

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Факультет систем управления и робототехники

Электротехника

Лабораторная работа №3
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ

Вариант 3R382

Студент: Кирбаба Д.Д.
Группа: R3338
Преподаватель: Китаев Ю.В.

г. Санкт-Петербург
2023

Цель работы

Снятие прямых и обратных вольт-амперных характеристик(ВАХ) диодов.

Ход работы

пп.5,6 - V1=3В max. R1=1 Ом п.7 - V1=6В max. R1=100 Ом

Рис. 1: Начальные данные.

Исследуем вольт-амперные характеристики прямого прохода диодов SB320 и 1N4001GP, используя данную схему:

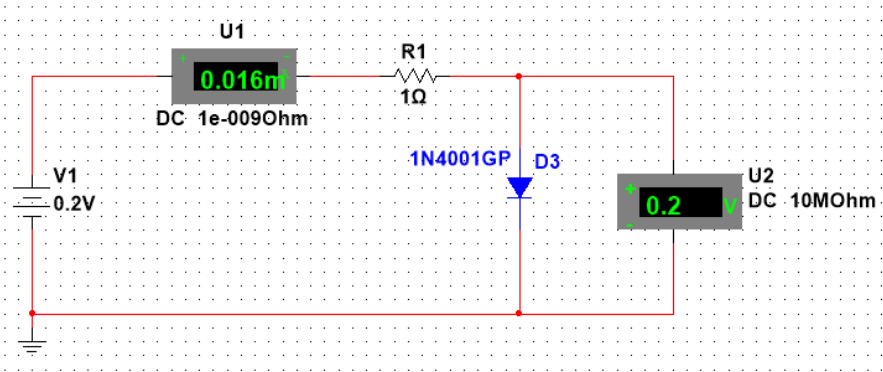


Рис. 2: Схема моделирования прямого прохода.

Последовательно задавая напряжение на источнике V1 от 0.2 V до 3 V с шагом 0.2 V будем производить измерения напряжения и силы тока на диоде:

	SB320		1N4001GP	
V_v1	V_d	I_d	V_d	I_d
V	V	A	V	A
0,2	0,192	0,000767	0,2	0,000016
0,4	0,275	0,125	0,4	0,000405
0,6	0,304	0,296	0,591	0,008704
0,8	0,322	0,478	0,727	0,073
1	0,336	0,664	0,796	0,204
1,2	0,347	0,853	0,839	0,361
1,4	0,357	1,043	0,87	0,53
1,6	0,366	1,234	0,895	0,705
1,8	0,375	1,425	0,917	0,883
2	0,383	1,617	0,936	1,064
2,2	0,391	1,809	0,954	1,246
2,4	0,398	2,002	0,97	1,43
2,6	0,405	2,195	0,985	1,615
2,8	0,412	2,388	1	1,8
3	0,418	2,582	1,014	1,986

Рис. 3: Таблица измерений при прямом проходе.

По данным значениям построим график зависимости тока I_d от напряжения V_d на диоде при различных значениях входного напряжения V_v1 :

