

МИРЭА – РОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт радиоэлектроники и информатики

Кафедра электротехнических систем

Методические указания к лабораторной работе № 1

«Электрические цепи постоянного тока»

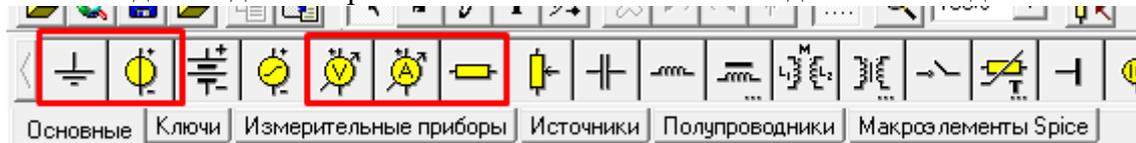
1.1 Цель работы

- экспериментальное подтверждение метода наложения (суперпозиции) при расчете электрических цепей постоянного тока
- исследование характеристик и параметров активного и пассивного двухполюсников
- приобретение навыков работы в среде моделирования электронных схем Tina-TI

1.2 Последовательность выполнения работы

Общие указание по сборке схемы

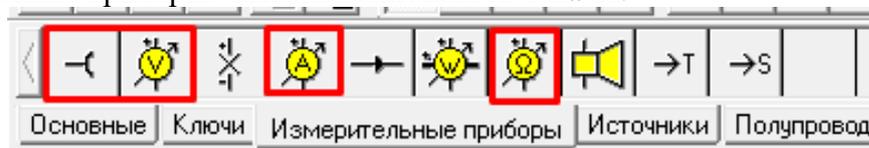
Необходимые для построения схемы компоненты находятся на вкладках «Основные»,



«Ключи»



и «Измерительные приборы» панели компонентов Tina TI.

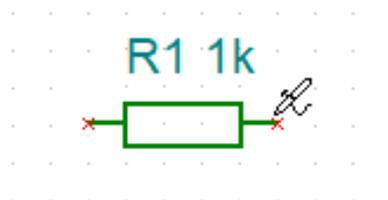


Поворот элементов выполняется путем их выделения и нажатием кнопок со стрелками на панели инструментов (либо нажатием правой кнопкой мыши (ПКМ) на элемент).

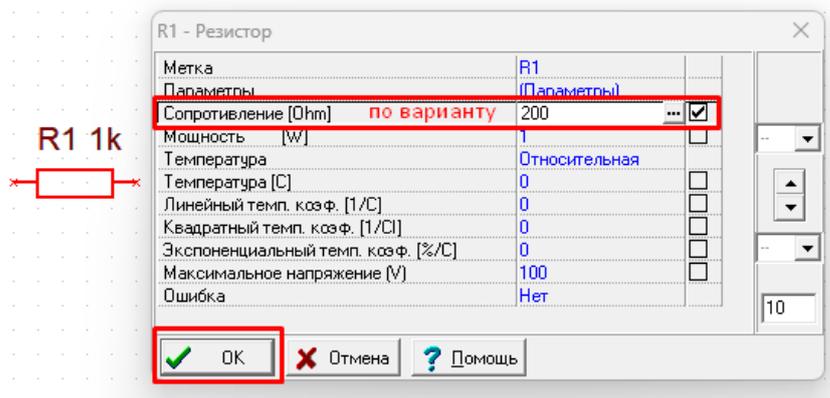
Возможна настройка масштаба страницы и включение/отключение сетки. Проводники в схему добавляются инструментом «Провод», напоминающим карандаш.



Инструмент «Провод» (карандаш) можно включить нажатием левой клавиши мыши (ЛКМ) при наведении на начало/конец элемента, изображенные красными крестиками.



Параметры элементов настраиваются в таблице, открывающейся при нажатии двойным кликом ЛКМ на элемент.



Опыт 1.1 – Исследование метода наложения

а) Соберите схему, представленную на рисунке 1.1 (названия точек вставлены с помощью инструмента «Текст», размещать их у себя на схеме не обязательно). **Нумерация резисторов должна точно совпадать с рисунком!** Полярность включения измерительных приборов должна соответствовать рисунку. Установите номиналы элементов согласно Вашему варианту.

