# = У Т В Е Р Ж Д А Ю =

Заведующий кафедрой ТСН

В.И. Сигида

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.

# **ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ**

### **I. Тема работы**: Статистическая обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.

**II. Цель занятия**: Привить студентам навыки производства статистической обработки результатов многократных измерений.

**III. Время:** 2 часа

**IV. Вопросы:**

1. Обработка результатов измерений: выявление систематических, грубых погрешностей.
2. Проверка статистических гипотез о законе распределения результата многократных измерений.
3. Расчет интервальных оценок математического ожидания результата.
4. Округление и запись результатов.

**V. Организационно-методические указания.**

В процессе подготовки студенты должны:

А. Повторить вопросы:

1. Выявление и устранение систематических погрешностей.
2. Применение математической статистики при обработке результатов многократных измерений, содержащих случайные погрешности.
3. Сущность методов построения доверительных интервалов.
4. Нахождение доверительных интервалов и доверительных вероятностей.
5. Закон распределения Стьюдента.
6. Общие представления о критериях согласия. Проверка гипотезы о законе распределения.
7. Формы выражения пределов допускаемой основной погрешности измерения.

Б. Уметь:

1. Устранить систематическую погрешность результата измерения.
2. Найти доверительный интервал для заданной доверительной вероятности.
3. Рассчитать абсолютную и относительную погрешности измерения физических величин.

В. Решать задачи по теме занятия.

## **VI. Данные для КР:**

Задание выдается каждому студенту для самостоятельной обработки результатов измерения по индивидуальному варианту. Варианты заданий представлены в табл. 1.

При выполнении задания требуется:

1. Исключить систематическую погрешность рабочего прибора.
2. Обработать результаты измерений после исключения систематической погрешности.
3. Записи данных вести по форме отчета.
4. Квантили распределения Стьюдента определить из справочных табл. 2.

**VII. Перечень рекомендованной литературы:**

1. Метрология и электро- / радиоизмерения в телекоммуникационных системах. Под редакцией Нефедова В. И. - М.: Высшая школа, 2001.

2. Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа. 2001 - 206 с.

3. Метрологическое обеспечение систем передачи. Под ред. Б. П. Хромого. - М.: Радио и связь, 1991.

4. Гладкий Н. Д., Горбенко Н. Д, Масальцев В.А. Метрологическое обеспечение РЭС. ВВМУРЭ им. А. С. Попова, Петродворец, Ч.2. - 1988.

5. Конспекты лекций.

### Таблица 1

## Показатели образцового и рабочего вольтметров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| № измерения | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi |
| 1234567891011121314151617181920 | 510,4506,9512,1504,7509,9504,8512,0506,4511,2505,6513,0507,7509,4508,4512,6505,4509,4510,7501,7508,0 | 503,8499,9505,1497,6502,8497,8505,0499,5504,3498,6506,5500,7502,3501,3505,7498,3505,5503,6503,6501,0 | 614,5611,1617,3612,2616,8613,4615,8610,7618,5619,1613,0616,5611,6616,3615,8611,5617,6610,1618,0610,3 | 617,5614,1620,3615,3619,3616,4618,9613,7621,0611,9616,0619,9614,7620,8618,4614,6621,2613,0621,4613,4 | 380,0379,1381,3380,4378,2381,5379,5378,6378,2387,7378,3381,8379,7377,8378,7381,8378,8377,7379,4381,6 | 387,0384,8388,6387,4384,5389,0385,2384,2389,4387,8383,3389,7385,6383,1388,7385,8386,4386,7388,2389,4 | 714,6711,2715,8709,4714,0711,4713,4709,7710,5716,7710,7716,3712,6714,7711,9713,4711,8715,3712,6715,4 | 709,0704,8709,9703,6707,9705,5707,6703,7704,2710,3704,5709,6706,4708,9705,6706,2709,4706,8708,4707,2 | 452,8455,2451,1454,4450,6454,8452,2455,7450,2451,8453,6455,4454,5454,0452,3450,4451,3453,3451,8453,0 | 458,6462,4456,7461,4457,2461,8457,5463,4455,6458,2460,5463,3460,3459,8457,9456,0456,4459,5459,2459,0 | 823,0826,4823,4825,1824,1826,3823,6826,2824,7825,3825,8823,7824,5825,4825,7823,8825,6824,3825,7824,4 | 829,0832,5825,4829,4826,5831,5825,7832,3828,8829,8831,7826,1828,5830,2831,3827,1830,8827,5830,6827,5 | 385,3382,5386,6384,6386,0387,4383,8385,8384,1385,4384,6383,7386,7384,3382,3386,9383,3387,1384,8386,3 | 392,5387,6394,3390,5393,3396,4388,8393,4390,1392,7390,5392,3395,3391,0387,6395,6389,2395,6391,8394,4 | 123,0125,3120,7123,3122,7125,0121,1123,4122,4124,7124,5121,1121,4122,4122,2121,5124,3122,3123,9123,7 | 130,0134,4126,7130,4129,6133,8126,4130,8129,2133,4132,9126,8127,4128,8128,5127,7132,4128,2132,1131,6 | 614,5611,1617,3612,2616,8613,4615,8610,7618,5619,1613,0616,5611,6616,3615,8611,5617,6610,1618,0610,3 | 617,5614,1620,3615,3619,3616,4618,9613,7621,0611,9616,0619,9614,7620,8618,4614,6621,2613,0621,4613,4 |
| Доверит. вероятность | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,99;0,999 | 0,95;0,99;0,999 | 0,8;0,9;0,95 | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,99;0,999 | 0,95;0,99;0,999 | 0,8;0,9;0,95 |

