Задание. Конденсатор с **утечкой**

# 11 класс

Оборудование: «серый ящик», мультиметр, секундомер.

Схема «cepoгo ящика» приведена на рисунке.

Резистор Л, последовательно соединённый с

«полупробитым» конденсатором ёмкостью С и сопротивлением утечк» .

Задание:

'-- - - - - - - - - - - - - - -

* *C с '*

А В

i

Определить значения Л, Л и *С* элементов cepoгo ящика. Оцените погрешность полученных значений.

Указание 1: в мультиметре имеется встроенная батарейка с фиксированной ЭДС. В режиме омметра прибор измеряет падение напряжениЯ *Ux* на неизвестном резисторе Л, и на дисплее отображает значение Ях *Ux.* Все измерения омметром рекомендуется проводить в одном диапазоне «2M» (два мегаОма).

Указание 2: внугреннее сопротивление мультиметра в режиме амперметра много меньше сопротивлений Л и , а в режиме вольтметра — может быть сравнимо по порядку величины с сопротивлением утечки.

# Рекомендации организаторам

Содержимое серого «ящика» не должно быть видно участникам тура. Номиналы элементов следует закрасить или стереть. Резисторы с конденсатором можно поместить в пластмассовую коробку (например, мыльницу или, в крайнем случае, коробок из-под спичек, который нужно тщательно заклеить со всех сторон). Желательно, на коробке разместить выходные клеммы.

1. Сопротивление резистора Л 50 -100 кОм. р
2. Сопротивление утечки моделируется резистором с 400 — 500 кОм, подключенным параллельно конденсатору.
3. Емкость конденсатора С 350 — 400 мкФ (используйте электролитический конденсатор, так как обычный конденсатор такой ёмкости,

как правило, имеет внушительные размеры и стоит дороже).

1. Секундомер — желательна модель с памятью промежуточных этапов.
2. Мультиметр (у которого не должно быть режима измерения ёмкости, модель типа М-830В).

Эквивалентная схема «cepoгo ящика» (конденсатор с утечкой + резистор Л), подключенного к омметру «Н» показана на рисунке.

Возможное решение

Метод № 1 **(По скорости** заряда конденсатора)

* 1. Эквивалентная схема «cepoгo ящика» (конденсатор с утечкой + резистор Л), подключенного к омметру «П» показана на рисунке.
	2. Снимаем зависимость Л(/) показаний омметра от времени (см. таблицу).

В начальный момент времени *Us ——* 0 и омметр показывает сопротивление Л(0) = Л.

При малых временах, когда напряжение на конденсаторе мало, практически весь ток омметра идёт через конденсатор:

**Гуденко** А.





При этом напряжение на конденсаторе изменяется по закону:

*Uc — Q/C tIolC.*

Начальный участок зависимости Л(/) показаний омметра от времени имеет вид:

Л(I) = Л + //С.

По начальному участку зависимости Л(I) (см. график) определяем Л и *С,* а также их погрешности.

*Примечание. Емкость электролитического конденсатора зависит от частоты и принимает максимальное значение на низких частотах. В связи с этим измеренное в работе значение емкости конденсатора может отличаться в* большую *сторону от значения, указанного на корпусе.*

При больших временах конденсатор полностью заряжен, и весь ток идёт через сопротивление с, а показания омметра стремятся к константе (см. график)

|  |
| --- |
| Показания омметра отвремени Л(/) |
|  |  |
| 50 | 0 |
| 80 | 12 |
| 100 | 20,7 |
| 120 | 30,3 |
| 140 | 40,3 |
| 160 | 50,2 |
| 180 | 61,2 |
| 200 | 72,5 |
| 220 | 84,8 |
| 240 | 97,6 |
| 260 | 111,6 |
| 280 | 126,6 |
| 300 | 142,7 |
| 320 | 161,0 |
| 340 | 181,5 |
| 360 | 204,8 |
| 380 | 233,1 |
| 400 | 266,3 |
| 420 | 310,1 |
| 440 | 371,5 |
| 460 | 482,0 |
| 470 | 606,1 |
| 475 |  |

Следовательно, сопротивление утечки:

 

500

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

30

300

X0

100

100 Ю0 300 30 500 600 Ю0

Метод N•. 2 (По скорости разряда конденсатора)

1. Эквивалентная схема «серого ящика» (конденсатор с утечкой Лс + резистор Л), подключенного к омметру «П» показана на рисунке.
2. Перед измерениями разряжаем конденсатор. Для этого замыкаем выходы «cepoгo ящика» мультиметром в режиме амперметра и дожидаемся нулевых показаний прибора.
3. Переходим в режим омметра и измеряем сопротивление в начальный момент времени Л(0) = Л. По истечении времени Т 10 минут, когда показания омметра практически перестают изменяться (конденсатор полностью заряжен) измеряем Л(m) = *+ dc.* Сопротивление Лс находим по формуле: *Rc —— R( )* — Л(0).
4. Переключаем мультиметр в режим амперметра и снимаем зависимость показаний амперметра от времени *I(t).* Начальный участок этой зависимости имеет вид

*I(t)* ——/o(1 — *t/RIIC),* где *1/RII —— 1/R + 1/Rc).*

Касательная к начальному участку зависимости *I(t)* отсекает на оси абсцисс (ось t)

величину т = *RIIC ---+ G — T/RII.*

# Система оценивания:

1. Предложен метод определения искомых величин (теория) 2 балла
2. Заполнена таблица Л(/) 3 балла
3. Построен график Л(t) — оформлены оси, правильно выбран масштаб, правильно нанесены экспериментальные точки и проведена гладкая кривая 3 балла
4. Определено значение Л 2 балла

а) числовое значение попало в 10% ворота 2 балла

6) числовое значение попало в 20% ворота 1 балл

1. Определено значение *С* 2 балла

а) числовое значение попало в 10% ворота 2 балла б) числовое значение попало в 20% ворота 1 балл

1. Определено значение dc

а) числовое значение попало в 10% ворота б) числовое значение попало в 20% ворота

1. Корректно оценена погрешность Я, с и *С*

2 балла

2 балла

1 балл

I балл