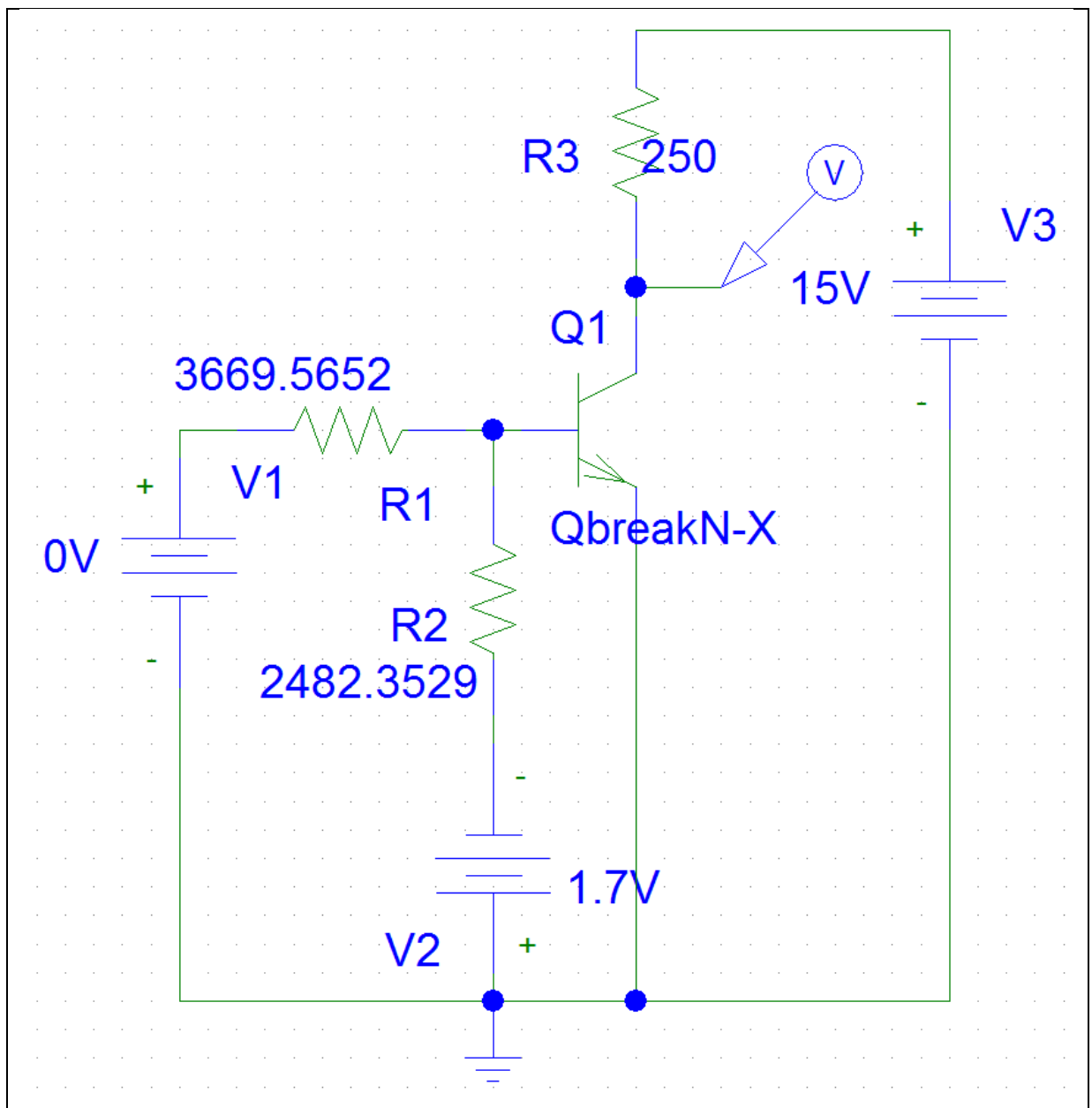


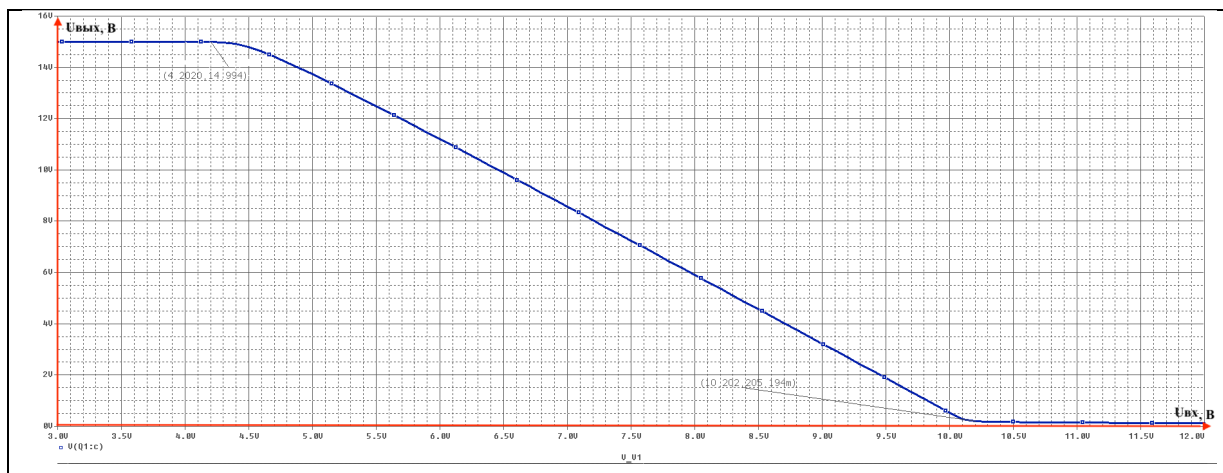
Лабораторная работа № 7 ДО

КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ТРАНЗИСТОРАХ**4. Рабочее задание**Электронный ключ на биполярном транзисторе

4.1. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему ключевого элемента на биполярном транзисторе (рис. 1).



4.2. Проверить работоспособность схемы, сняв передаточную характеристику схемы.



4.3. По передаточной характеристике определить порог включения схемы $U^0_{вх макс}$ и порог выключения схемы $U^1_{вх мин}$.