### Продолжение табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| № измерения | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi |
| 1234567891011121314151617181920 | 410,5410,2410,4413,5413,9413,8412,0412,3411,8411,1411,3411,7411,6413,2413,0411,6411,7412,3412,5412,2 | 415,0414,6415,2421,9421,2420,2418,0418,2417,6416,0416,3417,6417,4419,8419,6416,5416,7418,4418,7419,1 | 130,2131,3135,2133,1130,8133,0134,4132,7132,7131,8131,7130,9132,8133,3132,2130,7130,5132,9133,3134,6 | 132,1136,5133,9133,6131,9135,3131,6133,9133,4134,2131,8132,5133,7133,7131,8134,4133,8135,5131,8133,9 | 382,2378,8379,4380,0381,7381,3381,1380,3378,4379,1380,8381,8379,8378,0378,2381,5380,5378,6380,2379,6 | 381,8373,3374,5375,9380,3378,9378,3375,2371,4374,0377,8380,9375,5369,6370,7379,6377,2376,4376,2375,0 | 20,026,121,424,823,322,221,125,727,226,623,621,720,525,724,522,823,820,725,024,1 | 22,331,524,528,826,724,523,630,932,632,127,425,022,730,028,426,227,923,129,328,1 | 93,2103,0101,297,4100,199,295,9105,998,3104,294,699,898,7102,299,4102,099,7101,4100,2100,6 | 94,3108,1104,6100,2103,9102,998,5112,3101,7110,297,1103,5102,5106,7101,3105,8103,2105,0104,1104,2 | 102,897,1101,799,0100,197,798,4101,0102,597,499,999,5102,2102,098,198,6101,4100,7100,499,2 | 104,785,0100,691,396,186,888,998,4103,685,995,594,3102,8101,887,489,799,397,596,693,1 | 100,46100,14102,4699,6899,94100,3099,7198,7099,76100,0697,4799,4799,81100,5498,44100,1998,81100,0299,6599,37 | 104,39103,40110,37102,03102,81103,89102,14106,89103,72103,1895,42101,41103,63104,6498,33103,5699,43103,07107,46101,94 | 127,1129,7125,4123,8131,3128,3126,2122,0130,8125,0123,2129,4127,5127,3126,8122,6125,7130,3131,9126,5 | 123,6126,3121,5118,3130,6122,2116,1119,8129,4117,5123,1124,8124,4125,3166,7121,8123,7128,1130,0123,5 | 131,5131,7138,4138,0132,2132,5137,7137,3132,7133,0137,0136,5133,6134,3136,3135,6135,0134,7135,5134,8 | 131,4133,0140,0140,5134,7134,3139,9139,8134,1135,5139,5139,0136,2136,8138,0137,2138,0136,3137,0136,3 |
| Доверит. вероятность | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,99;0,999 | 0,95;0,99;0,999 | 0,8;0,9;0,95 | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,95;0,99 |