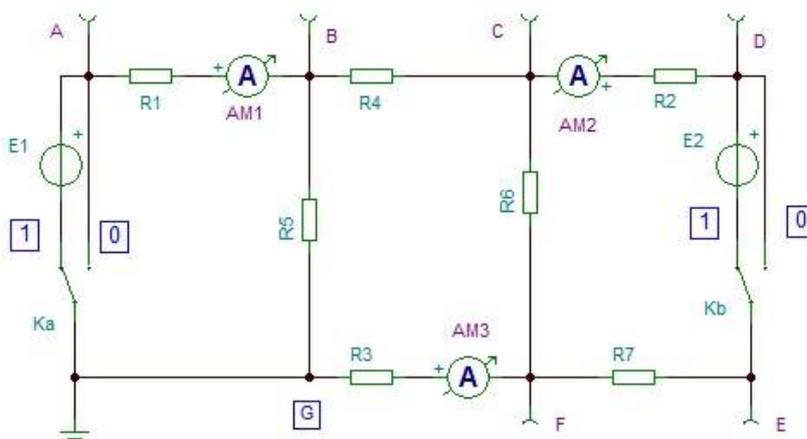


Рисунок 1.1 Исследование метода наложения и построение потенциальной диаграммы

- б) На схеме в бланке укажите условно-положительное направление токов в ветвях.
 в) Переведите переключатель K_a в позицию 1, а переключатель K_b в позицию 0.
 г) В меню «Т&М» выберите пункт «Мультиметр» (рисунок 1.2) и переведите его в режим «постоянный ток». Выбирая нужный амперметр элементами HI и LOW (либо «пробником»), измерьте токи I_1 , I_2 , I_3 в первой, второй и третьей ветвях и внесите результаты в таблицу 1 бланка.

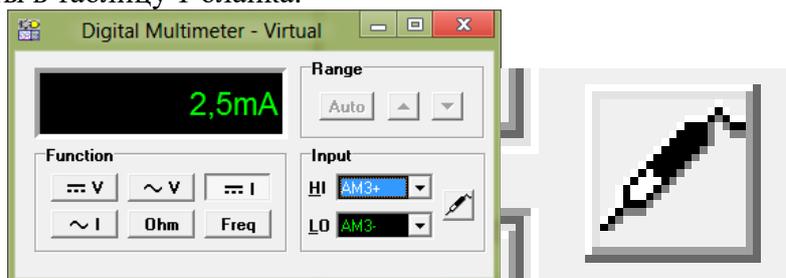


Рисунок 1.2 – Виртуальный мультиметр и «пробник» (укрупненно)

Примечание. Адекватные значения токов в лабораторной работе: μA – мкА (микро), mA – мА (милли). Если получаются значения ниже (нано, фемто и т.д.), то в схеме ошибка!

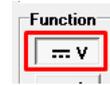
- д) Повторите предыдущий пункт при переключателе K_a в позиции 0, K_b в позиции 1.
 е) Повторите предыдущий пункт при переключателе K_a в позиции 1, K_b в позиции 1.
 ж) По законам Кирхгофа рассчитайте токи для остальных ветвей схемы.

Опыт 1.2 – Построение потенциальной диаграммы

Переключатели K_a и K_b должны быть в позиции 1.

Переключите мультиметр в режим «постоянное напряжение».

Измерьте потенциалы точек А–F относительно заземления (G).



Запишите измерения в таблицу 2 и постройте потенциальную диаграмму для указанного по варианту контура.

Опыт 2 – Исследование эквивалентных параметров активного двухполюсника

а) модифицируйте схему в соответствии с рисунком 1.3. Полярность включения виртуальных приборов экспериментально подберите так, чтобы они показывали положительные значения.