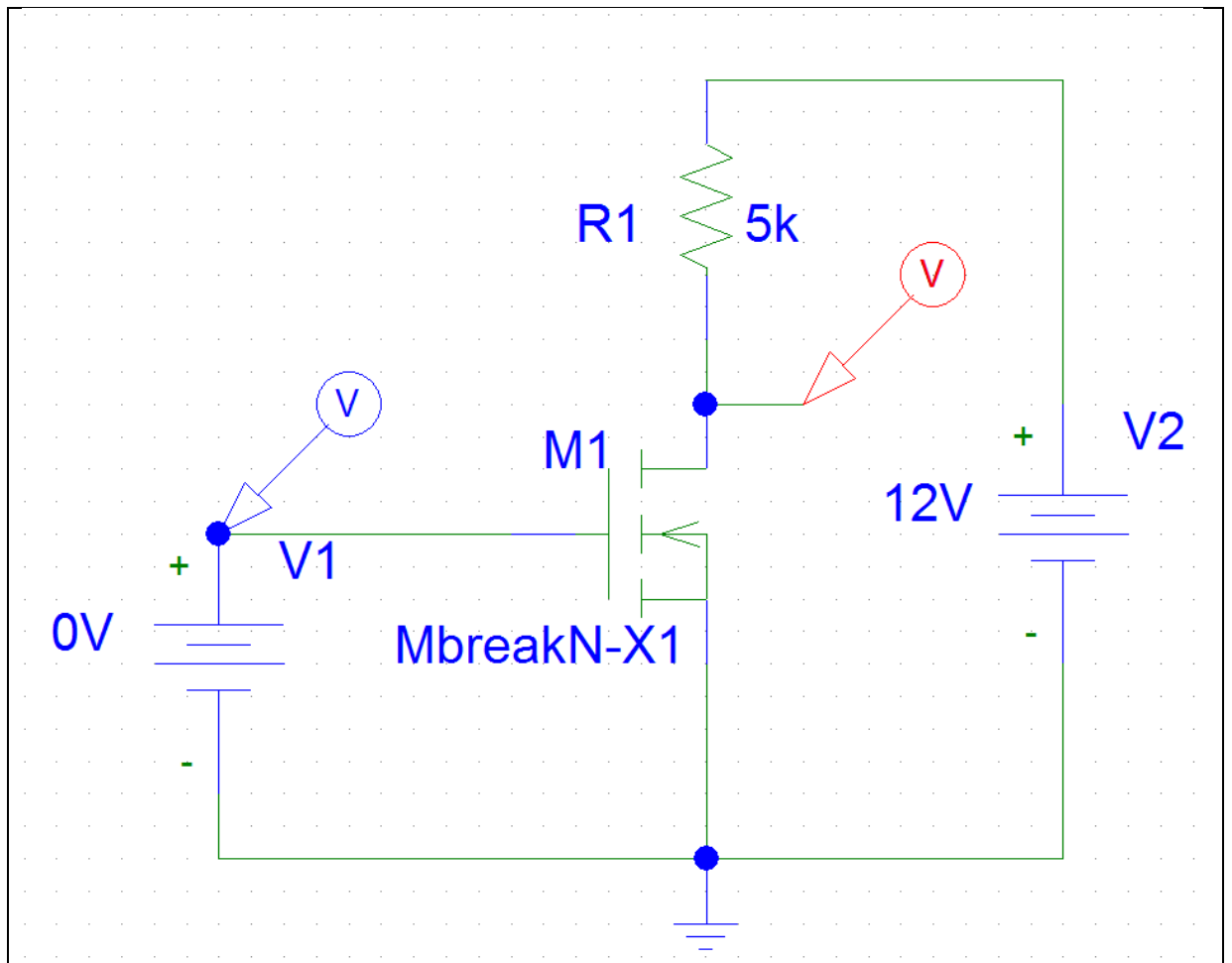
| Значение порога включения и выключения схемы | |
|--|--------|
| $U^0_{вх макс}, В$ | 4.202 |
| $U^1_{вх мин}, В$ | 10.202 |

4.4. Сравнить порог включения схемы $U^0_{вх макс}$ и порог выключения схемы $U^1_{вх мин}$ с заданием. Сделать и заполнить таблицу сравнения.

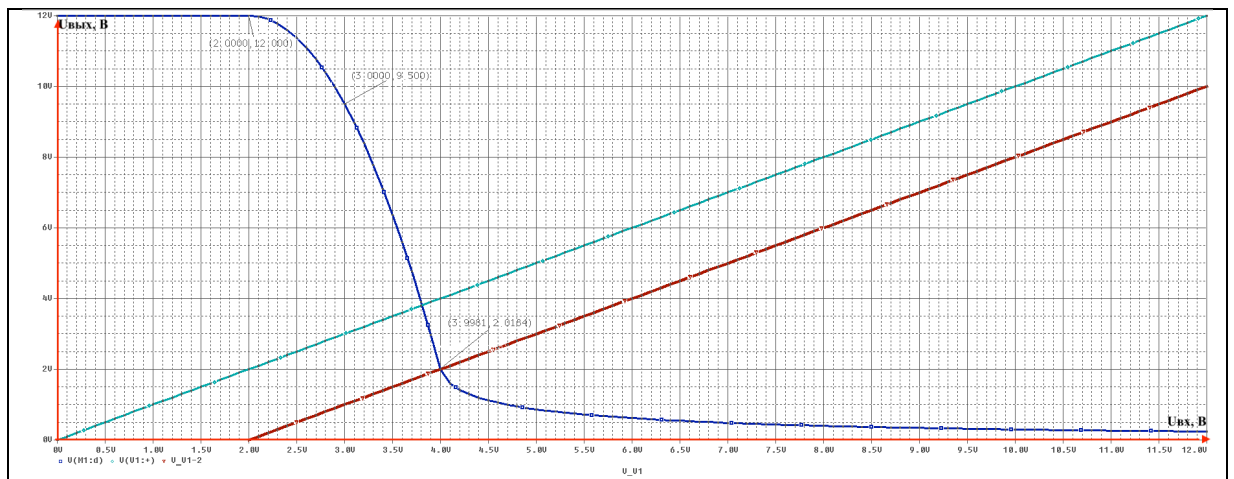
| Значение порога включения и выключения схемы | | |
|--|-------------|---------|
| | Эксперимент | Задание |
| $U^0_{вх макс}, В$ | 4.202 | 4 |
| $U^1_{вх мин}, В$ | 10.202 | 10 |

Исследование инвертора с резистивной нагрузкой

4.5. В операционной системе «Windows» под управлением программы «Schematics» собрать схему инвертора с резистивной нагрузкой (рис.2,а).



