



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физика»

Учебно-методическое пособие
к лабораторным работам
1 ЭКБ, 2 ЭКБ, 3ЭКБ, 4ЭКБ
по дисциплине

**«Основы проектирования
электронной компонентной
базы»**

Авторы
Осипенко И. А., Кудря А. П.,
Благин А. В., Попова И. Г.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Указания содержат краткое изложение основных сведений о статических характеристиках логических микросхем. В лабораторных работах исследуется амплитудная передаточная характеристика и статические характеристики различных типов микросхем в зависимости от различных эксплуатационных параметров.

Методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов профиля «Светотехника и источники света» при подготовке и проведении учебного лабораторного эксперимента.

Авторы

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»

Осипенко И.А.,

ст. преподаватель кафедры «Физика»

Кудря А.П.,

д.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика»

Благин А.В.,

ст. преподаватель кафедры «Физика»

Попова И.Г.



Оглавление

Введение	4
Лабораторная работа №1	9
ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ инвертирующих и неинвертирующих микросхем ТТЛ.....	9
Лабораторная работа №2	12
Исследование амплитудной переходной характеристики микросхем КМОП для различных напряжений.....	12
Лабораторная работа №3	14
Зависимость АМПЛИТУДНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТТЛ и КМОП микросхем от эксплуатационных параметров.	14
Лабораторная работа №4	18
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ СЕРИЙ	18
Приложение.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Свойства логических микросхем описываются системой основных параметров и характеристик, которые принято делить на статические и динамические. В статических характеристиках отсутствует время в качестве аргумента функции.

Статические входная характеристика $I_{вх}=f(U_{вх})$ - зависимость входного тока от входного напряжения и выходная $I_{вых}=f(U_{вых})$ – зависимость выходного тока от выходного напряжения характеристики в совокупности определяют нагрузочную способность логического элемента, режим его работы и способ согласования (режим работы) линий связи.

Способность элемента работать на определенное число входов других элементов без дополнительных устройств согласования характеризуется нагрузочной способностью. Чем выше нагрузочная способность, тем меньше число элементов может понадобиться при реализации цифрового устройства. Однако при повышении нагрузочной способности другие параметры микросхем ухудшаются: снижаются быстродействие и помехоустойчивость, возрастает потребляемая мощность. В связи с этим в составе различных серий микросхем есть так называемые буферные элементы с нагрузочной способностью в несколько раз большей, чем у основных элементов. Количественно нагрузочная способность оценивается коэффициентом разветвления по выходу.

Коэффициент разветвления по выходу $K_{РАЗ}$ - максимальное число единичных нагрузок, которые можно одновременно подключить к выходу микросхемы. Единичной нагрузкой является вход основного логического элемента данной серии. Для большинства ЛЭ серий ТТЛ $K_{РАЗ}$ составляет 10, а для микросхем серий КМОП - до 100.

Основной статической характеристикой является амплитудная передаточная характеристика $U_{вых} = f(U_{вх})$ - зависимость потенциала (напряжения) на выходе от потенциала (напряжения) на одном из входов при постоянных значениях потенциала на остальных входах, обеспечивающих заданное функционирование логического элемента

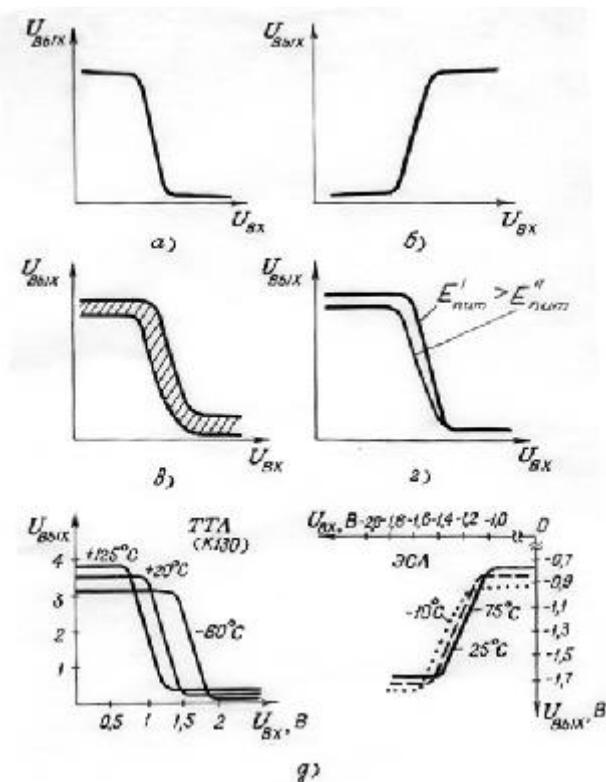


Рис.1 – Зависимость положения амплитудной передаточной характеристики от типа логического элемента, в) технологического разброса параметров, г) напряжения питания д) температуры

