**Индивидуальное домашнее задание №1 по предмету «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» на 6 семестр.**

Задания выбираются в соответствии с таблицей вариантов (см. ниже) из учебного пособия Атрошенко Ю.К., Иванова Ю.В. Теплотехнические измерения и приборы - Томск, 2014

**ТЗ-321402-НТ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **ФИО студента** | **Номер варианта**  |
|  1 | Бабкин Александр Игоревич |  2 |
|  2 | Басина Анастасия Михайловна |  3 |
|  3 | Белоусов Игорь Павлович |  4 |
|  4 | Белоусов Матвей Юрьевич |  5 |
|  5 | Груздева Александра Андреевна |  6 |
|  6 | Донских Максим Сергеевич |  7 |
|  7 | Катаев Григорий Яковлевич |  8 |
|  8 | Кокшаров Дмитрий Валерьевич |  9 |
|  9 | Корякин Илья Михайлович |  10 |
|  10 | Личман Никита Геннадьевич |  11 |
|  11 | Михайлов Данил Андреевич |  12 |
|  12 | Нефедьев Александр Вячеславович | 13 |
|  13 | Павлов Александр Анатольевич |  14 |
|  14 | Плотников Сергей Николаевич |  15 |
| 15 | Сентерев Константин Дмитриевич | 16 |
| 16 | Смирных Оксана Викторовна | 17 |
| 17 | Чеклецов Артём Владимирович | 18 |
| 18 | Ширинкин Евгений Юрьевич | 19 |

В ИДЗ № 1 необходимо решить по вариантам задачи:

|  |
| --- |
| Задача |
| 1.1.1 |
| 1.1.2 |
| 1.2.1 |
| 1.4.1 |
| 1.4.2 |
| 1.4.3 |
| 1.5.1 |
| 1.6.1. |
| 2.1.1 |
| 2.1.4 |
| 2.2.1 |
| 2.3.1 |

Ниже для удобства сделана выборка условий всех задач. В самой методичке есть простые указания для их решения. Рекомендую посмотреть. В методичке в конце есть справочные приложения для расчетов.

Задача 1.1.1

Лабораторный стеклянный термометр, заполненный пентаном, показывает по шкале *t* °С. Термометр погружен в измеряемую среду до отметки *t*пог °С. Температура выступающего столбика составляет *t*в.с, °С. Коэффициент видимого объемного теплового расширения рабочей жидкости в стекле – αж. Определите действительное значение температуры *t*д. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | Рабочая жидкость  | *t*в.с, °С  | *t*, °С  | *t*пог, °С  |
| 1  | Ртуть  | 10  | 155  | 10  |
| 2  | Керосин  | 5  | 55  | 15  |
| 3  | Изопентан  | 10  | – 105  | – 155  |
| 4  | Спирт этиловый  | 20  | 40  | – 50  |
| 5  | Ртуть – таллий  | 15  | 55  | – 40  |
| 6  | Толуол  | 10  | 22  | – 50  |
| 7  | Метилкарбитол  | 20  | 33  | – 50  |
| 8  | Галлий – индий – олово  | 25  | 605  | 100  |
| 9  | Петролейный эфир  | 10  | – 20  | – 100  |
| 10  | Керосин  | 5  | 70  | 5  |
| 11  | Ртуть  | 15  | 206  | 25  |
| 12  | Пентан  | 20  | – 45  | – 100  |
| 13  | Галлий – индий – олово  | 25  | 450  | 50  |
| 14  | Толуол  | 10  | 45  | – 50  |
| 15  | Изопентан  | 10  | – 68  | – 170  |
| 16  | Ртуть – таллий  | 15  | 10  | – 50  |
| 17  | Метилкарбитол  | 15  | 10  | – 30  |
| 18  | Петролейный эфир  | 10  | 0  | – 85  |
| 19  | Спирт этиловый  | 20  | – 10  | – 80  |
| 20  | Пентан  | 20  | – 50  | – 100  |