### Продолжение табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| № измерения | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi |
| 1234567891011121314151617181920 | 1009,06994,87994,751005,951008,81990,661015,791001,61981,151011,79989,451000,071007,691009,711007,121010,90993,69997,45984,99995,12 | 983,98984,16958,34975,62974,181004,421002,38980,08939,70983,18985,44973,74981,68923,44971,22964,16954,50964,541025,46992,12 | 17,3520,2115,9218,2916,1918,5916,4319,2716,5919,1019,5719,0519,8717,7017,5720,7220,0718,8819,8318,61 | 15,7121,5012,9717,5813,1319,1813,8619,5414,1819,2020,1417,0920,8416,4116,1423,1421,1318,7520,6618,21 | 515,4515,6516,2515,7515,4515,5515,9516,2515,3515,8515,7516,3515,5515,7515,8515,6515,8515,7515,7516,0 | 510,15510,65511,45511,65510,35510,25510,95511,25511,35510,15510,05511,45510,95510,85511,25511,55510,75510,95511,35511,45 | 501,99502,08489,17497,81497,09512,21511,19500,04497,85501,59502,72496,87500,84571,72495,61492,08487,25493,77522,73506,06 | 512,98514,16488,34505,62504,18534,42532,38510,08469,70513,18515,44503,74511,68453,44501,22494,16484,50497,54555,46522,12 | 50,049,949,750,150,249,950,349,850,250,449,649,750,349,649,850,149,750,350,149,8 | 54,5453,1453,6454,7454,4454,2453,5453,2453,7453,3454,6453,9453,4454,7454,5454,9453,1454,3458,7454,24 | 80,580,881,080,980,780,880,980,880,780,581,380,680,880,381,080,980,680,480,981,2 | 81,4581,3580,9580,7581,5581,2580,8580,9581,4580,0580,1581,3581,2580,9580,2580,3581,6581,4580,5580,15 | 35,735,336,135,935,435,636,235,635,835,635,635,936,035,436,035,335,835,635,736,6 | 33,232,432,633,133,232,333,232,833,233,432,832,733,332,632,733,132,333,333,132,8 |
| Доверит. вероятность | 0,9;0,99;0,999 | 0,95;0,99;0,999 | 0,8;0,9;0,95 | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,99;0,999 |

Продолжение табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| № измерения | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi | Uoi | Upi |
| 1234567891011121314151617181920 | 90,590,691,390,990,490,690,791,090,390,490,591,390,590,690,690,990,790,790,491,2 | 93,393,994,592,694,393,292,993,793,894,392,993,193,394,694,892,893,894,594,493,2 | 65,565,866,265,965,466,065,965,765,865,965,665,966,065,365,865,666,365,565,765,8 | 67,566,466,767,667,367,266,767,366,167,867,467,766,466,767,666,366,466,266,567,6 | 184,0183,6183,4183,3183,7183,6183,5183,3184,3183,5183,6183,3184,0183,9183,6183,4183,9184,2183,8183,5 | 180,2179,1179,6180,7180,4180,8179,5179,2179,7179,3180,6179,9179,4180,7180,5180,9179,1180,3179,7180,2 | 260,0259,9259,7260,1260,2259,9260,3259,8260,2260,4259,6259,7260,3259,6259,8260,1259,7260,3260,1259,8 | 262,3262,6263,5263,7262,4262,3262,8263,8263,6262,4262,2263,5262,7262,6263,4263,5262,6262,8263,6263,5 | 445,0444,7444,6445,1445,2444,7445,3444,6445,2445,4444,6444,5445,3444,5444,8445,1444,7445,3445,1444,3 | 440,8440,9441,5439,6441,3440,2439,9440,7440,8441,3439,9440,1440,3441,6441,8439,8440,8441,5441,4440,2 | 30,530,831,030,930,730,830,930,830,730,531,330,630,830,331,030,930,630,430,931,2 | 31,4531,3530,9530,7531,5531,2530,8530,9531,4530,0530,1531,3531,2530,9530,2530,3531,6531,4530,5530,15 | 515,4515,6516,2515,7515,4515,5515,9516,2515,3515,8515,7516,3515,5515,7515,8515,6515,8515,8515,7516,0 | 510,15510,65511,45511,65510,35510,25510,95511,25511,35510,15510,05511,45510,45510,85511,25511,55510,75510,95511,35511,45 | 60,059,959,760,160,259,960,359,860,260,459,659,760,359,659,860,159,760,360,159,8 | 60,160,561,461,660,360,260,961,261,360,160,061,460,960,861,261,560,760,961,361,4 | 40,039,939,740,140,239,940,339,840,240,439,639,740,339,639,840,139,740,340,139,3 | 40,840,941,539,641,340,239,940,740,841,339,940,140,341,641,839,840,841,541,440,2 |
| Доверит. вероятность | 0,95;0,99;0,999 | 0,8;0,9;0,95 | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,95;0,99 | 0,9;0,99;0,999 | 0,95;0,99;0,999 | 0,75;0,85;0,99 | 0,9;0,95;0,99 |