- 4 -

Вид характеристики зависит от типа логического элемента (ТТЛ, КМОП, ЭСЛ) и может изменяться в определенных пределах в зависимости от разброса параметров схем, изменений напряжения, питания, нагрузки, температуры окружающей среды. По типу передаточной характеристики, цифровые схемы делятся на инвертирующие, на выходе которых образуется инверсия входных логических сигналов (элементы НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и др.), и неинвертирующие, на выходе которых образуется неинверсный логический сигнал (элементы И, ИЛИ и др.). Типичная передаточная характеристика инвертирующего логического элемента показана на рис. 1,а, неинвертирующего на рис. 1,б. На

положение амплитудной передаточной характеристики, в значительной мере влияют технологический разброс параметров (рис.1,в), зависимость от напряжения питания (рис.1,г), зависимость (уход) от температуры (рис.1,д).

Рассмотрим типовую амплитудную передаточную характеристику (АПХ) инвертирующего ЛЭ (рис. 2). Так как цифровая схема должна обеспечить четкое разделение уровней логических 0 и 1, то передаточная характеристика имеет три, явно выраженных участка: I - соответствующий состоянию

низкого выходного уровня $U_{ВЫХ}^H = U_{ВЫХ}^0$; II - состояний высокого выходного уровня, III- промежуточному состоянию (зона неопределенности). Условимся для определенности считать высокий уровень логической 1, а низкий - логическим 0. Асимптотически верхний (т. В) и асимптотически нижний (т. А) уровни логических сигналов находятся как точки, пересечения передаточной характеристики (сплошная кривая 1) с ее зеркальным отображением (пунктирная кривая 2) относительно прямой единичного усиления $U_{ВЫХ} = U_{ВХ}$.

По АПХ определяются следующие статические параметры: входные и выходные напряжения логических 0 и 1: ($U_{ВЫХ}^0 = U_{ВХ}^0$, $U_{ВЫХ}^1 = U_{ВХ}^1$) входные и выходные токи логических 0 и 1 ($I_{ВЫХ}^0 = I_{ВХ}^0$, $I_{ВЫХ}^1 = I_{ВХ}^1$), пороговые напряжения логических 0 и 1 (низкого и высокого уровней): $U_{ПОР}^0$ и $U_{ПОР}^1$; логический перепад U_L ; статическая помехоустойчивость к отрицательной и к положительной помехе.

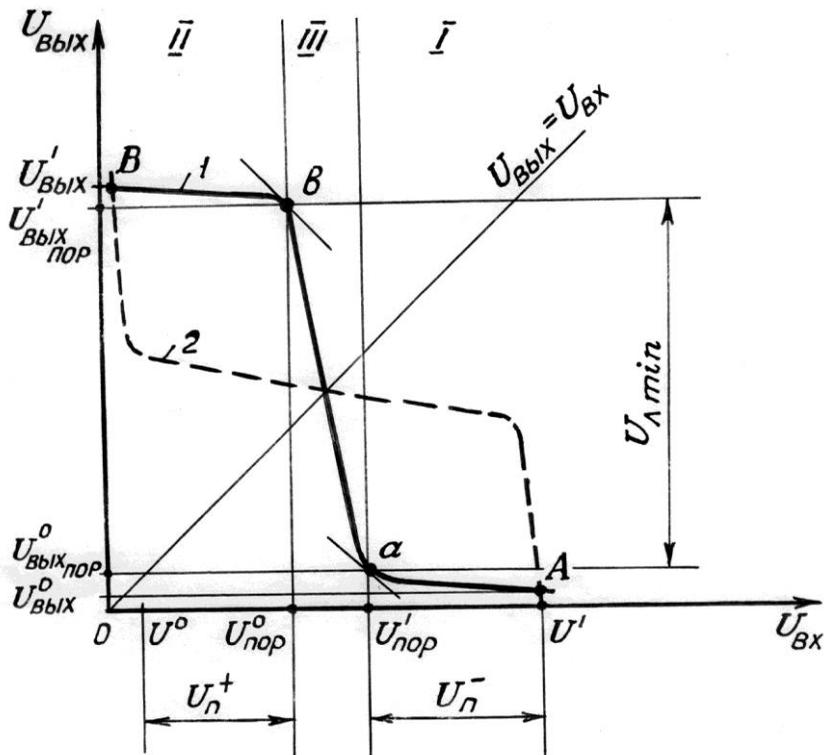


Рис. 2 – Типовая амплитудная передаточная характеристика инвертирующего логического элемента

Пороговые напряжения логических 0 и 1 соответствуют границам участков (пороговые точки т. *в* и т. *а*), в которых дифференциальный коэффициент усиления по напряжению $K_{и} = -1$ для инвертирующего ЛЭ, $K_{и} = 1$ - для неинвертирующего.