Задача 1.1.2

В термостат помещено два термометра: технический с пределами измерения *t*Н…*t*В °C с пределом допускаемой основной погрешности ±Δ*t*техн, °С и лабораторный термометр. Показания технического и лабораторного термометров составили *t*техн, °С и *t*л, °С соответственно. Известно, что поправка на показания лабораторного термометра по свидетельству о поверке составляет δ*t*л = –1 °С, поправка на показания на выступающий столбик равна Δ*t*в.с = +0,5 °С. Определить, выходят ли за пределы допускаемой погрешности показания технического термометра. Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *t*Н, °С  | *t*В, °С  | *t*техн, °С  | *t*л, °С | Δ*t*техн, °С  |
| 1  | 0  | 500  | 450  | 452  | 4  |
| 2  | 0  | 100  | 92  | 96  | 3  |
| 3  | – 20  | +20  | 2  | 0  | 1  |
| 4  | – 30  | +30  | 15  | 19  | 3,5  |
| 5  | 0  | 25  | 9  | 14  | 2  |
| 6  | 10  | 30  | 12  | 13  | 1,5  |
| 7  | 0  | 50  | 41  | 38  | 2  |
| 8  | 0  | 60  | 52  | 48,3  | 4  |
| 9  | 20  | 50  | 21  | 21  | 0,5  |
| 10  | – 50  | +50  | 48  | 47,5  | 1  |
| 11  | 0  | 500  | 92  | 91  | 3  |
| 12  | – 30  | +30  | 16  | 14  | 1,5  |
| 13  | 20  | 50  | 41  | 38  | 1,5  |
| 14  | – 20  | +20  | 15  | 18  | 0,5  |
| 15  | 0  | 50  | 16  | 14  | 2  |
| 16  | 0  | 600  | 502  | 500  | 2  |
| 17  | 0  | 200  | 184  | 180  | 3  |
| 18  | 0  | 100  | 48  | 54  | 3  |
| 19  | – 20  | +20  | – 15  | – 17  | 1,5  |
| 20  | – 50  | 0  | – 28  | – 27  | 2  |

Задача 1.2.1

Определите, какое начальное давление должно быть создано в системе манометрического газового термометра при *t*1 (°С), чтобы при изменении температуры от *t*нп до *t*вп (°С) давление в системе изменялось на Δ*p* (МПа). Термический коэффициент расширения газа – β. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *t*1, °С  | *t*нп, °С  | *t*вп, °С  | Δ*p*, МПа  | β, К-1 |
| 1  | 0  | 0  | 600  | 10  | 0,00366  |
| 2  | 0  | 0  | 500  | 10  | 0,00355  |
| 3  | 0  | 0  | 400  | 9  | 0,00220  |
| 4  | 20  | 0  | 300  | 9  | 0,00300  |
| 5  | 20  | 0  | 200  | 8  | 0,00331  |
| 6  | 20  | 0  | 100  | 8  | 0,00289  |
| 7  | 25  | 0  | 150  | 7  | 0,00370  |
| 8  | 25  | 0  | 250  | 7  | 0,00264  |
| 9  | 25  | 0  | 350  | 6  | 0,00341  |
| 10  | 10  | 0  | 450  | 6  | 0,00303  |
| 11  | 10  | 0  | 550  | 10  | 0,00295  |
| 12  | 10  | 0  | 600  | 10  | 0,00215  |
| 13  | 5  | 0  | 500  | 11  | 0,00200  |
| 14  | 5  | 0  | 400  | 11  | 0,00159  |
| 15  | 5  | 0  | 300  | 12  | 0,00315  |
| 16  | 0  | 0  | 200  | 12  | 0,00322  |
| 17  | 0  | 0  | 100  | 5  | 0,00367  |
| 18  | 0  | 0  | 150  | 4  | 0,00284  |
| 19  | 15  | 0  | 250  | 3  | 0,00212  |
| 20  | 15  | 0  | 350  | 2  | 0,00275  |

Задача 1.4.1

Рассчитать величину поправки на показания термоэлектрического преобразователя и определить температуру рабочего конца, если известно, что ТЭДС термоэлектрического преобразователя типа *Х* равна *E*, а температура свободных концов – *t*. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.10.