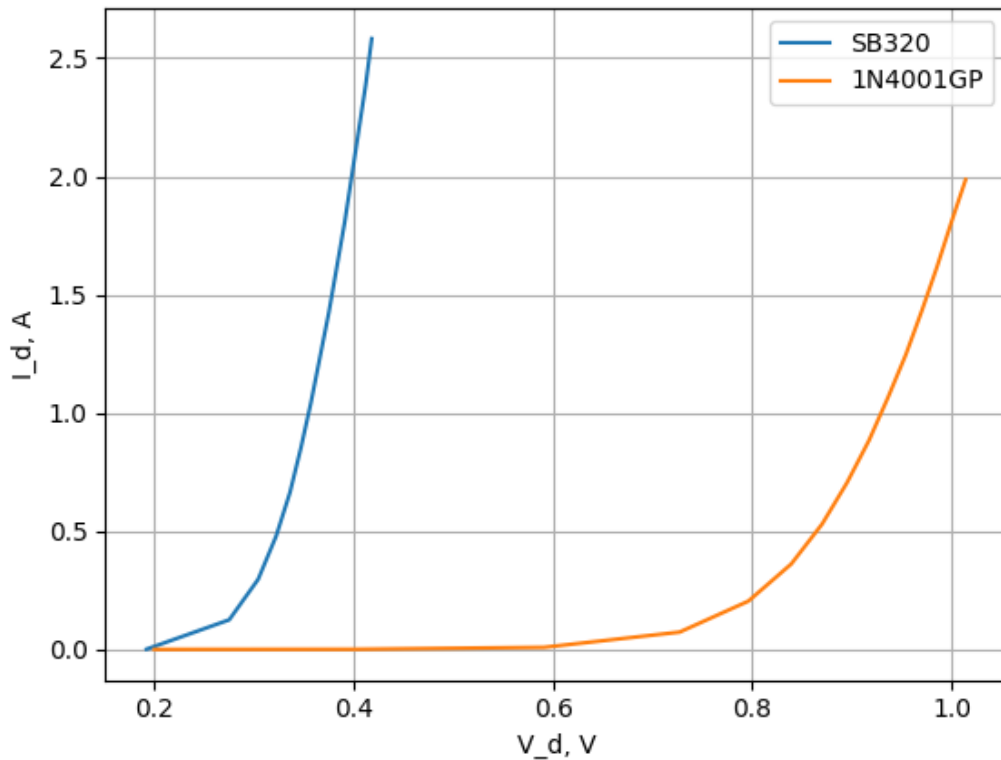


Рис. 4: ВАХ прямого прохода диодов SB320 и 1N4001GP.

Таким же образом исследуем поведение ВАХ при прямом проходе следующих диодов: LED_{red} и LED_{blue} . Для этого установим сопротивление $100\ \Omega$:

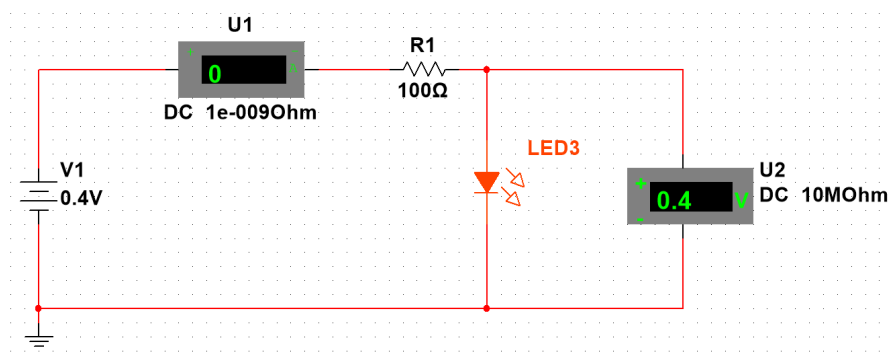


Рис. 5: Схема моделирования прямого прохода.

Последовательно задавая напряжение на источнике $V1$ от $0.4\ V$ до $6\ V$ с шагом $0.4\ V$ будем производить измерения напряжения и силы тока на диоде:

	LED_red		LED_blue	
V_v1	V_d	I_d	V_d	I_d
V	V	A	V	A
0,4	0,4	0	0,4	0
0,8	0,8	0,111*10 ⁻⁶	0,8	0,111*10 ⁻⁶
1,2	1,2	0,222*10 ⁻⁶	1,2	0
1,6	1,582	0,181*10 ⁻³	1,6	0,222*10 ⁻⁶
2	1,723	2,767*10 ⁻³	2	0,222*10 ⁻⁶
2,4	1,766	6,338*10 ⁻³	2,4	0,444*10 ⁻⁶
2,8	1,79	0,01	2,799	5,529*10 ⁻⁶
3,2	1,807	0,014	3,154	0,457*10 ⁻³
3,6	1,82	0,018	3,301	2,995*1 ⁻³
4	1,83	0,022	3,36	6,404*10 ⁻³
4,4	1,839	0,026	3,395	0,01
4,8	1,846	0,03	3,419	0,014
5,2	1,853	0,033	3,438	0,018
5,6	1,858	0,037	3,454	0,021
6	1,864	0,041	3,467	0,025

Рис. 6: Таблица измерений при прямом проходе.