$$\left. \frac{dU_{\text{вых}}}{dU_{\text{вх}}} \right|_{U_{\text{вх}} = U_{\text{пор}}^0} = \left. \frac{dU_{\text{вых}}}{dU_{\text{вх}}} \right|_{U_{\text{вх}} = U_{\text{пор}}^1} = 1 \quad (1)$$

Логический перепад является разностью уровней единицы и нуля $U_{л} = U_{\text{ВЫХ}}^1 - U_{\text{ВЫХ}}^0$ (2)

На практике из-за влияния помех и разбросов параметров устанавливается минимальный логический перепад

$$U_{л \min} = U_{\text{ВЫХ ПОР}}^1 - U_{\text{ВЫХ ПОР}}^0 \quad (1.3)$$

ЛЭ должны обладать помехоустойчивостью, т.е. нечувствительностью к действию помех определенной величины,

Статическая помехоустойчивость - это максимально допустимая величина постоянного напряжения

Основы проектирования электронной компонентной базы

(помехи), которая при добавлении к полезному сигналу не нарушает работоспособности схемы.

Статическими помехами принято считать помехи, значение которых остается постоянным в течение времени превышающего длительность этапов переходного процесса ЛЭ. Различают помехоустойчивость к положительным помехам или помехоустойчивость, по уровню логического 0.

$$U^+_{\text{Л}} = U^{\rho}_{\text{ПОМ}} = U^{\rho}_{\text{ПОР}} - U^{\rho} \quad (1.4)$$

и помехоустойчивость к отрицательным помехам или помехоустойчивость по уровню логической 1

$$U^-_{\text{Л}} = U^{\rho}_{\text{ПОМ}} = U^{\rho} - U^{\rho}_{\text{ПОР}} \quad (1.5.)$$

Под действием положительной помехи входное напряжение логического нуля $U^{\rho}_{\text{ВХ}}$, может увеличиться больше

порогового $U^{\rho}_{\text{ПОР}}$, что приведет к ложному обрабатыванию элементов, подключенных к выходу ЛЭ. Отрицательная помеха, уменьшая входное напряжение логической единицы $U^{\rho}_{\text{ВХ}}$ меньше $U^{\rho}_{\text{ПОР}}$, также может привести к нарушению работы и сбоям цифрового устройства.

Таким образом, для повышения помехоустойчивости; надо увеличивать логический перепад $U_{\text{Л}}$ и уменьшать ширину зоны неопределенности III (рис.1.3). Однако увеличение логического перепада связано с ростом других параметров: напряжения питания схемы $U_{\text{ПЛ}}$ и потребляемой мощности. Отрицательная помеха не влияет на состояние ЛЭ, если на входе действует напряжение логического нуля $U^0_{\text{ВХ}}$, а положительная, если на входе - $U^1_{\text{ВХ}}$.

Данные параметры определяются в статическом режиме по построенной амплитудной характеристике.

Например, по графику (рисунок 3) амплитудной характеристики можно определить

Логические напряжения

$$U_{\text{0ВЫХ}} = U_{\text{0ВХ}} = 0,1 \text{ В};$$

$$U_{\text{1ВЫХ}} = U_{\text{1ВХ}} = 3,8 \text{ В}.$$

Логический перепад является разностью уровней единицы и нуля. Для ненагруженного логического элемента

$$U_{\text{Л}} = U_{\text{1ВЫХ}} - U_{\text{0ВЫХ}} = 3,7 \text{ В}.$$

Пороговые напряжения логического нуля и логической единицы

$$U_{\text{1ПОР}} = 0,8 \text{ В}$$

$$U_{\text{0ПОР}} = 1,6 \text{ В}.$$

Помехоустойчивость к положительным помехам

$$U^+ = U_{\text{пор}} - U_{0\text{вх}} = 0,7 \text{ В.}$$

Помехоустойчивость к отрицательным помехам

$$U^- = U_{1\text{вх}} - U_{1\text{пор}} = 2,2 \text{ В.}$$

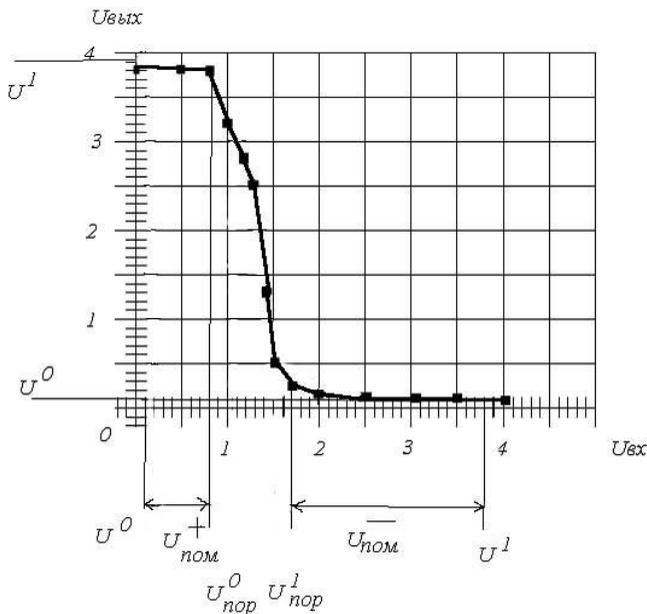


Рисунок 3 – Амплитудная передаточная характеристика инвертирующего логического элемента

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ инвертирующих и неинвертирующих микросхем ТТЛ.