Таблица 1.10

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | НСХ ТЭП  | *E*, мВ  | *t*, °С |
| 1  | ТМК  | 2,078  | 18  |
| 2  | ТЖК  | 11,11  | 23  |
| 3  | ТХК  | 15,954  | 21  |
| 4  | ТХКн  | 28,961  | 19  |
| 5  | ТХА  | 12,207  | 28  |
| 6  | ТПП  | 14,61  | 25  |
| 7  | ТПР  | 0,561  | 22  |
| 8  | ТВР  | 6,158  | 20  |
| 9  | ТМК  | 10,469  | 26  |
| 10  | ТЖК  | 7,622  | 22  |
| 11  | ТХК  | 28,435  | 29  |
| 12  | ТХКн  | 3,301  | 18  |
| 13  | ТХА  | 13,874  | 26  |
| 14  | ТПП  | 3,193  | 18  |
| 15  | ТХК  | 14,975  | 27  |
| 16  | ТХКн  | 15,284  | 19  |
| 17  | ТХА  | 24,604  | 25  |
| 18  | ТПП  | 7,519  | 24  |
| 19  | ТПР  | 1,048  | 33  |
| 20  | ТВР  | 8,670  | 31  |

Задача 1.4.2

Определите температуру рабочего конца термоэлектрического преобразователя для измерительной цепи, представленной на рис. 1.2. Известно, что *t*1; *t*0; *t*п – температура в месте измерительного прибора. ТЭДС, измеряемая лабораторным потенциометром, равна *Е*, тип термоэлектрического преобразователя – *Х*. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.11.



Таблица 1.11

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *t*1, °C  | *t*0, °C  | *t*п, °C  | *E*, мВ  | Тип ТЭП  |
| 1  | 78  | 28  | 18  | 23,52  | ХА  |
| 2  | 69  | 23  | 18  | 40,71  | ХК  |
| 3  | 76  | 26  | 18  | 8,23  | ВР  |
| 4  | 79  | 29  | 18  | 3,51  | ПП  |
| 5  | 70  | 20  | 18  | 0,44  | ПР  |
| 6  | 73  | 23  | 18  | 18,71  | ХКн  |
| 7  | 75  | 25  | 18  | 10,00  | ЖК  |
| 8  | 77  | 27  | 18  | 9,66  | МК  |
| 9  | 80  | 24  | 18  | 20,64  | ХА  |
| 10  | 74  | 25  | 18  | 36,31  | ХК  |
| 11  | 77  | 27  | 18  | 7,62  | ВР  |
| 12  | 75  | 25  | 18  | 1,98  | ПП  |
| 13  | 72  | 22  | 18  | 1,09  | ПР  |
| 14  | 70  | 20  | 18  | 25,04  | ХКн  |
| 15  | 76  | 26  | 18  | 34,51  | ЖК  |
| 16  | 72  | 22  | 18  | 18,36  | МК  |
| 17  | 81  | 22  | 18  | 21,45  | ХА  |
| 18  | 76  | 26  | 18  | 42,03  | ХК  |
| 19  | 75  | 25  | 18  | 8,67  | ВР  |
| 20  | 78  | 28  | 18  | 3,27  | ПП  |

Задача 1.4.3

Оцените значение погрешности измерения температуры пара термоэлектрическим преобразователем типа *Х* в комплекте с измерительным прибором (ИП). ИП находится в помещении блочного щита, температура в котором – 20 ±1 0С. Термоэлектрический преобразователь подключен с помощью компенсационных термоэлектродных проводов. Шкала ИП *t*н – *t*в (°С), класс *k*. Показания ИП – *t* (°С). Пределы допускаемых значений погрешностей ТЭП и компенсационных термоэлектродных проводов приведены. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.12.