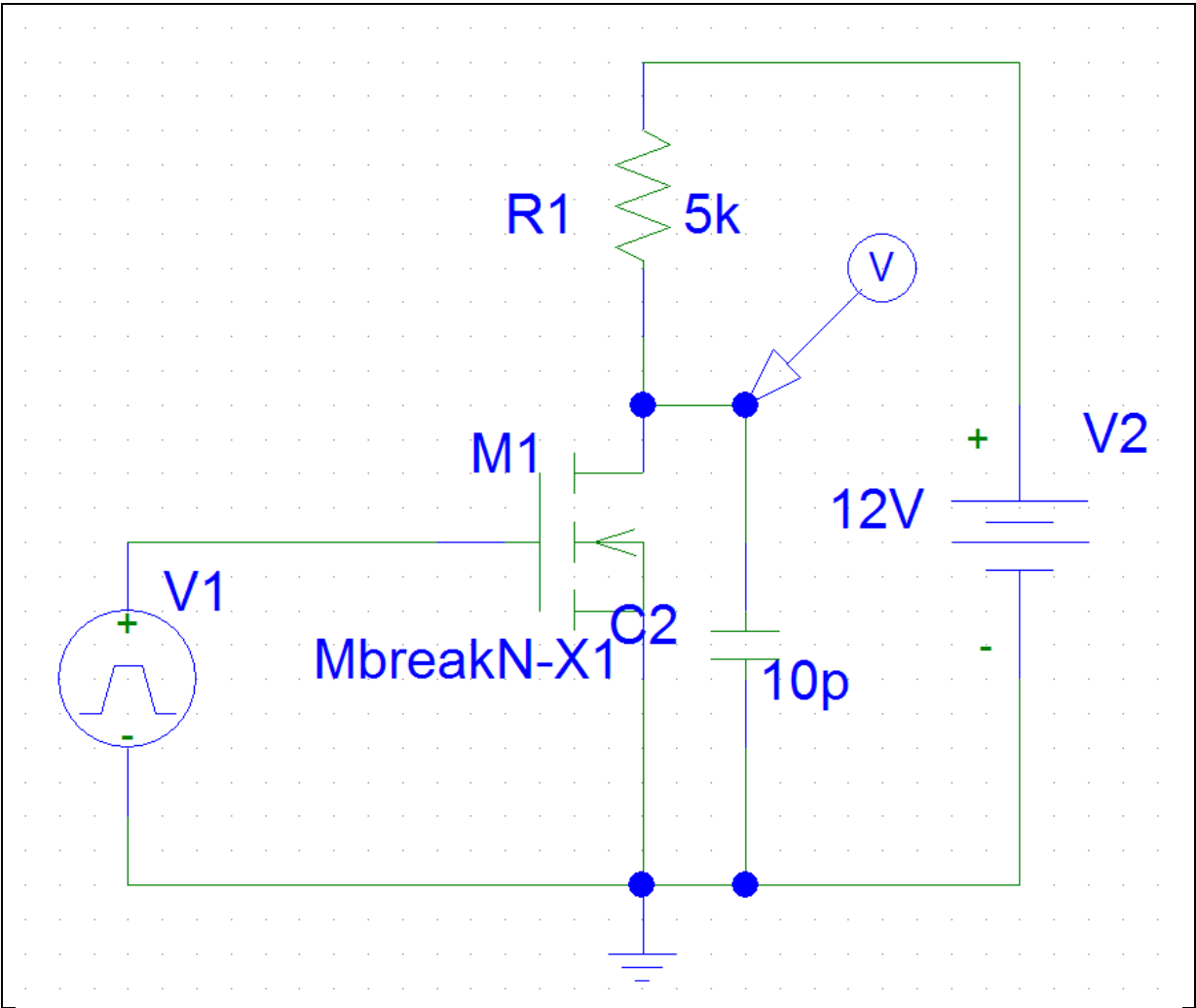
4.6. Проверить работоспособность схемы, сняв передаточную характеристику схемы.

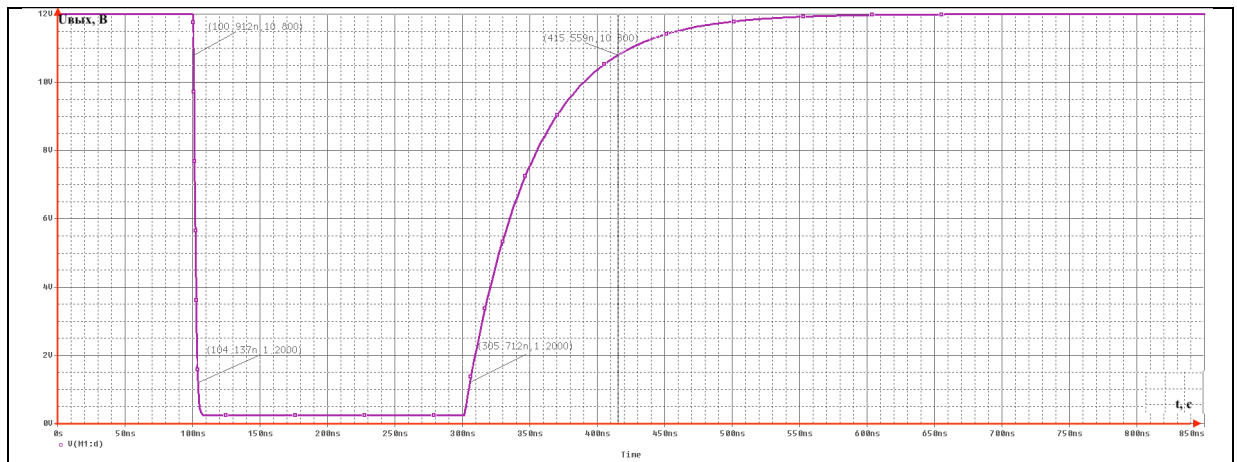


4.7. По передаточной характеристике определить порог включения схемы $U_{\text{вх макс}}^0$ и порог выключения схемы $U_{\text{вх мин}}^1$.

| Значение порога включения и выключения схемы | | |
|--|-------------|--------|
| $U_{\text{вх макс}}^0$, В | 2 | |
| $U_{\text{вх мин}}^1$, В | 3.9981 | |
| Сравнение выходного напряжение с расчётом | | |
| | Эксперимент | Расчёт |
| $U_{\text{вых}}$, В | 9.5 | 9.5 |

4.8. Исследовать переходные процессы.