Цель работы: 1) закрепить теоретические знания по физическим основам работы микросхем; 2) исследовать статические характеристики микросхем К155ЛА2, КМ155ЛИ1.

- 9 -

Оборудование: Стенд универсальный для измерений характеристик микросхем, блок питания, мультиметр.

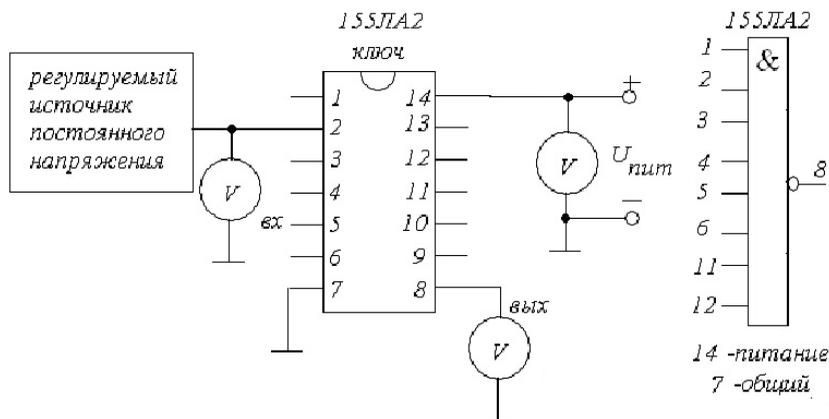


Рисунок 1 – Подключение микросхемы К155ЛА2 для определения амплитудной переходной характеристики

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Задание 1. Исследование инвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме ТТЛ К155ЛА2.

Для проведения исследований выбрана микросхема К155ЛА2. Выбор обусловлен тем, что в корпусе этой микросхемы расположен только один восьмивходовый логический элемент 8И-НЕ.

1.1. Входное напряжение подавать на один (любой) вход (например 2 на рис.1). Остальные входы оставлять свободными.

- 10 -

Для микросхем ТТЛ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

1.2. В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 1. При этом измерять напряжение на выходе, результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1. Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме К155ЛА2

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2	3	4
Выходное напряжение $U_{вых}, В$											

Основы проектирования электронной компонентной базы

1.3. По результатам таблицы 1 построить график зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$.

1.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{вых}=f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для этих микросхем.

Логические напряжения $U_{ВЫХ}^0 = U_{ВХ}^0 = \underline{\hspace{2cm}} В$;

$U_{ВЫХ}^1 = U_{ВХ}^1 = \underline{\hspace{2cm}} В$.

Логический перепад является разностью уровней единицы и нуля. Для ненагруженного логического элемента

$U_{Л} = U_{ВЫХ}^1 - U_{ВЫХ}^0 = \underline{\hspace{2cm}} В$.

Пороговые напряжения логического нуля и логической единицы

$U_{ПОР}^1 = \underline{\hspace{2cm}} В$

$U_{ПОР}^0 = \underline{\hspace{2cm}} В$.

Помехоустойчивость к положительным помехам $U_{П}^+ = \underline{\hspace{2cm}} В$.

Помехоустойчивость к отрицательным помехам $U_{П}^- = \underline{\hspace{2cm}} В$.

1.5. Полученные результаты занести в таблицу 2 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

Задание 2. Исследование неинвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме ТТЛ КМ155ЛИ1.

Микросхема КМ155ЛИ1 содержит 4 двухвходовых элемента И. Схема лабораторного опыта приведена на рис.2.

2.1. Входное напряжение подавать на один (любой) вход (например 1). Остальные входы оставлять свободными. Для микросхем ТТЛ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

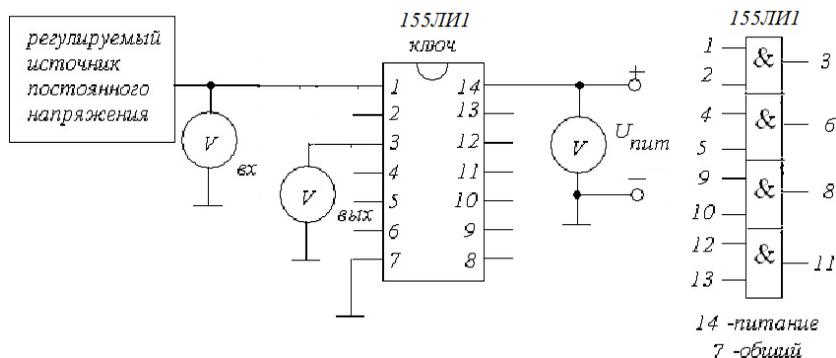


Рисунок 2 – Подключение микросхемы КМ155ЛИ1 для определения амплитудной переходной характеристики