Таблица 1.12 *Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | Тип ТЭП  | Тип ИП  | Шкала, °С, класс ИП | Показания ИП, °С  |
| 1  | ХА  | АП  | 0… + 600; 1  | 550  |
| 2  | ХК  | ПМВ  | -100…+ 300; 1,5  | 220  |
| 3  | ВР  | АП  | + 1000… + 2500; 2  | 1750  |
| 4  | ПП  | ПМВ  | 0… + 600; 1  | 530  |
| 5  | ПР  | АП  | + 300… +800; 1,5  | 670  |
| 6  | ХКн  | ПМВ  | + 400… + 900; 1  | 710  |
| 7  | ЖК  | АП  | 0… + 300; 1  | 275  |
| 8  | МК  | ПМВ  | + 150…400; 1,5  | 330  |
| 9  | ХА  | АП  | + 400… + 800; 2  | 720  |
| 10  | ХК  | ПМВ  | + 300… + 800; 1,5  | 690  |
| 11  | ВР  | АП  | + 1500… + 2500; 2,5  | 2300  |
| 12  | ПП  | ПМВ  | + 1200… + 1600; 1  | 1500  |
| 13  | ПР  | АП  | + 800…+ 1800; 2  | 1350  |
| 14  | ХКн  | ПМВ  | + 350…+ 900; 1,5  | 780  |
| 15  | ЖК  | АП  | 0…+ 300; 2,5  | 275  |
| 16  | МК  | ПМВ  | -40…+ 125; 1  | 105  |
| 17  | ХА  | АП  | + 350… +1000; 2  | 940  |
| 18  | ХК  | ПМВ  | -100… + 100; 2,5  | 65  |
| 19  | ВР  | АП  | + 1000…+ 2500; 1  | 2100  |
| 20  | ПП  | ПМВ  | + 0 …1100; 1  | 990  |

Задача 1.5.1

Медный термопреобразователь сопротивления имеет сопротивление *R*20 при температуре *t* (°С). Определите его сопротивление при 100 и 150 °С. Температурный коэффициент сопротивления – α. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.18.

Таблица 1.18 *Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *t*, °С  | *R*20, Ом  | α, К-1  |
| 1  | 20  | 1,75  | 4,26  |
| 2  | 19  | 1,76  | 4,27  |
| 3  | 18  | 1,77  | 4,28  |
| 4  | 17  | 1,78  | 4,29  |
| 5  | 16  | 1,79  | 4,30  |
| 6  | 15  | 1,80  | 4,31  |
| 7  | 14  | 1,79  | 4,32  |
| 8  | 13  | 1,78  | 4,33  |
| 9  | 11  | 1,77  | 4,34  |
| 10  | 10  | 1,76  | 4,35  |
| 11  | 11  | 1,75  | 4,34  |
| 12  | 12  | 1,74  | 4,33  |
| 13  | 13  | 1,73  | 4,32  |
| 14  | 14  | 1,72  | 4,31  |
| 15  | 15  | 1,71  | 4,3  |
| 16  | 16  | 1,70  | 4,29  |
| 17  | 17  | 1,71  | 4,28  |
| 18  | 18  | 1,72  | 4,27  |
| 19  | 19  | 1,73  | 4,26  |
| 20  | 20  | 1,74  | 4,25  |

Задача 1.6.1

Температура газохода измеряется квазимонохроматическим (оптическим) пирометром. Стрелка пирометра показывает температуру *Т*. Определите действительную температуру газохода и систематическую погрешность измерения температуры стенки, если коэффициент теплового излучения ее составляет *ε*λ. Эффективная длина волны пирометра *λ*э. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.21.

Таблица 1.21

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *Т*, °С  | *ε*λ  | λэ, мкм  |
| 1  | 1100  | 0,75  | 0,65  |
| 2  | 1200  | 0,11  | 0,55  |
| 3  | 1300  | 0,84  | 0,45  |
| 4  | 2000  | 0,23  | 0,35  |
| 5  | 2500  | 0,98  | 0,75  |
| 6  | 3000  | 0,31  | 0,85  |
| 7  | 2700  | 0,18  | 0,95  |
| 8  | 1900  | 0,64  | 0,25  |
| 9  | 2100  | 0,44  | 0,15  |
| 10  | 1800  | 0,28  | 0,4  |
| 11  | 2200  | 0,95  | 0,5  |
| 12  | 3100  | 0,37  | 0,6  |
| 13  | 2400  | 0,22  | 0,7  |
| 14  | 2600  | 0,77  | 0,8  |
| 15  | 3500  | 0,35  | 0,9  |
| 16  | 3300  | 0,16  | 0,3  |
| 17  | 1400  | 0,62  | 0,2  |
| 18  | 2900  | 0,94  | 0,1  |
| 19  | 1700  | 0,87  | 0,45  |
| 20  | 3200  | 0,66  | 0,65  |