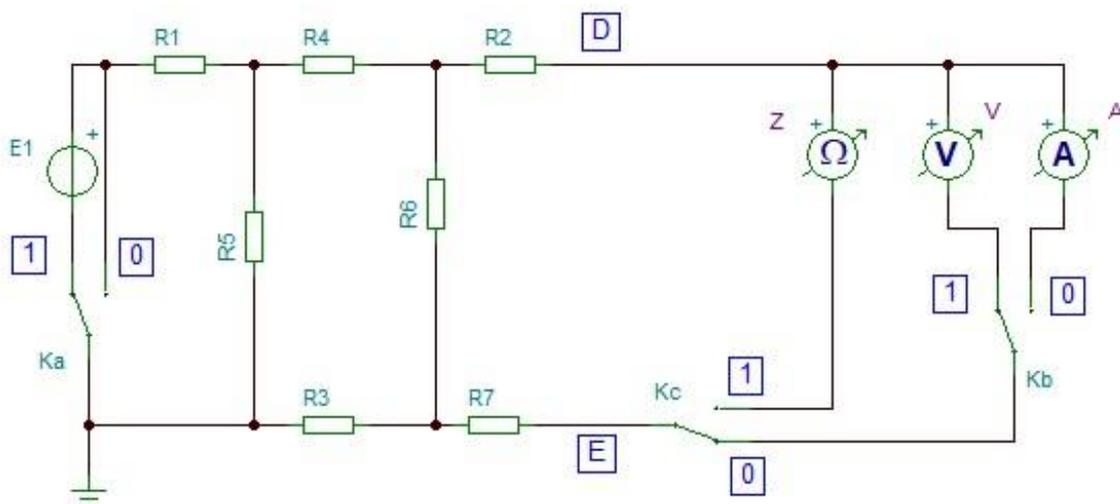


Рисунок 1.3 – Исследование активного двухполюсника

- б) переведите переключатель K_a в позицию 1, K_b в позицию 1, K_c в позицию 0. Измерьте напряжение холостого хода U_{xx} (показания вольтметра V).
 в) переведите переключатель K_a в позицию 1, K_b в позицию 0, K_c в позицию 0. Измерьте ток короткого замыкания $I_{кз}$ (показания амперметра A). Рассчитайте входное сопротивление двухполюсника на основе измеренных данных.
 г) переведите переключатель K_a в позицию 0, K_c в позицию 1, получите показания омметра Z (Ω).
 д) рассчитайте методом эквивалентных преобразований сопротивление цепи относительно точек DE.
 е) сравните три полученных значения входного сопротивления $R_{вх}$.

Опыт 3 – Исследование вольт-амперной и мощностной характеристик двухполюсника

а) скорректируйте схему согласно рисунку 1.4. Полярность включения виртуальных приборов экспериментально подберите так, чтобы они показывали положительные значения.

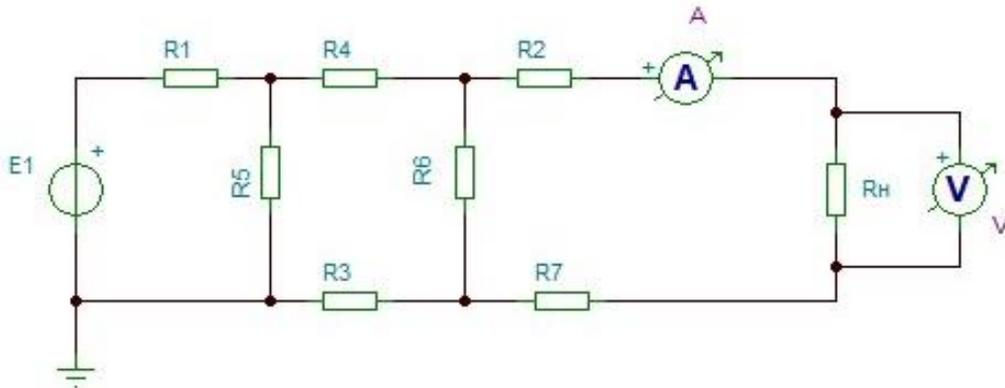
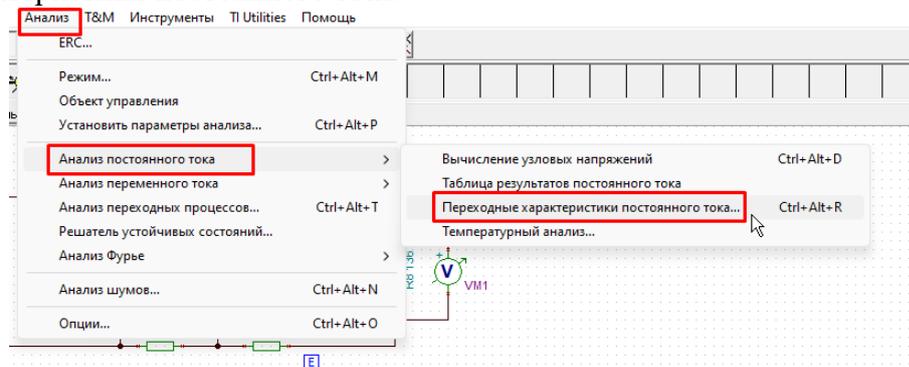