По данным значениям построим график зависимости тока I_d от напряжения V_d на диоде при различных значениях входного напряжения V_{v1} :

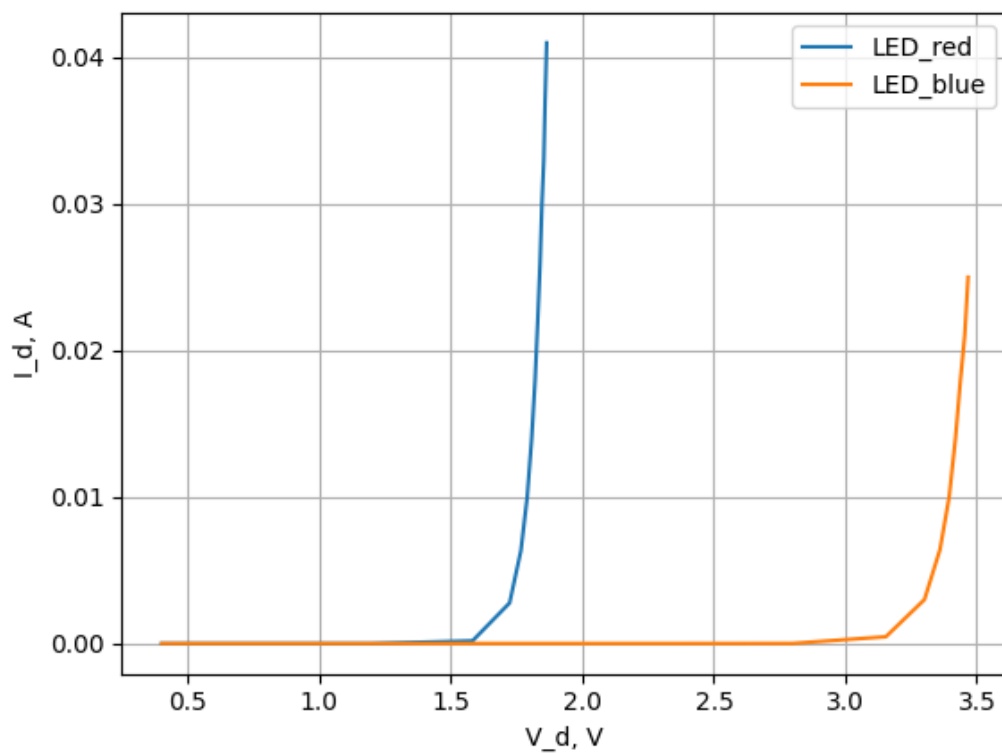
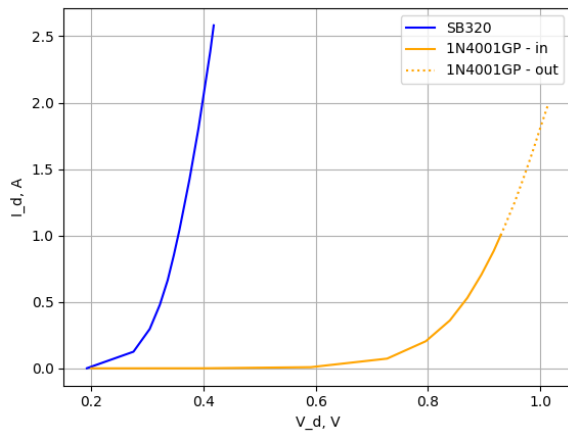


Рис. 7: ВАХ прямого прохода диодов LED_{red} и LED_{blue} .

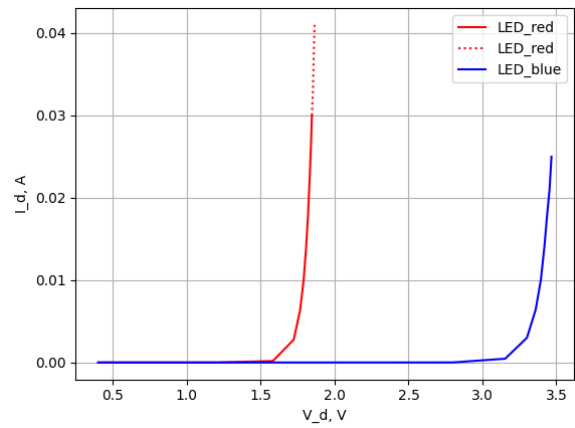
Диапазоны предельно допустимых значений:

	SB320	1N4001GP	LED_{red}	LED_{blue}
$I_{d_{max}}, A$	3	1	0.03	0.03
$V_{d_{max}}, V$	200	1.1	2.2	4

Отметим выпадающие из диапазона точки на ВАХ:



(a) SB320, 1N4001GP



(b) LED_{red} , LED_{blue}

Рис. 8: Прямые ВАХ с диапазоном.