Задача 2.1.1

В *U*-образном манометре с водяным заполнением внутренние диаметры трубок соответственно равны *d*1 и *d*2 мм. При измерении давления уровень в первой трубке переместился на *h'* мм. Измеряемое давление считалось равным *p* кПа. Оцените погрешность, вызванную «неучетом» реального уровня во второй трубке. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *d*1, мм  | *d*2, мм  | *h'*, мм  | *р*, кПа  |
| 1  | 8,12  | 8,40  | 238  | 4,10  |
| 2  | 8,06  | 8,38  | 239  | 4,09  |
| 3  | 7,87  | 7,36  | 240  | 4,08  |
| 4  | 7,92  | 7,34  | 236  | 4,07  |
| 5  | 7,98  | 7,32  | 234  | 4,06  |
| 6  | 7,56  | 7,10  | 242  | 4,05  |
| 7  | 7,48  | 7,30  | 237  | 4,04  |
| 8  | 7,84  | 8,00  | 241  | 4,03  |
| 9  | 8,00  | 8,12  | 240  | 4,02  |
| 10  | 7,86  | 8,38  | 243  | 4,01  |
| 11  | 8,10  | 8,40  | 238  | 4,10  |
| 12  | 7,88  | 8,38  | 239  | 4,09  |
| 13  | 8,12  | 7,36  | 240  | 4,08  |
| 14  | 8,14  | 7,34  | 236  | 4,07  |
| 15  | 8,16  | 7,32  | 234  | 4,06  |
| 16  | 8,18  | 7,10  | 242  | 4,05  |
| 17  | 8,20  | 7,30  | 237  | 4,04  |
| 18  | 7,66  | 8,00  | 241  | 4,03  |
| 19  | 7,86  | 8,12  | 242  | 4,02  |
| 20  | 8,5  | 8,38  | 237  | 4,01  |

Задача 2.1.4

Показания микроманометра, заполненного этиловым спиртом, составляют *p'* кгс/м2. Угол наклона измерительной трубки – α, площадь сечений наклонной трубки и сосуда соответственно равны *F*1 и *F*2. Определить, напротив какой отметки *n* находится столбик жидкости. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | α, °  | *F*1, мм2  | *F*2, см2  | *p',* кгс/м2 |
| 1  | 30,25  | 8,12  | 200,9  | 25,8  |
| 2  | 30,29  | 8,06  | 198,8  | 25,7  |
| 3  | 30,35  | 7,87  | 196,7  | 25,8  |
| 4  | 31,52  | 7,92  | 201,4  | 25,9  |
| 5  | 31,85  | 7,98  | 200,4  | 26,1  |
| 6  | 31,24  | 7,56  | 185,5  | 30,4  |
| 7  | 31,18  | 7,48  | 183,5  | 94,5  |
| 8  | 30,89  | 7,84  | 198,4  | 12,5  |
| 9  | 31,2  | 8,00  | 197,8  | 68,6  |
| 10  | 28,2  | 7,86  | 196,3  | 75,6  |
| 11  | 26,4  | 8,10  | 189,8  | 73,2  |
| 12  | 28,6  | 7,88  | 187,3  | 74,2  |
| 13  | 29,8  | 8,12  | 197,6  | 86,8  |
| 14  | 31,2  | 8,14  | 194,8  | 92,1  |
| 15  | 31,8  | 8,16  | 198,6  | 43,5  |
| 16  | 30,9  | 8,18  | 192,6  | 56,8  |
| 17  | 30,7  | 8,20  | 199,8  | 38,6  |
| 18  | 30,6  | 7,66  | 200,2  | 72,2  |
| 19  | 28,8  | 7,86  | 200,4  | 69,7  |
| 20  | 27,4  | 8,5  | 200,6  | 70,0  |