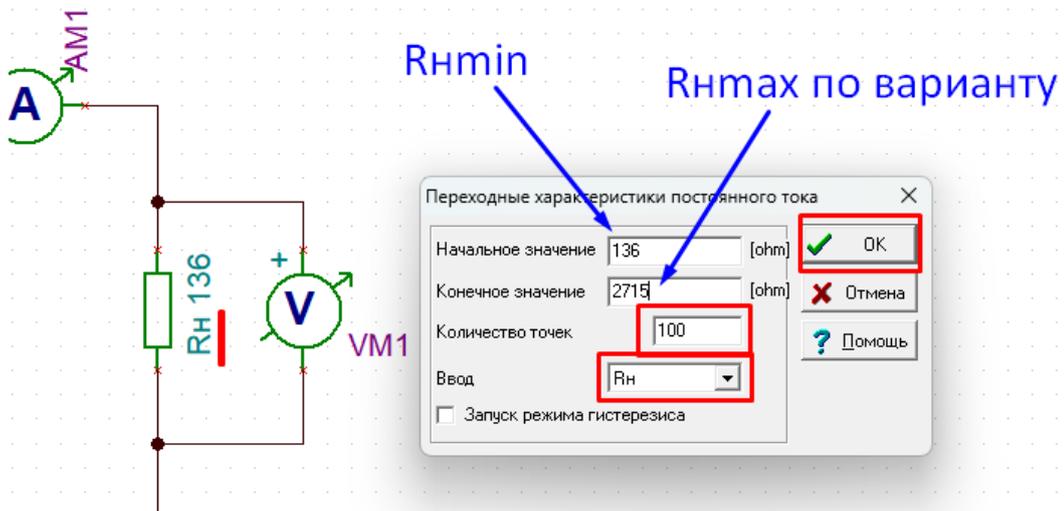
Рисунок 1.4 – Исследование характеристик активного двухполюсника

б) откройте меню «Анализ – Анализ постоянного тока (англ. Direct current – DC) – Переходные характеристики постоянного тока».



В появившемся диалоговом окне укажите:

- число точек моделирования 100
- минимальное и максимальное значения сопротивления нагрузки $R_{n\min}$ до $R_{n\max}$
- изменяемый элемент – сопротивление нагрузки R_n



При нажатии «ОК» TINA-TI построит два графика (для тока, протекающего через R_n и напряжения на R_n), рисунок 1.5а.

Для того, чтобы каждый из графиков был в своем, читаемом масштабе (рисунок 1.5б), щелкните правой кнопкой мыши по горизонтальному графику (необходимо попасть именно в график, а не в координатную ось!) и выберите пункт «добавить ось Y».

