1 = 2 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	2	4
10	10	Б	идеальный	$R1 = 6 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	4	10
11	11	А	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 4 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	1	4	8
12	12	В	идеальный	$R1 = 8 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	0	2	8
13	13	Б	с пост. падением напряжения (0,7 В)	$R1 = 4 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	1	3	3
14	14	Б	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 10 \text{ кОм};$ $Vb = 0,5 \text{ В}$	0	2	7
15	15	В	с пост. падением напряжения (0,8 В)	$R1 = 9 \text{ кОм};$ $Vb = -0,5 \text{ В}$	-1	2	9