Теперь проведем такие же манипуляции для исследования обратных ВАХ данных диодов.

Необходимо только подавать напряжение в обратной полярности и убрать резистор:

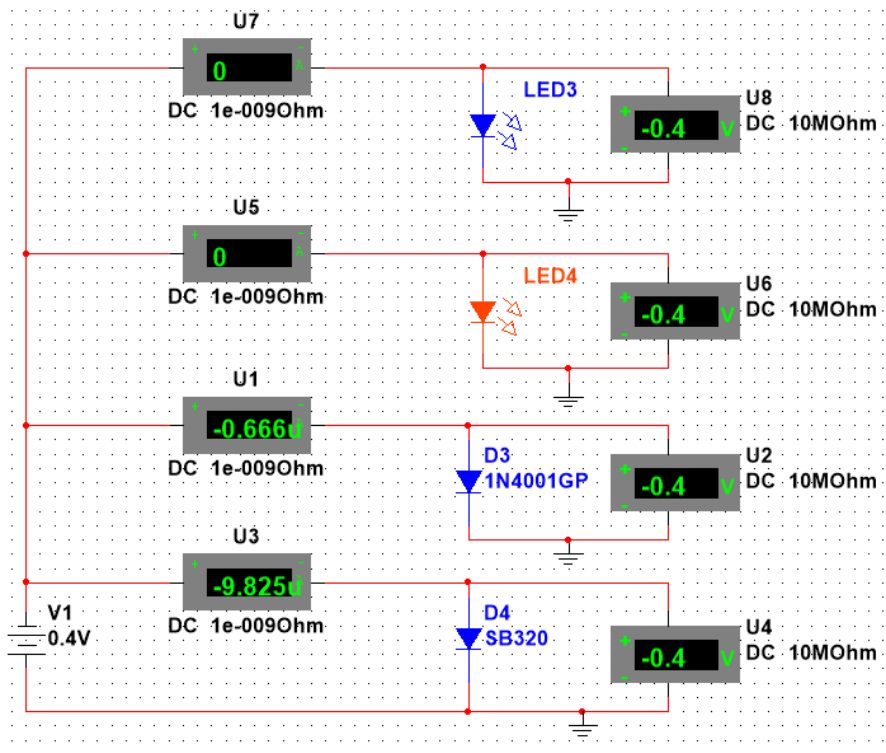


Рис. 9: Схема моделирования обратного прохода диодов.

Последовательно задавая напряжение на источнике V1 от 0.4 V до 6 V с шагом 0.4 V будем производить измерения напряжения и силы тока на диодах:

	SB320		1N4001GP		LED_red		LED_blue	
V_{v1}	V_d	I_d	V_d	I_d	V_d	I_d	V_d	I_d
V	V	uA	V	uA	V	uA	V	uA
0,4	-0,4	-9,825	-0,4	-0,666	-0,4	0	-0,4	0
0,8	-0,8	-9,881	-0,8	-0,777	-0,8	-0,111	-0,8	-0,111
1,2	-1,2	-9,77	-1,2	-0,888	-1,2	-0,222	-1,2	-0,222
1,6	-1,6	-9,992	-1,6	-0,888	-1,6	-0,222	-1,6	-0,222
2	-2	-9,992	-2	-0,888	-2	0	-2	0
2,4	-2,4	-10	-2,4	-0,888	-2,4	0	-2,4	0
2,8	-2,8	-11	-2,8	-0,888	-2,8	-0,444	-2,8	-0,444
3,2	-3,2	-10	-3,2	-1,332	-3,2	-0,444	-3,2	-0,444
3,6	-3,6	-10	-3,6	-0,888	-3,6	-0,444	-3,6	-0,444
4	-4	-11	-4	-0,888	-4	-1,332	-4	-1,332
4,4	-4,4	-9,77	-4,4	-0,888	-4,4	-0,888	-4,4	-0,888
4,8	-4,8	-11	-4,8	-0,888	-4,8	0	-4,8	0
5,2	-5,2	-9,77	-5,2	-1,776	-5,2	0	-5,2	0
5,6	-5,6	-11	-5,6	-0,888	-5,6	-0,888	-5,6	-0,888
6	-6	-11	-6	-0,888	-6	-0,888	-6	-0,888

Рис. 10: Таблица измерений при обратном проходе.