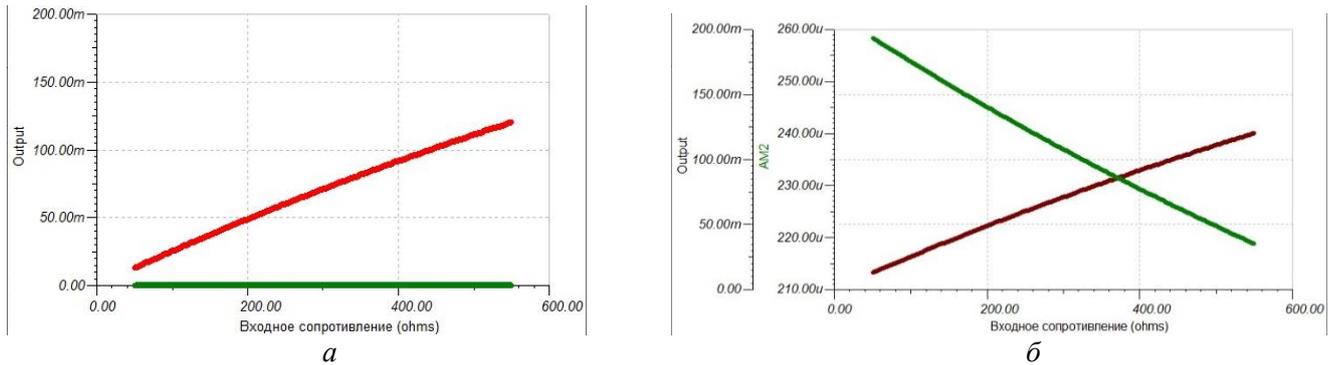


Рисунок 1.5

На рисунке 1.6 представлен значимый для нас фрагмент панели инструментов окна диаграмм Tina TI.



Рисунок 1.6

Слева направо он содержит элементы:

- текст** – инструмент внедрения текста в диаграмму
- указатель** – инструмент, функционально схожий с понятием «выноска». Это текст со стрелкой, указывающей на какую-либо точку.
- автометка** – указатель, автоматически отображающий имя той линии графика, по которой им щелкнули.
- легенда** – соответствие цветов линий отображаемым ими параметрам.
- прямая, эллипс** – инструменты рисования на диаграмме соответствующих фигур.
- курсоры** – инструменты, позволяющие определить координаты точки графика.