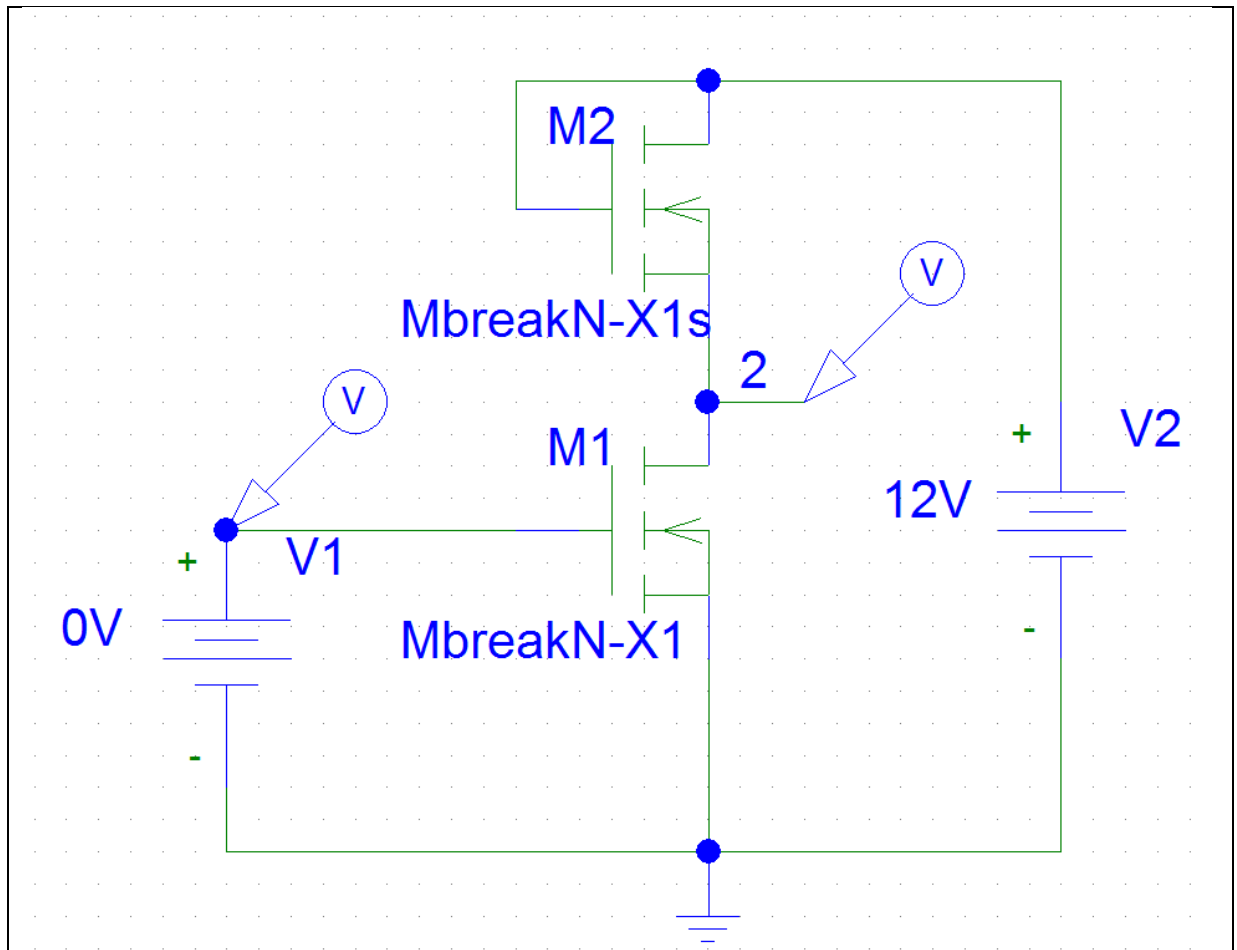


$$t_{\phi \text{ вкл}} = t_{\phi \text{ вкл } 1} - t_{\phi \text{ вкл } 2} = (104.137 - 100.912) \cdot 10^{-9} = 3.225 \text{ нс}$$

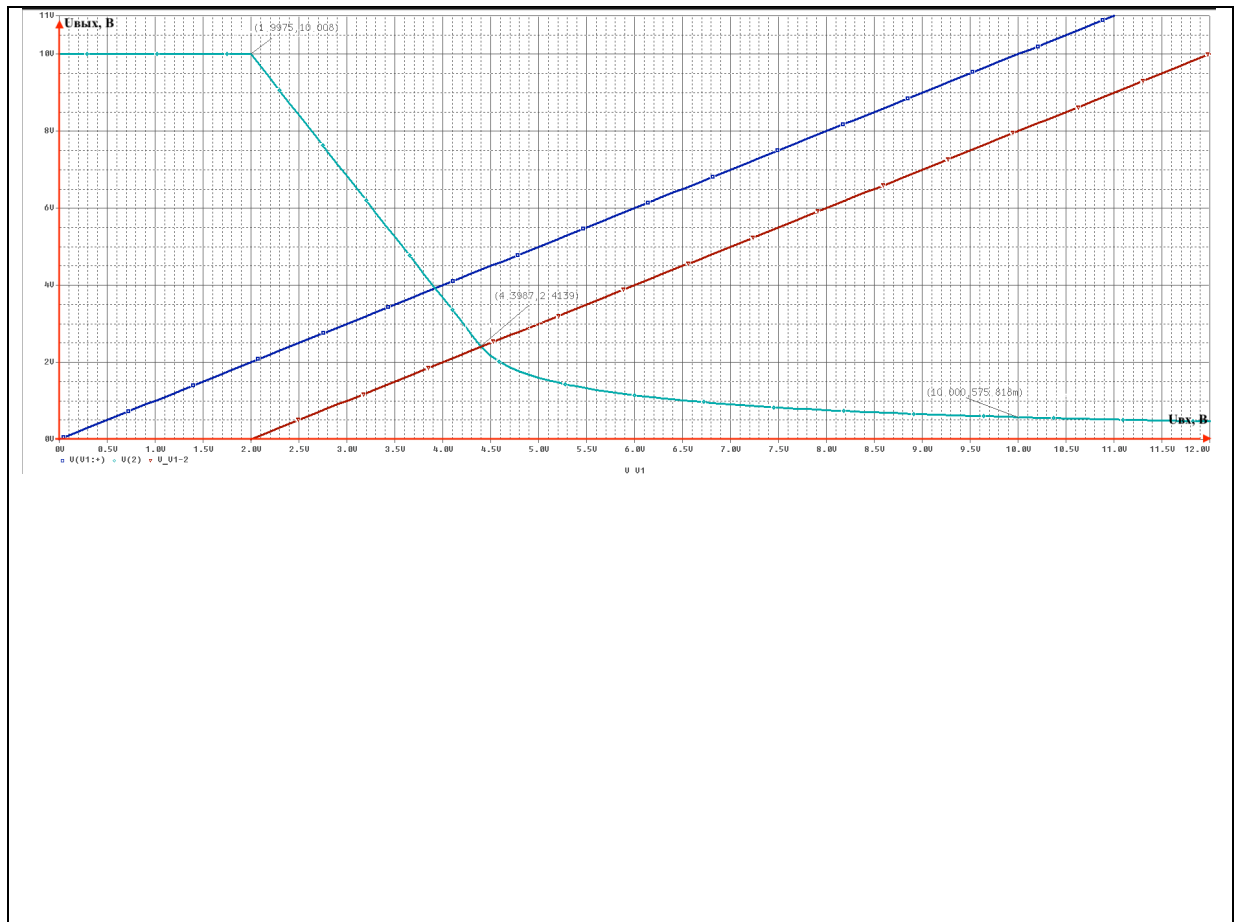
$$t_{\phi \text{ выкл}} = t_{\phi \text{ выкл } 1} - t_{\phi \text{ выкл } 2} = (415.559 - 305.712) \cdot 10^{-9} = 109.847 \text{ нс}$$