Задача 2.2.1

Чувствительным элементом манометра является сильфон. Уравновешивание давления осуществляется за счет упругого противодействия сильфона ипружины, эффективная площадь сильфона – *S*эф, жесткость пружин – *К*п. При перемещении стрелки манометра от начала до конца шкалы донышко сильфона перемещается на *h*. Определить пределы измерения манометра. Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | *S*эф, мм2  | *К*п, Н/мм  | *h*, мм  |
| 1  | 31,5  | 0,25  | 4,5  |
| 2  | 30,2  | 0,19  | 5,0  |
| 3  | 30,1  | 0,27  | 4,5  |
| 4  | 30,3  | 0,28  | 4,3  |
| 5  | 31,4  | 0,20  | 4,2  |
| 6  | 31,6  | 0,18  | 3,9  |
| 7  | 31,2  | 0,17  | 5,1  |
| 8  | 31,1  | 0,26  | 5,5  |
|  9  | 30,9  | 0,24  | 5,9  |
| 10  | 31,3  | 0,16  | 2,0  |
| 11  | 30,4  | 0,15  | 4,3  |
| 12  | 31,9  | 0,25  | 4,0  |
| 13  | 31,4  | 0,14  | 5,0  |
| 14  | 30,6  | 0,24  | 5,6  |
| 15  | 30,8  | 0,23  | 5,1  |
| 16  | 30,9  | 0,18  | 5,7  |
| 17  | 31,0  | 0,17  | 4,9  |
| 18  | 30,8  | 0,18  | 5,0  |
| 19  | 31,7  | 0,28  | 5,8  |
| 20  | 30,7  | 0,25  | 5,9  |

Задача 2.3.1

Определить диапазон выходного напряжения пьезоэлектрического преобразователя давления при измерении давления в диапазоне 0…10 МПа, если известно, что ширина пластинки – *а* (мм), длина – *b* (мм), емкость электрической цепи – *С* (нФ). Построить статическую характеристику. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 2.11.

Таблица 2.11

*Варианты индивидуальных заданий*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта  | Материал пластины  | *a*, мм  | *b*, мм  | *C,* нФ |
| 1  | Кварц  | 10,5  | 15,2  | 0,15  |
| 2  | Дигидрофосфат аммония  | 10,3  | 18,3  | 1,5  |
| 3  | Сульфат лития  | 9,8  | 10,2  | 1,0  |
| 4  | Дигидрофосфат аммония  | 10,2  | 14,6  | 1,4  |
| 5  | Сульфоиодид сурьмы  | 10,1  | 15,8  | 10  |
| 6  | Сульфат лития  | 9,9  | 16,9  | 1,1  |
| 7  | Сегнетова соль  | 8,7  | 17,2  | 9  |
| 8  | Сульфоиодид сурьмы  | 8,9  | 16,4  | 11  |
| 9  | Дигидрофосфат аммония  | 9,5  | 16,9  | 1,3  |
| 10  | Титанат бария  | 9,2  | 17,8  | 1,5  |
| 11  | Сегнетова соль  | 10,2  | 12,9  | 9  |
| 12  | Сульфат лития  | 10,4  | 10,9  | 1,1  |
| 13  | Кварц  | 9,6  | 18,2  | 0,14  |
| 14  | Дигидрофосфат аммония  | 9,7  | 12,8  | 1,2  |
| 15  | Ниобад лития  | 8,2  | 15,9  | 1,3  |
| 16  | Титанат бария  | 9,6  | 17,8  | 1,6  |
| 17  | Дигидрофосфат аммония  | 10,2  | 19,3  | 1,6  |
| 18  | Сегнетова соль  | 10,3  | 21,2  | 9  |
| 19  | Титанат бария  | 10,4  | 18,8  | 1,4  |
| 20  | Дигидрофосфат аммония  | 9,8  | 19,9  | 1,4  |