По данным значениям построим график зависимости тока I_d от напряжения V_d на диодах при различных значениях входного напряжения V_{v1} :

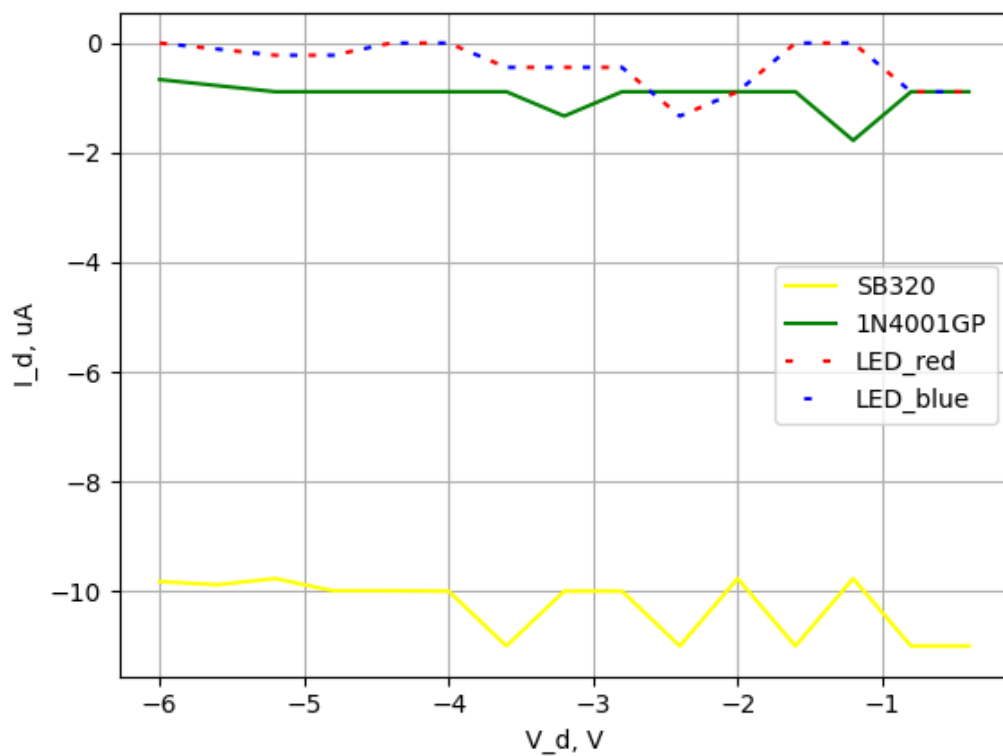


Рис. 11: ВАХ обратного прохода диодов.

Получим ВАХ с помощью осциллографа:

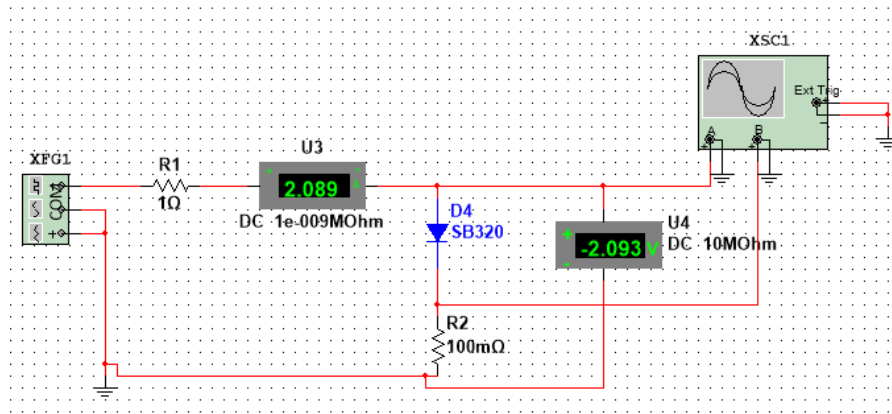
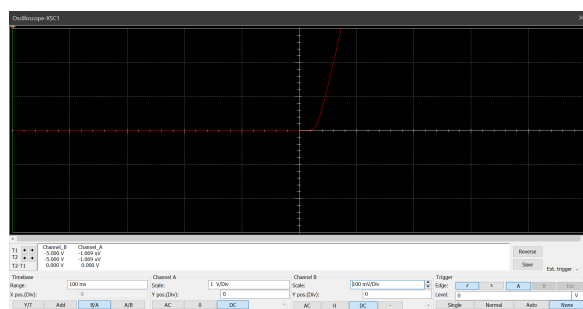
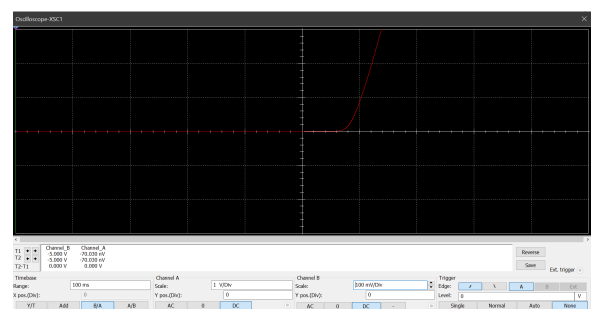


Рис. 12: Схема моделирования ВАХ с помощью осциллографа.

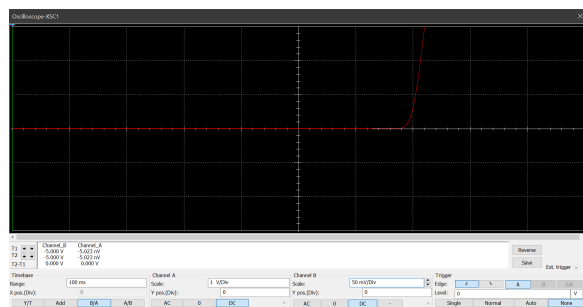


(a) SB320

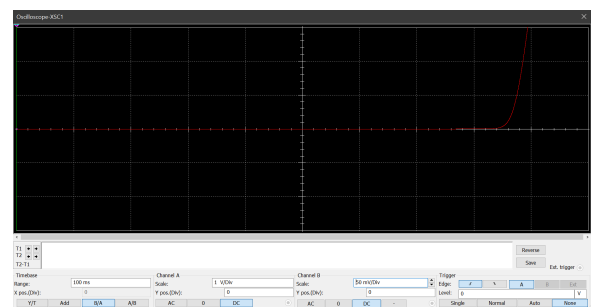


(b) 1N4001GP

Рис. 13: ВАХ с осциллограммы.



(a) LED_{red}



(b) LED_{blue}

Рис. 14: ВАХ с осциллограммы.

Данные ВАХ совпадают с построенными поточно графиками в предыдущим заданиях.

В заключительном задании необходимо рассчитать величину ограничивающего ток через светодиод(возьмем исследованный выше LED_{red}) резистора R_{load} , с учетом заданных значений яркости и справочных данных $I_{dmax} = 0.03 \text{ A}$, $V_{dmax} = 2.2 \text{ V}$, $P_{dmax} = 0.066 \text{ W}$.

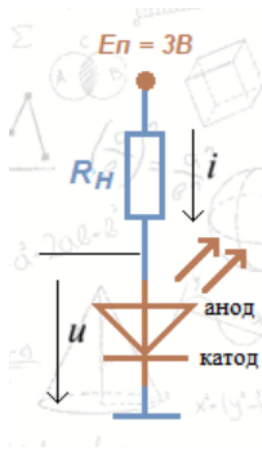


Рис. 15: Схема включения светодиода.

	IR	Red	Yellow	Green	Blue	White
U_{diod} [V]	1,1	1,6	2,0	2,0	2,9	3,0
	1,7	2,2	2,3	3,7	4,0	3,6

Рис. 16: Цветовая классификация.

Так как мы выбрали красный светодиод, то по цветовой классификации он имеет прямое падение напряжения в пределах $[1.6; 2.2]$ V.