Исследование инвертора с нелинейной нагрузкой

4.9. Собрать схему инвертора на одноканальных полевых транзисторах (рис. 2,б). Параметры транзисторов установить в соответствии с подготовкой к работе.

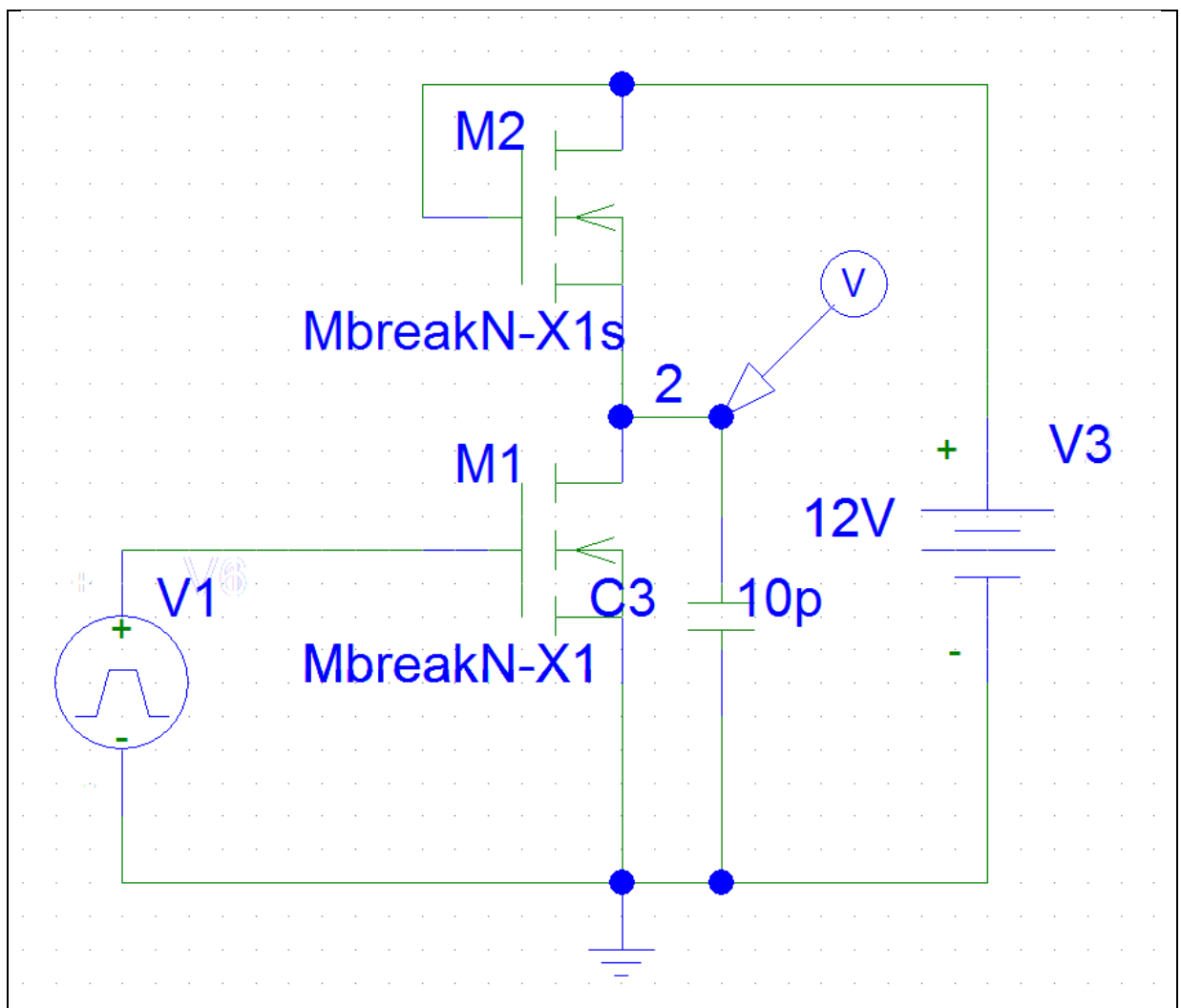


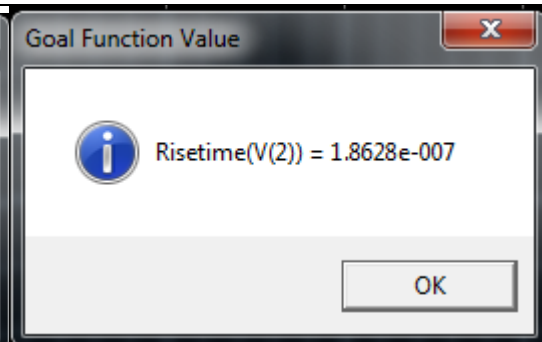
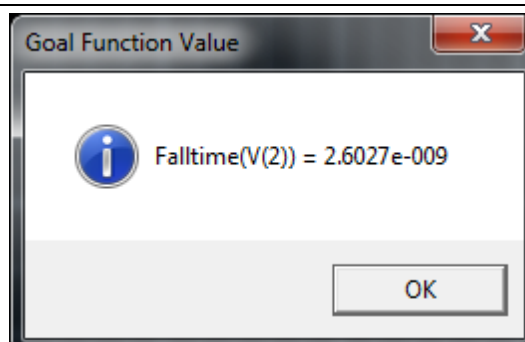
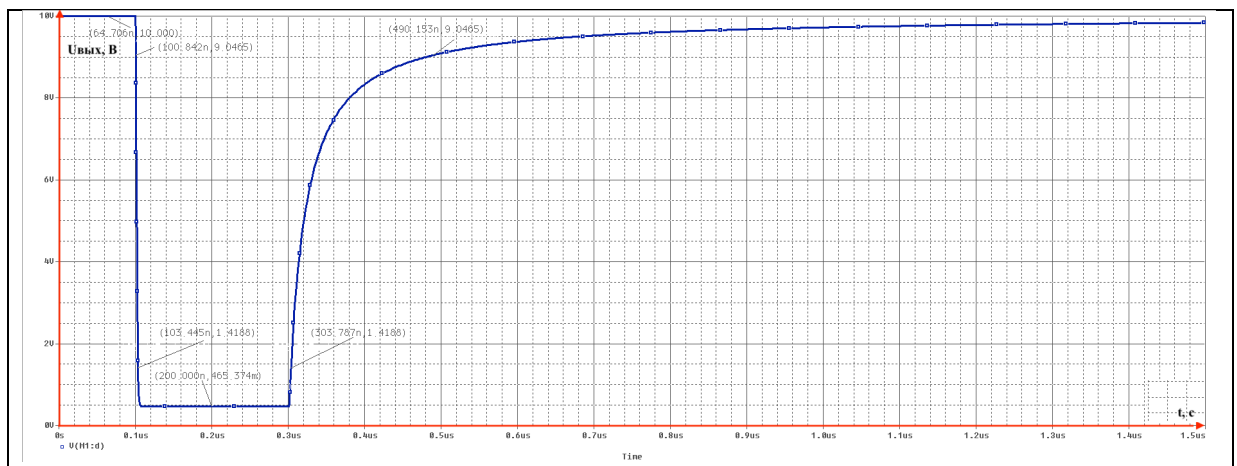
4.10. Получить график передаточной характеристики. По передаточной характеристике определить порог включения схемы $U_{\text{вх макс}}^0$ и порог выключения схемы $U_{\text{вх мин}}^1$.



| Значение порога включения и выключения схемы | | |
|--|-------------|----------|
| $U_{\text{ВХ МАКС}}^0$, В | 1.9975 | |
| $U_{\text{ВХ МИН}}^1$, В | 4.3987 | |
| Сравнение выходного напряжение с расчётом | | |
| | Эксперимент | Расчёт |
| $U_{\text{ВЫХ}}$, В | 0.575818 | 0.575818 |

4.11. Снять переходной процесс $u_{\text{ВЫХ}}(t)$ при $C_{\text{Н}}=10\text{пФ}$. Определить длительности фронтов выходного импульса при включении и выключении схемы (длительности определять по уровням 0.1 и 0.9 от U_m).