2.2. В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение,

Основы проектирования электронной компонентной базы

указанное в таблице 3, и измерять напряжение на выходе. Результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме КМ155ЛИ1

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	1	1,1	1,2	2	2,1	2,2	2,3	2,4
Выходное напряжение $U_{вых}, В$											

2.3. По результатам таблицы 3 построить графики зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$.

2.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{вых}=f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для этих микросхем как и пункте 1.4.

2.5. Полученные результаты для микросхемы занести в табл. 2.

Контрольные вопросы

1. Какие статические характеристики микросхем существуют? Что такое статическая характеристика?
2. Что такое нагрузочная способность микросхемы?
3. Что такое коэффициент разветвления микросхемы по выходу?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Исследование амплитудной переходной характеристики микросхем КМОП для различных напряжений.

Цель работы: 1) закрепить теоретические знания по физическим основам работы микросхем; 2) исследовать статические характеристики микросхемы К561ЛА7 при напряжении питания 5 и 10 В.

Оборудование: Стенд универсальный для измерений характеристик микросхем, блок питания, мультиметр.

Задание 1. Исследование инвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме КМОП К561ЛА7 при напряжении питания $U_{пит}=5 В$.

Микросхема К561ЛА7 содержит 4 двухвходовых элемента И-НЕ. Схема лабораторного опыта приведена на рис.1.

Основы проектирования электронной компонентной базы

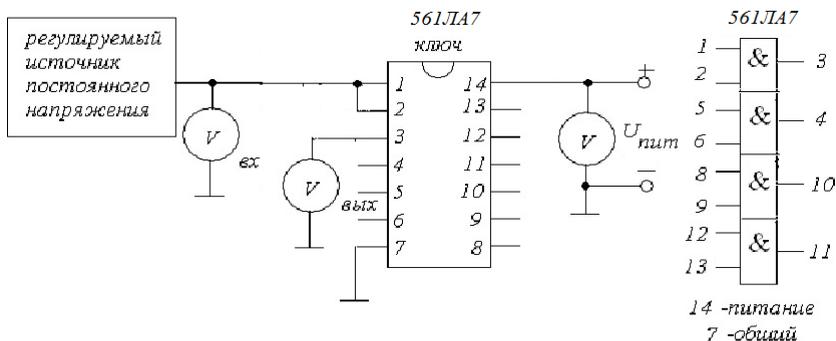


Рисунок 1. Подключение микросхемы К561ЛА7 для определения амплитудной переходной характеристики

1.1. Входное напряжение подавать на любых два входа (например 1 и 2). Остальные входы оставлять свободными.

1.2. В микросхеме КМОП напряжение питания установить $U_{пит} = 5V$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 1, и измерять напряжение на выходе. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме К561ЛА7

Входное напряжение $U_{вх}, V$	0	0,5	1	1,5	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6
Выходное напряжение $U_{вых}, V$											

1.3. По результатам таблицы 1 построить графики зависимости $U_{вых} = f(U_{вх})$.

1.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{вых} = f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для этих микросхем как в пункте 1.4 лабораторной работы №1

1.5. Полученные результаты занести в таблицу 2 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

Задание 2. Исследование инвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме КМОП К561ЛА7 при напряжении питания $U_{пит} = 10 V$.

Схема опыта на рисунке 1, но напряжение питания $U_{пит} = 10 V$.

1.1 Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 3, и измерять напряжение на выходе. Ре-

зультаты занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме К561ЛА7 при напряжении питания 10 В

Входное напряжение $U_{вх}, В$	1	2	3	3,5	4	4,2	4,3	4,4	4,5
Выходное напряжение $U_{вых}, В$									

1.3. По результатам таблицы 3 построить графики зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$.

1.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{вых}=f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для этих микросхем как и пункте 1.4 лабораторной работы №1

1.5. Полученные результаты для микросхемы занести в таблицу 2 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

Контрольные вопросы

1. Как по графику амплитудной передаточной характеристики определить: входные и выходные напряжения логических 0 и 1, логический перепад, пороговые напряжения логического нуля и логической единицы, помехоустойчивость к положительным помехам, помехоустойчивость к отрицательным помехам?

2. Какова зависимость амплитудной передаточной характеристики от напряжения питания микросхемы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Зависимость АМПЛИТУДНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТТЛ и КМОП микросхем от эксплуатационных параметров.