ПРИМЕЧАНИЕ: при номере варианта больше 34: отсчет номера начинается с первого, а запись следующим образом: Вариант № 1+34 или Вариант №1+34+34, при этом значение данных таблицы для **всех** Uoi и Upi увеличиваются на последнюю цифру номера зачетки. Например: Данные таблицы **511,2** зачетка №хххх**7** →→ откорректированные данные задания в таблице: **518,2** и т.д.

Таблица 2.

Значения ts для различных значений доверительной вероятности Рs и числа измерений n

(распределение Стьюдента)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Ps  n | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,98 | 0,99 | 0,999 |
| 234567891011121314151617181920∞ | 1,0000,8160,7650,7410,7270,7180,7110,7060,7030,7000,6970,6950,6940,6920,6910,6900,6890,6880,6880,674 | 1,3761,0610,9780,9410,9200,9060,8960,8890,8830,8790,8760,8730,8700,8680,8660,8650,8630,8620,8610,842 | 1,9631,3361,2501,1901,1561,1341,1191,1081,1101,0931,0881,0831,0791,0761,0741,0711,0691,0671,0661,036 | 3,0801,8861,6381,5331,4761,4401,4151,3971,3831,3721,3631,3561,3501,3451,3411,3371,3331,3301,3281,282 | 6,3102,9202,3502,1302,0201,9431,8951,8601,8331,8121,7961,7821,7711,7611,7531,7461,7401,7341,7291,645 | 12,714,303,182,772,572,452,362,312,262,232,202,182,162,142,132,122,112,102,091,960 | 31,806,964,543,753,363,143,002,902,822,762,722,682,652,622,602,582,572,552,542,33 | 63,709,925,844,604,034.713,503,363,253,173,113,063,012,982,952,922,902,882,862,58 | 636,6031,6012,948,616,865,965,405,044,784,594,494,324,224,144,074,023,963,923,883,29 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 3 |  | Таблица 4 |
| Квантили распределения (статистика d) | Значения Р для вычисления Zp/2 |
| Число наблюдений n | q1=0,02 | q1=0,1 | Число наблюдений n | m | q2 |
| dmin | dmax | dmin | dmax | 0,01 | 0,02 | 0,05 |
| 16 | 0,6829 | 0,9137 | 0,7236 | 0,8884 | 10 | 1 | 0,98 | 0,98 | 0,96 |
| 21 | 0.6950 | 0,9001 | 0,7304 | 0,8768 | 11-14 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| 26 | 0,7040 | 0,8901 | 0,7360 | 0,8686 | 15-20 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 |
| 31 | 0,7110 | 0,8826 | 0,7404 | 0,8625 | 21-22 | 2 | 0,98 | 0,97 | 0,96 |
| 36 | 0,7167 | 0,8769 | 0,7440 | 0,8578 | 23 | 2 | 0,98 | 0,98 | 0,96 |
| 41 | 0,7216 | 0,8722 | 0,7470 | 0,8540 | 24-27 | 2 | 0,98 | 0,98 | 0,97 |
| 46 | 0,7256 | 0,8682 | 0,7496 | 0,8508 | 28-32 | 2 | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| 51 | 0,7291 | 0,8648 | 0,7518 | 0,8481 | 33-35 | 2 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |
|  | 36-49 | 2 | 0,99 | 0,99 | 0,98 |