Необходимо определить, какой из построенных графиков относится к току, а какой к напряжению, опираясь на закон Ома.

Используя курсоры «а» и «б», необходимо получить значения токов и напряжений в семи точках графиков. Для этого щелкните мышью по иконке курсора на панели инструментов (красная и синяя пиктограммы с буквами а и б), затем по графику (любому). В зависимости от выбранного курсора на диаграмме появится красный (либо синий) крест, указывающий на определенную точку на графике. Координаты креста отображаются во всплывающем окне. Повторите процесс для второго курсора и второго графика. На экране будет картинка, соответствующая рисунку 1.7

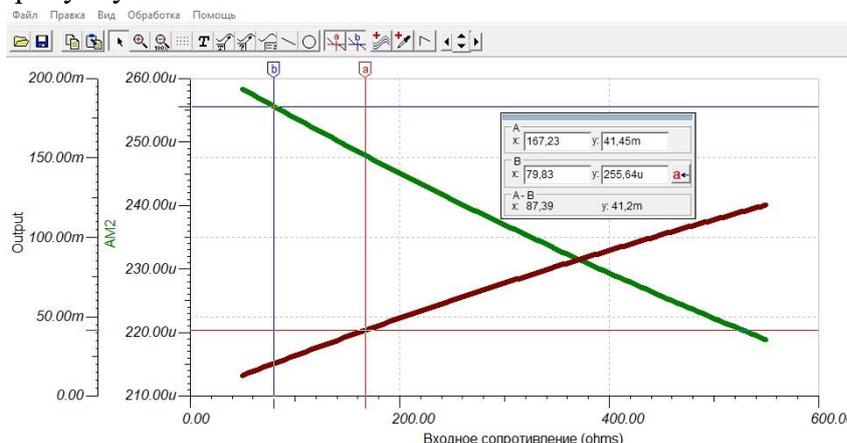
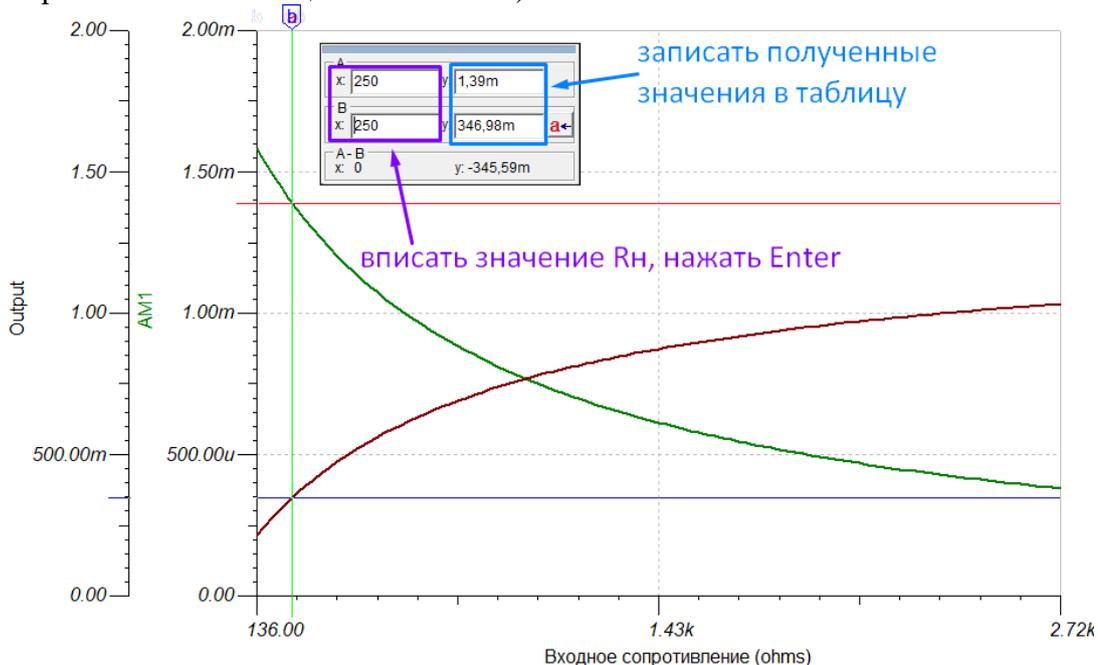