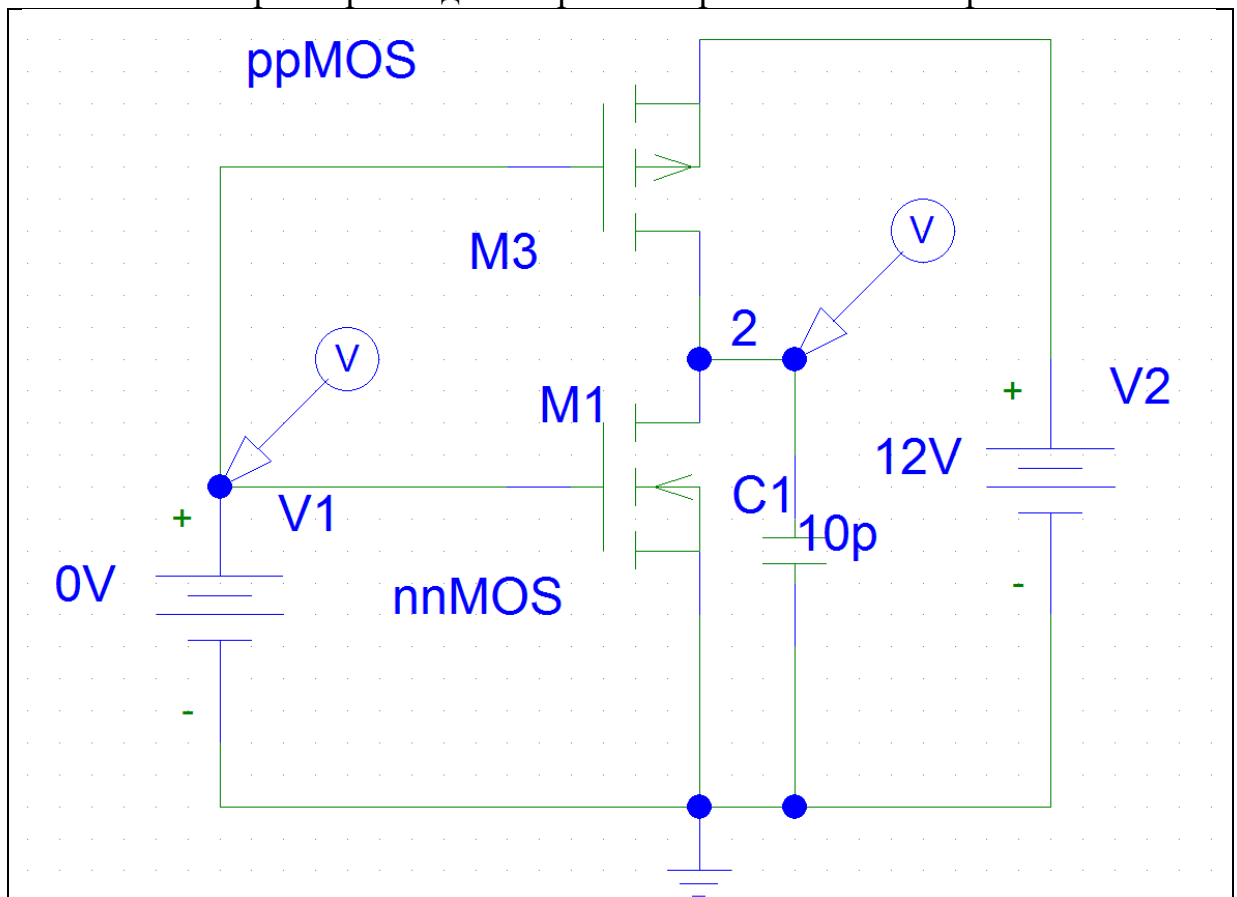


$$t_{\text{ф ВКЛ}} = 2.6029 \text{ нс}$$

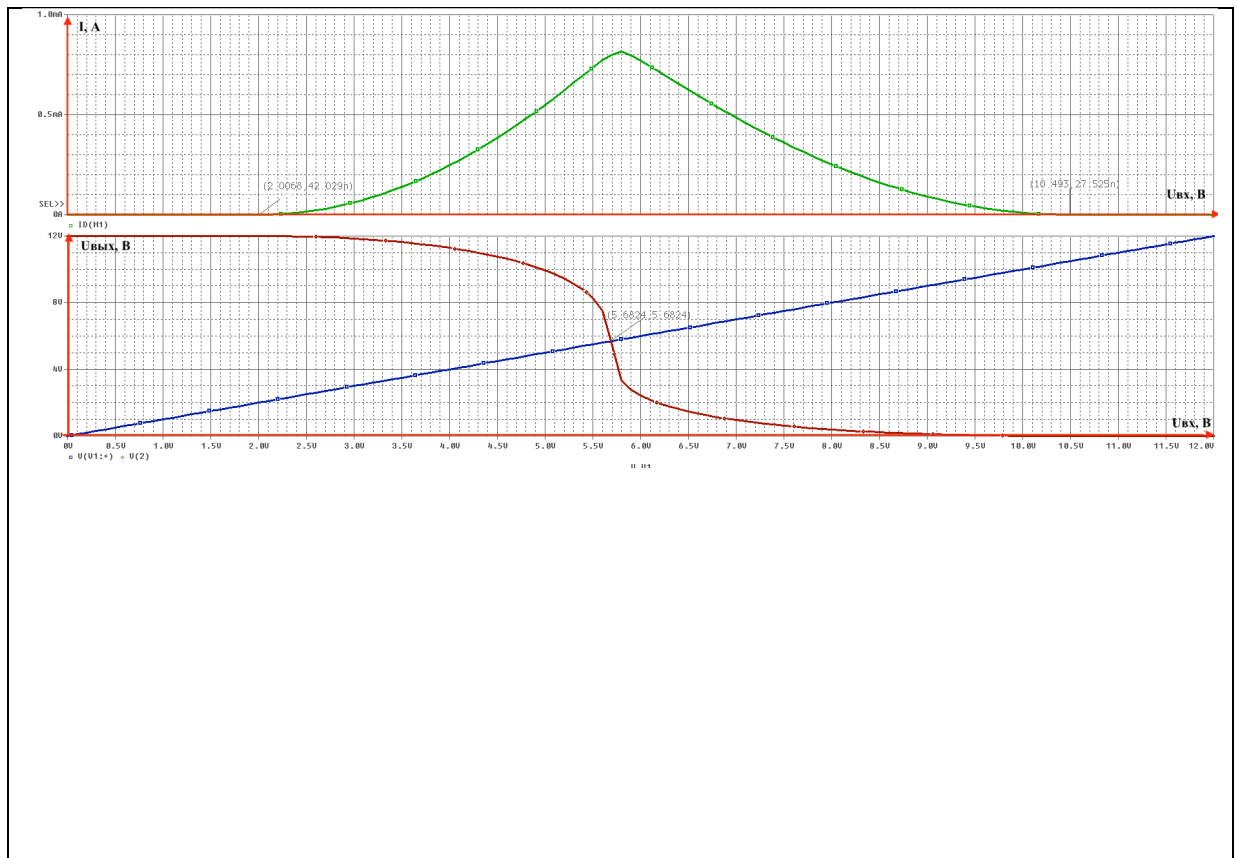
$$t_{\text{ф ВЫКЛ}} = 186.28 \text{ нс}$$

Исследование КМОП инвертора

- 4.12. Собрать схему инвертора на КМОП транзисторах (рис. 2,в).
Установить параметры моделей транзисторов из описания работы.