Таблица 5

Значения функции Лапласа Ф1(z) для z ≥ 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| z | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2,0 | 0,4773 | 0,4778 | 0,4783 | 0,4788 | 0,4793 | 0,4798 | 0,4803 | 0,4808. | 0,4812 | 0,4817 |
| 2,1 | 0,4821 | 0,4826 | 0,4830 | 0,4834 | 0,4838 | 0,4842 | 0,4846 | 0,4850 | 0,4854 | 0,4857 |
| 2,2 | 0,4861 | 0,4865 | 0,4868 | 0,4871 | 0,4875 | 0,4878 | 0,4881 | 0,4884 | 0,4887 | 0,4889 |
| 2,3 | 04893 | 0,4896 | 0,4898 | 0,4901 | 0,4904 | 0,4906 | 0,4909 | 0,4911 | 0,4913 | 0,4916 |
| 2,4 | 0,4918 | 0,4920 | 0,4922 | 0,4925 | 0,4927 | 0,4929 | 0,4931 | 0,4932 | 0,4934 | 0,4936 |
| 2,5 | 0,4938 | 0,4940 | 0,4941 | 0,4943 | 0,4945 | 0,4946 | 0,4948 | 0,4949 | 0,4951 | 0,4952 |
| 2,6 | 0,4953 | 0,4955 | 0,4956 | 0,4957 | 0,4959 | 0,4960 | 0,4961 | 0,4962 | 0,4963 | 0,4964 |
| 2,7 | 0,4965 | 0,4966 | 0,4967 | 0,4968 | 0,4969 | 0,4970 | 0,4971 | 0,4972 | 0,4973 | 0,4974 |
| 2,8 | 0,4974 | 0,4975 | 0,4976 | 0,4977 | 0,4977 | 0,4978 | 0,4979 | 0,4980 | 0,4980 | 0,4981 |
| 2,9 | 0,4981 | 0,4982 | 0,4983 | 0,4983 | 0,4984 | 0,4984 | 0,4985 | 0,4985 | 0,4986 | 0,4986 |

Форма отчета

контрольная работа

Тема: Статистическая обработка результатов прямых многократных равноточных измерений.

"\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г. Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зачетная книжка № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

###### Группа \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## **З А Д А Н И Е**

Одно и то же напряжение измерялось 20 раз двумя вольтметрами: образцовым и рабочим. Результаты измерения образцового прибора Uoi несут в себе случайные погрешности. Результаты Upi, помимо случайных, имеют систематическую погрешность ΔUсист. Произвести статистическую обработку результатов измерений с заданными значениями доверительной вероятности.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №измер. | Образцовый приборUoi | Рабочий приборUpi | Исправленные показания рабочего прибораUi (Upi+С) | Ui - Ū | (Ui - Ū)2 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |
|  | Ūо= | Ūр= |  |  |  |

1. Оценка математического ожидания образцового прибора:



2. Оценка математического ожидания рабочего прибора:



3. Систематическая погрешность рабочего прибора.



Среднее арифметическое (математическое ожидание) исправленных показаний рабочего прибора 

4. Проверить, не содержат ли исправленные значения рабочего прибора грубых погрешностей (использовать критерий Колмогорова).

5. Оценка среднеквадратического отклонения рабочего прибора:



6. Проверить, не противоречит ли гипотеза о нормальном законе распределения случайной погрешности имеющимся результатам измерений.

Для работы использовать таблицы 3, 4, 5.

## 7. Расчет результатов измерений при заданной доверительной вероятности.

8. Записать результаты измерений в установленном виде. (Абсолютная и относительная погрешность).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заданное значение доверительной вероятности | tp, n-1 | Результат измерения прибором |
| Р1 =  |  | $U=\left(\overbar{U}\pm ∆\right) \left[B\right]$; $U=\overbar{U}\left[B\right]\pm x\%$ |
| Р2 =  |  | $U=\left(\overbar{U}\pm ∆\right) \left[B\right]$; $U=\overbar{U}\left[B\right]\pm x\%$ |
| Р3 =  |  | $U=\left(\overbar{U}\pm ∆\right) \left[B\right]$; $U=\overbar{U}\left[B\right]\pm x\%$ |

Подпись выполнившего работу \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_