Рисунок 1.7

Двигая курсоры за «ползунки» в верхней части (либо принудительно вводя X-координаты во всплывающем окне и нажимая Enter), совместите вертикали курсоров (в момент совмещения вертикаль поменяет цвет на зеленый).



Перенесите в таблицу 3 бланка текущее значение сопротивления нагрузки R_H (X-позиция курсора) и измеренных величин тока и напряжения (Y-позиция курсора).

Повторите указанные действия для 7-8 точек графиков, **равномерно** изменяя сопротивление нагрузки **в заданном диапазоне от R_{Hmin} до R_{Hmax}** . На основе данных таблицы постройте вольт-амперную характеристику (ВАХ) реального источника.

Сформулируйте вывод об отличиях ВАХ идеального и реального источников ЭДС.

Рассчитайте внутреннее сопротивление источника и его номинал (параметры схемы замещения активного двухполюсника $R_{вх}$ и $E_э$).

Рассчитайте мощность, выделяемую в нагрузке, постройте график зависимости выделяемой мощности от сопротивления нагрузки.

Варианты заданий при моделировании в Tina-TI*

| Вар. | E1, В | E2, В | R1, Ом | R2, Ом | R3, Ом | R4, Ом | R5, Ом | R6, Ом | R7, Ом | R _n min, Ом | R _n max Ом |
|------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | -5 | 12 | 587 | 73 | 242 | 573 | 519 | 800 | 191 | 145 | 2902 |
| 2 | 8 | -4 | 327 | 35 | 180 | 408 | 283 | 822 | 214 | 128 | 2553 |
| 3 | 2 | 10 | 213 | 34 | 211 | 539 | 556 | 552 | 155 | 106 | 2127 |
| 4 | -7 | 10 | 726 | 41 | 235 | 507 | 603 | 321 | 138 | 85 | 1704 |
| 5 | -11 | 12 | 264 | 43 | 142 | 545 | 635 | 413 | 140 | 93 | 1854 |
| 6 | -8 | -6 | 596 | 74 | 189 | 510 | 467 | 769 | 143 | 129 | 2577 |
| 7 | 2 | -7 | 398 | 73 | 404 | 205 | 315 | 564 | 191 | 118 | 2369 |
| 8 | -6 | 9 | 796 | 50 | 238 | 217 | 529 | 498 | 177 | 106 | 2119 |
| 9 | 8 | -4 | 717 | 70 | 301 | 581 | 294 | 302 | 172 | 96 | 1914 |
| 10 | 5 | 1 | 476 | 50 | 168 | 418 | 273 | 845 | 174 | 125 | 2496 |
| 11 | 9 | 8 | 453 | 79 | 356 | 512 | 537 | 801 | 173 | 144 | 2872 |
| 12 | 4 | -2 | 451 | 66 | 297 | 485 | 572 | 698 | 160 | 129 | 2571 |
| 13 | -11 | 3 | 303 | 39 | 183 | 243 | 295 | 424 | 171 | 91 | 1817 |
| 14 | 5 | 8 | 869 | 71 | 310 | 223 | 416 | 369 | 212 | 107 | 2148 |
| 15 | 3 | -7 | 315 | 65 | 144 | 571 | 265 | 673 | 171 | 123 | 2453 |
| 16 | -8 | -5 | 571 | 64 | 324 | 281 | 658 | 863 | 136 | 129 | 2572 |
| 17 | -2 | 11 | 869 | 73 | 365 | 434 | 527 | 732 | 139 | 131 | 2623 |
| 18 | 4 | 2 | 726 | 36 | 408 | 482 | 679 | 423 | 175 | 105 | 2106 |
| 19 | -6 | 2 | 150 | 84 | 332 | 223 | 509 | 759 | 223 | 133 | 2652 |
| 20 | 1 | 1 | 678 | 53 | 258 | 228 | 464 | 544 | 244 | 123 | 2457 |
| 21 | -3 | 10 | 876 | 67 | 204 | 237 | 514 | 347 | 317 | 125 | 2491 |
| 22 | 10 | 2 | 519 | 57 | 336 | 468 | 594 | 397 | 346 | 139 | 2773 |
| 23 | 9 | 1 | 748 | 40 | 391 | 600 | 349 | 357 | 343 | 132 | 2639 |
| 24 | 8 | -8 | 468 | 81 | 214 | 378 | 321 | 827 | 356 | 168 | 3356 |
| 25 | 5 | -4 | 418 | 34 | 305 | 194 | 537 | 622 | 308 | 136 | 2715 |
| 26 | -3 | 10 | 230 | 52 | 319 | 360 | 413 | 781 | 369 | 165 | 3290 |
| 27 | -1 | -8 | 520 | 60 | 309 | 527 | 604 | 777 | 408 | 185 | 3704 |
| 28 | 7 | -6 | 147 | 58 | 315 | 502 | 557 | 857 | 346 | 170 | 3403 |
| 29 | -1 | 9 | 474 | 40 | 149 | 493 | 506 | 457 | 413 | 151 | 3018 |
| 30 | -6 | 3 | 433 | 57 | 257 | 286 | 311 | 320 | 531 | 162 | 3240 |
| 31 | 3 | 3 | 433 | 39 | 387 | 485 | 319 | 447 | 555 | 182 | 3632 |
| 32 | 1 | 4 | 783 | 89 | 366 | 561 | 451 | 865 | 542 | 227 | 4544 |
| 33 | 4 | 5 | 225 | 48 | 151 | 304 | 365 | 632 | 522 | 175 | 3505 |
| 34 | 10 | 12 | 142 | 81 | 179 | 464 | 630 | 233 | 507 | 153 | 3065 |
| 35 | -3 | 10 | 321 | 85 | 353 | 282 | 590 | 452 | 536 | 183 | 3661 |
| 36 | 6 | 10 | 671 | 59 | 264 | 326 | 391 | 308 | 569 | 171 | 3413 |
| 37 | -10 | 1 | 285 | 76 | 337 | 248 | 474 | 831 | 504 | 196 | 3911 |
| 38 | -11 | 7 | 527 | 78 | 356 | 328 | 607 | 752 | 482 | 197 | 3931 |
| 39 | 4 | -3 | 487 | 79 | 170 | 316 | 640 | 556 | 492 | 179 | 3570 |
| 40 | -2 | 6 | 736 | 41 | 320 | 545 | 603 | 504 | 304 | 140 | 2798 |

*При выполнении работы на стендах МЭЛ-2 номиналы элементов уточняйте у преподавателя!