Цель работы: 1) закрепить теоретические знания по физическим основам работы микросхем; 2) исследовать статические характеристики микросхем К155ЛА2, КМ155ЛИ1, К561ЛА7 в зависимости от температуры окружающей среды.

Оборудование: Стенд универсальный для измерений характеристик микросхем, блок питания, мультиметр.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание 1. Исследование инвертирующей амплитудной

переходной характеристики в микросхеме ТТЛ К155ЛА2 при различной температуре окружающей среды.

1.1. Подключение микросхемы ТТЛ К155ЛА2 для исследования инвертирующей амплитудной переходной характеристики при различной температуре окружающей среды будет такое же, как в лабораторной работе №1 (см. рис. 1). Входное напряжение подавать на любой вход (например 2). Для микросхем ТТЛ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

1.2. В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. При комнатной температуре подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 1, и измерять напряжения на выходе. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме К155ЛА2

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	0,7	0,8	1,4	1,5	2	3	4
Выходное напряжение $U_{вых}, В$ при $t=27\text{ }^{\circ}C$										
Выходное напряжение $U_{вых}, В$ при $t=50\text{ }^{\circ}C$										
Выходное напряжение $U_{вых}, В$ при $t=70\text{ }^{\circ}C$										

1.3 Используя лампу накаливания нагреть микросхему до температуры $t=50\text{ }^{\circ}C$ и провести измерения выходного напряжения аналогично пункту 1.2.

1.4 Используя лампу накаливания нагреть микросхему до температуры $t=70\text{ }^{\circ}C$ и провести измерения выходного напряжения аналогично пункту 1.2.

1.5. По результатам таблицы 1 построить графики зависи-

Основы проектирования электронной компонентной базы

мости $U_{вых}=f(U_{вх})$ при различной температуре ($t=27\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

1.6. По графикам амплитудной передаточной характеристики $U_{вых}=f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для микросхемы К155ЛА2 при различной температуре. Логические напряжения $U^{0}_{вых} = U^{0}_{вх} = ___ \text{ В}$; $U^{1}_{вых} = U^{1}_{вх} = ___ \text{ В}$.

Логический перепад является разностью уровней единицы и нуля Для ненагруженного логического элемента

$$U_{л} = U^{1}_{вых} - U^{0}_{вых} = ___ \text{ В.}$$

Пороговые напряжения логического нуля и логической единицы

$$U^{0}_{пор} = ___ \text{ В}; \quad U^{1}_{пор} = ___ \text{ В.}$$

Помехоустойчивость к положительным помехам $U^{+}_{п} = ___ \text{ В}$.

Помехоустойчивость к отрицательным помехам $U^{-}_{п} = ___ \text{ В}$.

1.7. Полученные результаты занести в таблицу 2 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

1.8 Сравнить полученные результаты. Сделать выводы.

Задание 2. Исследование неинвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме ТТЛ КМ155ЛИ1 при различной температуре окружающей среды.

2.1. Подключение микросхемы ТТЛ КМ155ЛИ1 для исследования неинвертирующей амплитудной переходной характеристики при различной температуре окружающей среды будет такое же, как в лабораторной работе №1 (см. рис. 2). Входное напряжение подавать на любой вход (например 1). Для микросхем ТТЛ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

2.2. В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5\text{ В}$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 3, и измерять напряжение на выходе. результаты занести в таблицу 3.

- 19-

Таблица 3 – Зависимость $U_{вых}$ от $U_{вх}$ в микросхеме КМ155ЛИ1

Входное напряжение $U_{вх}, \text{ В}$	0	0,5	1	1,1	...	2	2,1	2,3	2,4
Выходное напряжение $U_{вых}, \text{ В}$, $t=27\text{ }^{\circ}\text{C}$									

Основы проектирования электронной компонентной базы

Выходное напряжение U _{вых} , В, t=50 °С									
Выходное напряжение U _{вых} , В t=70 °С									

2.3. По результатам таблицы 3 построить графики зависимости $U_{\text{вых}}=f(U_{\text{вх}})$.

2.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{\text{вых}}=f(U_{\text{вх}})$, определить статические параметры логического элемента для микросхемы КМ155ЛИ1 при различной температуре согласно пункту 1.6.

2.5. Полученные результаты занести в таблицу 4 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

2.6 Сравнить полученные результаты. Сделать выводы.

Задание 3. *Исследование инвертирующей амплитудной переходной характеристики в микросхеме КМОП К561ЛА7 при различной температуре окружающей среды..*

3.1 Подключение микросхемы ТТЛ К561ЛА7 для исследования инвертирующей амплитудной переходной характеристики при различной температуре окружающей среды будет такое же, как в лабораторной работе №2 (см. рис. 1). Входное напряжение подавать на любые два входа (например 1 и 2). Остальные входы оставлять свободными.