Необходимость ограничивающего резистора R_{load} (параметры которого необходимо рассчитать) обуславливается тем, что напрямую светодиод нельзя подключать к источнику питания, так как при значительных напряжениях светодиод может выйти из строя. Также необходимо, чтобы рассеиваемая мощность светодиодом не превышала P_{dmax} .

Итого, рабочая область светодиода будет ограничена так:

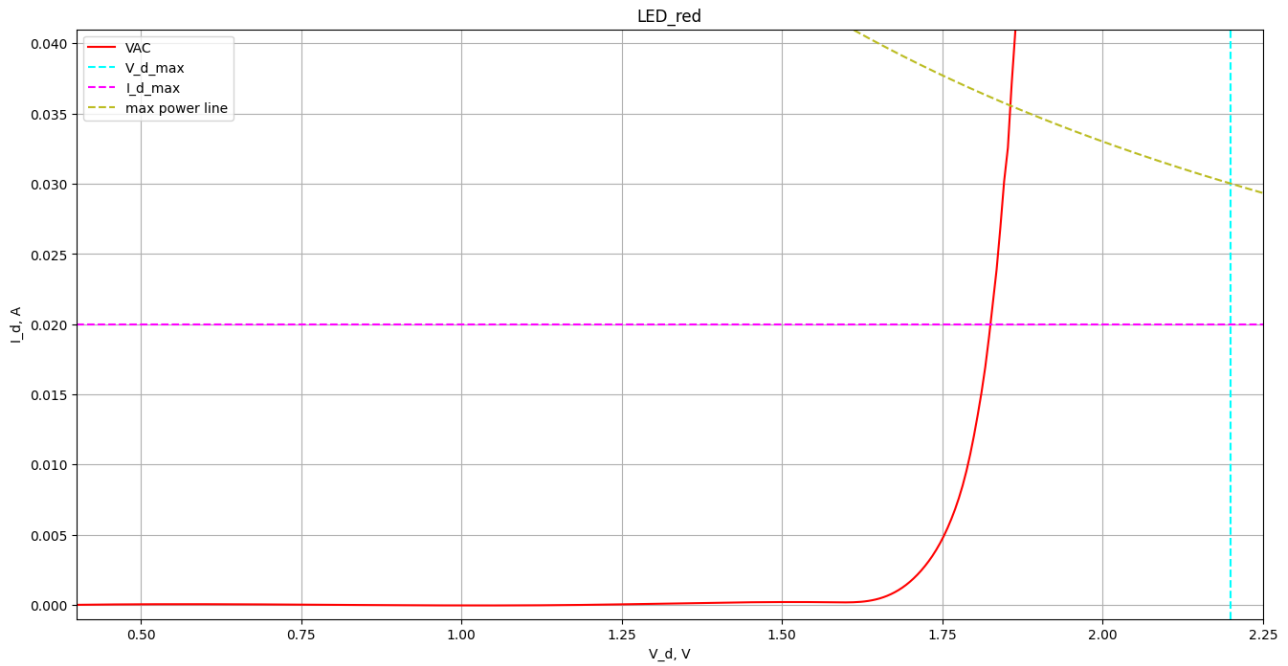


Рис. 17: Рабочая область светодиода.

Рассчитаем рабочий ток I_w и рабочее напряжение V_w на светодиоде. Пусть $E_{in} = 2.15 \text{ V}$, тогда по 2 закону Кирхгофа:

$$E_{in} = I_w R_{load} + V_w \Rightarrow I_w = \frac{E_{in} - V_w}{R_{load}},$$

построим данную прямую по двум точкам: первая - ($V_1 = 2.15 \text{ V}$, $I_1 = 0 \text{ A}$), для второй точки зададимся током, не превышающим $I_{d_{max}}$, например $I_2 = 0.015 \text{ A}$. Тогда для второй точки получаем:

$$V_2 = 0 \text{ V}, I_2 = \frac{E_{in}}{R_{load}} = 0.015 \Rightarrow R_{load} = 143,3 \text{ Ohm}.$$

Проведем на графике данную *нагрузочную прямую* по вычисленным 2-м точкам и отметим точку пересечения её с ВАХ - *рабочая точка*.