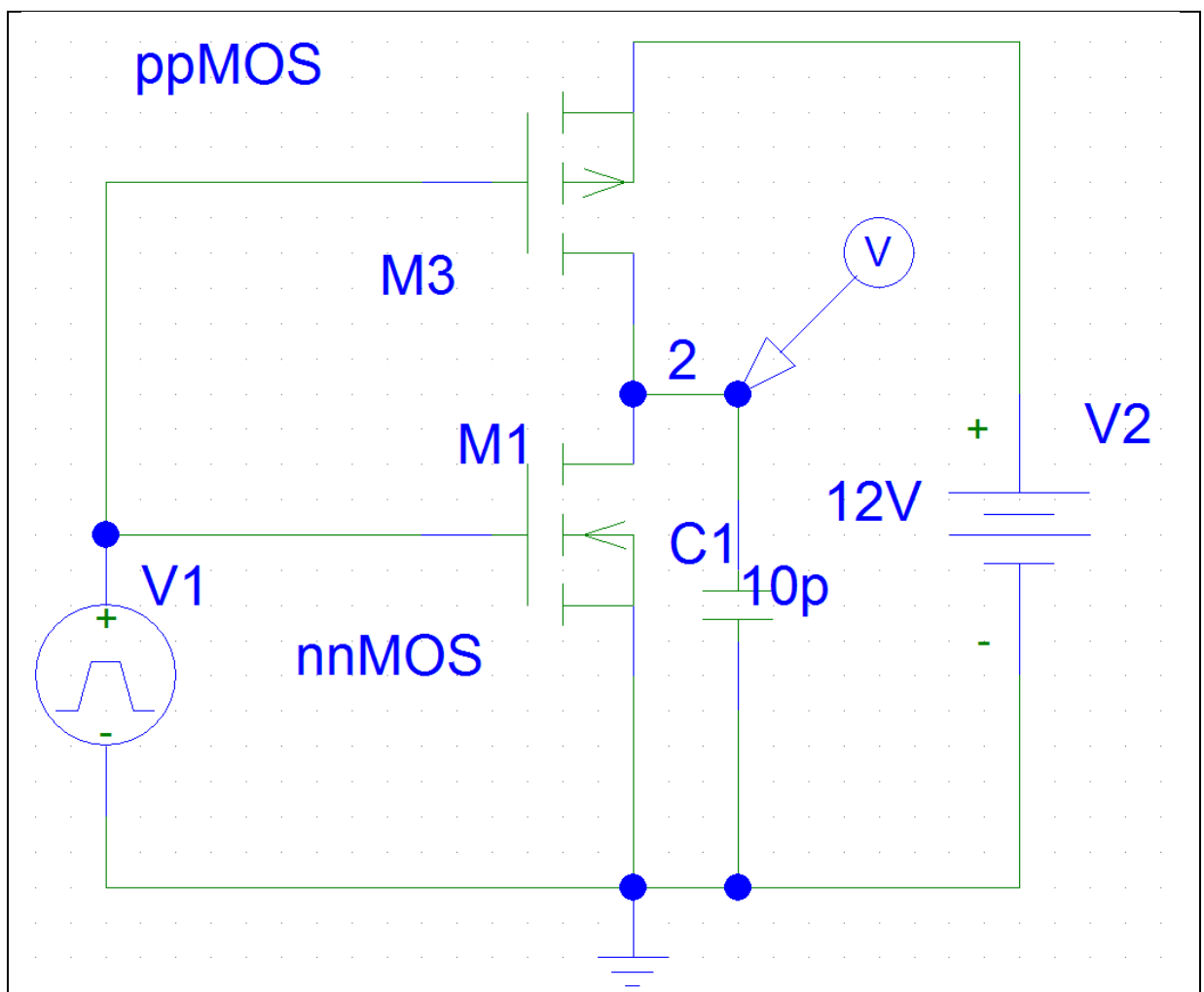


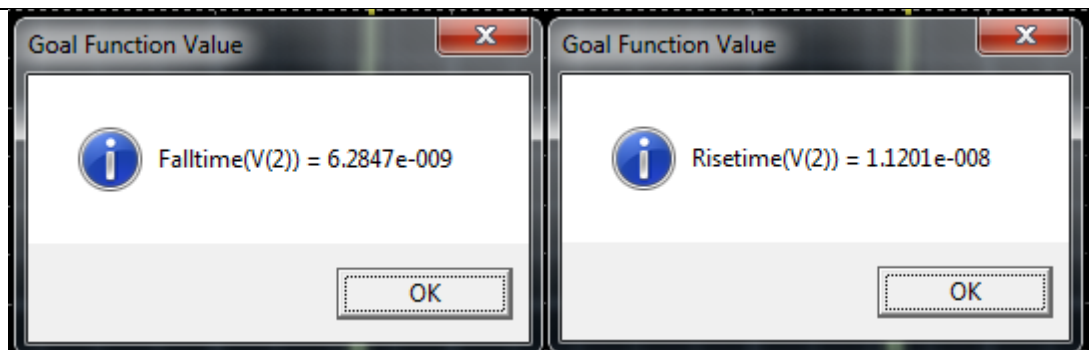
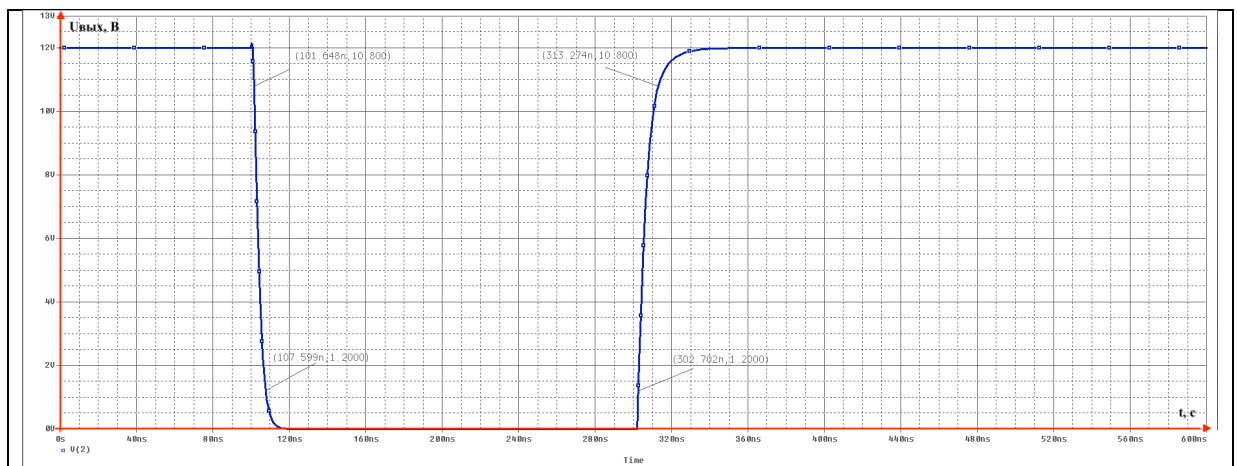
4.13. Получить совмещенные графики передаточной характеристики и характеристики тока потребления. По передаточной характеристике определить порог включения $U_{\text{вх макс}}^0$ и выключения $U_{\text{вх мин}}^1$ схемы. По линии равной передачи определить напряжение переключения инвертора $U_{\text{пер}}$.



| Значение порога включения и выключения схемы | | |
|--|-------------|--------|
| $U_{\text{вх макс}}^0$, В | 2.068 | |
| $U_{\text{вх мин}}^1$, В | 10.493 | |
| Сравнение входного напряжения переключения с теорией | | |
| | Эксперимент | Расчёт |
| $U_{\text{вх пер}}$, В | 5.6824 | 6 |

4.14. Снять переходной процесс $u_{\text{вых}}(t)$ при $C_H=10\text{пФ}$. Определить длительности фронтов выходного импульса при включении и выключении схемы (длительности определять по уровням 0.1 и 0.9 от U_m).





$$t_{\phi \text{ ВКЛ}} = 6.2847 \text{ нс}$$

$$t_{\phi \text{ ВЫКЛ}} = 11.201 \text{ нс}$$