3.2. В микросхеме КМОП напряжение питания установить $U_{\text{пит}}=5\text{В}$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 5, и измерять напряжение на выходе. Результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Зависимость $U_{\text{вых}}$ от $U_{\text{вх}}$ в микросхеме К561ЛА7

Входное напряжение $U_{\text{вх}}$, В	0	0,5	1	1,5	1,6	...	2,3	2,4	2,5
Выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, В, t=27 °С									

Выходное напряжение $U_{вых}, В,$ $t=60\text{ }^{\circ}C$								
Выходное напряжение $U_{вых}, В,$ $t=85\text{ }^{\circ}C$								

3.3. По результатам таблицы 5 построить графики зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$.

3.4. По графику амплитудной передаточной характеристики $U_{вых}=f(U_{вх})$, определить статические параметры логического элемента для этих микросхем как и пункте 1.6 лабораторной работы №3.

3.5. Полученные результаты занести в таблицу 6 статических параметров логических элементов микросхем (вид таблицы в Приложении).

3.6 Сравнить полученные результаты. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое амплитудная передаточная характеристика?
2. Нарисовать графики амплитудной передаточной характеристики для инвертирующих и неинвертирующих логических элементов. Какие логические элементы относятся к инвертирующим, а какие к неинвертирующим?
3. Какова зависимость амплитудной передаточной характеристики от температуры окружающей среды для ТТЛ и КМОП микросхем?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ СЕРИЙ

Цель работы: 1) закрепить теоретические знания по физическим основам работы логических элементов; 2) приобрести практические навыки экспериментального исследования потребляемой мощности логических элементов различных серий.

Оборудование: Стенд универсальный для измерений характеристик микросхем, блок питания, мультиметры.

Задание 1. Исследование потребления потребляемой мощности

при переключении логических элементов в микросхеме ТТЛ К155ЛА2.

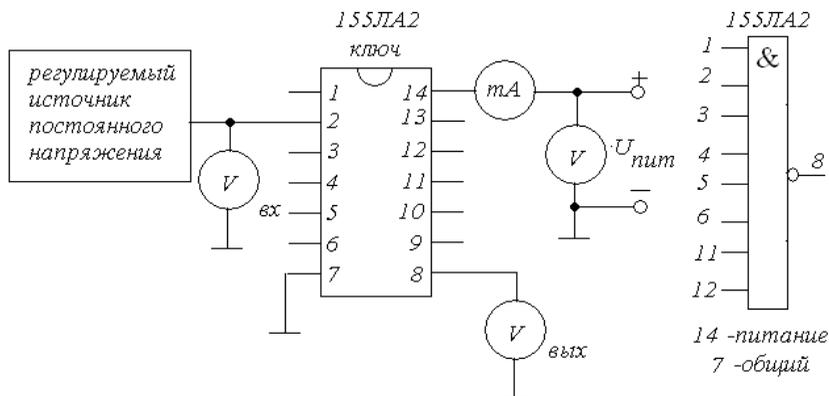


Рисунок 1. Подключение микросхемы К155ЛА2 для измерения потребляемого тока

Для проведения исследований выбрана микросхема К155ЛА2. Выбор обусловлен тем, что в корпусе этой микросхемы расположен только один логический элемент 8И-НЕ. Тогда миллиамперметр показывает величину потребляемого тока логическим элементом, расположенным в корпусе микросхемы.

1.1 Входное напряжение подавать на любой вход. Для микросхем ТТЛ, ТТЛШ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

1.2 В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 1, и измерять напряжение и ток на выходе. Рассчитать потребляемую мощность по формуле $P_{потр} = I_{потр} \cdot U_{пит}$. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1. Потребляемый ток и мощность микросхемой К155ЛА2

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	1	1,0 5	1,1	1,1 5	...	1,5	2	3	4
Выходное напряжение $U_{вых}, В$											
Потребляемый ток $I_{потр}, мА$											

Потребляемая мощность Рпотр, мВт												
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

По результатам таблицы 1 построить графики зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$, $I_{потр}=f(U_{вх})$, $R_{потр} = f(U_{вх})$ для микросхемы К155ЛА2

Задание 2. Исследование потребляемой мощности при переключении логических элементов в микросхеме ТТЛШ К555ЛА2.

Для проведения исследований выбрана микросхема К555ЛА2. Выбор обусловлен тем, что в корпусе этой микросхемы расположен только один логический элемент 8И-НЕ (восьмивходовый логический элемент И-НЕ), тогда миллиамперметр показывает величину потребляемого тока логическим элементом, расположенным в корпусе микросхемы. Соответственно подключение микросхемы ТТЛШ К555ЛА2 для исследования потребляемой мощности при переключении логических элементов в микросхеме будет такое же, как на рисунке 1.

1.1 Входное напряжение подавать на один (любой) вход. Остальные входы оставлять свободными. Для микросхем ТТЛ, ТТЛШ свободный вход означает подаче на него логической 1, что соответствует логике работы микросхем И-НЕ.