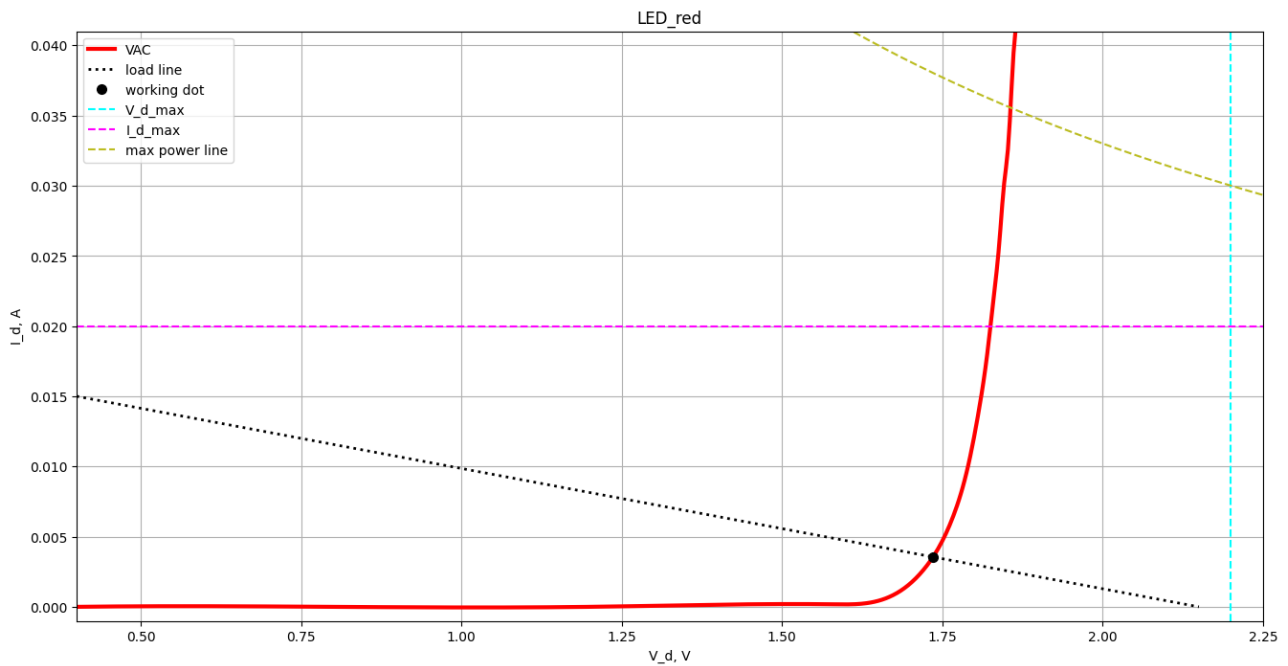


Рис. 18: Нагрузочная прямая с рабочей точкой.

Координаты рабочей точки: $V_w = 1.73490982 \text{ V}$, $I_w = 0.00351158 \text{ A}$.
Теперь вычислим сопротивление:

$$R_{load} = \frac{E_{in} - V_w}{I_w} = 118.2 \text{ Ohm}.$$

Выводы

В данной лабораторной работе исследовались диоды. Диод - двухэлектродный электронный компонент, обладающий различной электрической проводимостью в зависимости от полярности приложенного к диоду напряжения. Диоды обладают нелинейной несимметричной вольт-амперной характеристикой.

Соответственно в первых двух частях работы требовалось смоделировать прямой и обратный проход 4 видов диодов и построить их ВАХ. Данные ВАХ действительно нелинейны и несимметричны. Это происходит из-за того, что при приложении прямого напряжения (прямой проход) диод открыт (через диод течёт прямой ток, диод имеет малое сопротивление), а если к диоду приложено обратное напряжение (катод имеет положительный потенциал относительно анода), то диод закрыт (сопротивление диода велико, обратный ток мал, и может считаться равным нулю во многих практических случаях).

В последней части работы производился расчет каскада подключения светодиода (было найдено сопротивление ограничивающего резистора в цепи). Рабочая точка (определяющая режим работы прибора по постоянному току) была найдена как пересечение нагрузочной линии и ВАХ светодиода. Далее, исходя из 2 закона Кирхгофа было найдено значение сопротивления.