1.2 В микросхеме ТТЛ напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. Подавать на вход микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 2, и измерять напряжение и ток на выходе. Рассчитать потребляемую мощность по формуле $R_{потр} = I_{потр} \cdot U_{пит}$. Результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2. Потребляемый ток и мощность микросхемой К555ЛА2

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	1	1,05	1,1	1,15	...	1,45	1,5	2	3	4
Выходное напряжение $U_{вых}, В$												
Потребляемый ток $I_{потр}, мА$												
Потребляемая мощность $R_{потр}, мВт$												

1.3 По результатам таблицы 2 построить графики зависимо-

Основы проектирования электронной компонентной базы

сти $U_{вых}=f(U_{вх})$, $I_{потр}=f(U_{вх})$, $P_{потр} = f(U_{вх})$ для микросхемы К555ЛА2

Задание 3. Исследование потребляемой мощности при переключении логических элементов в микросхеме КМОП К561ЛА7.

Микросхема К561ЛА7 содержит 4 двухвходовых элемента И-НЕ. Соответственно схема лабораторного опыта будет иметь следующий вид.

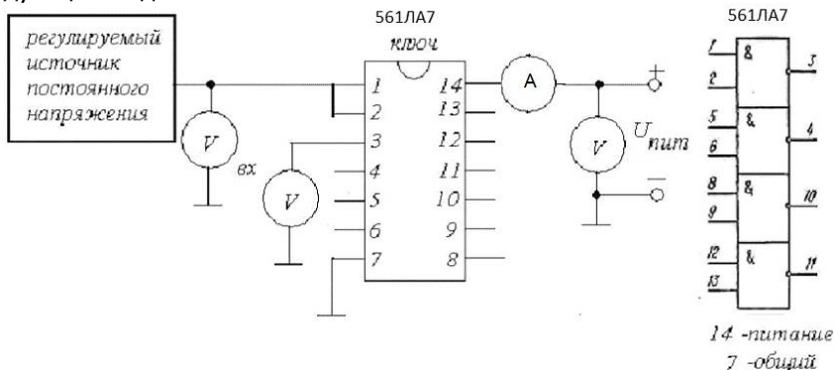


Рисунок 2 – Подключение микросхемы К561ЛА7 для измерения потребляемого тока

Для проведения исследований выбрана микросхема К561ЛА7. Выбор обусловлен тем, что в корпусе этой микросхемы расположены 4 логических элемента И-НЕ. Миллиамперметр показывает величину потребляемого тока логическим элементом, расположенным в корпусе микросхемы. Микросхемы КМОП в статическом состоянии практически не потребляют ток. Поэтому остальные элементы не будут вносить погрешностей в измерение потребляемого тока только одного логического элемента.

1.1 Входное напряжение подавать на входы любого из четырёх логических элементов. Остальные логические элементы оставлять свободными.

1.2 В микросхеме КМОП напряжение питания установить $U_{пит}=5В$. Подавать на входы микросхемы входное напряжение, указанное в таблице 3. При этом измерять напряжение и ток на выходе, результаты занести в таблицу 3.

Рассчитать потребляемую мощность по формуле $P_{потр} = I_{потр} * U_{пит}$.

Таблица 3 – Потребляемый ток и мощность микросхемой К561ЛА7

Входное напряжение $U_{вх}, В$	0	0,5	1	1,5	1,9	1,95	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6
--------------------------------	---	-----	---	-----	-----	------	---	-----	-----	-----	-----	-----

Выходное напряжение U _{вых} , В											
Потребляемый ток I _{потр} , мА											
Потребляемая мощность P _{потр} , мВт											

По результатам таблицы 3 построить графики зависимости $U_{вых}=f(U_{вх})$, $I_{потр}=f(U_{вх})$, $P_{потр} = f(U_{вх})$ для микросхемы К561ЛА7. Сделать выводы

1. О различных значениях потребляемой мощности микросхем ТТЛ, ТТЛШ различных серий.
2. О различном характере потребляемой мощности микросхем ТТЛ, ТТЛШ и микросхем КМОП.

Контрольные вопросы

1. В чём отличие между собой микросхем ТТЛ, ТТЛШ и КМОП? Их преимущества и недостатки.
2. Как отличаются зависимости потребляемой мощности от входного напряжения для различных микросхем?
3. Какие статические характеристики микросхем существуют? Что такое статическая характеристика?

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Таблица статических параметров логических элементов исследуемых микросхем

Основы проектирования электронной компонентной базы

Микроэлектроника	Логические напряжения		Логический перепад	Пороговые напряжения		Помехоустойчивость	
	$U_{ВЛХ}^0$	$U_{ВЛХ}^1$		$U_{ПОР}^1$	$U_{ПОР}^0$	к положительным помехам	к отрицательным помехам