Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра технологии машиностроения

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», 5 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны приобрести знания и навыки в областях метрологии, стандартизации и сертификации, навыки по обработке и представлению результатов измерений.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач по обработке и представлению результатов измерений. Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с теоретическим материалом курса.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Содержание
3. Введение
4. Задание 1,2,3 (по вариантам)
5. Задание 4 (развернутые ответы на 5 вопросов)
6. Заключение (выводы)
7. Список использованных источников
8. Приложения

Требования к оформлению:

Объем РГЗ(З) до 20 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок. Текст должен иллюстрироваться схемами, графиками, рисунками, таблицами. Рисунки могут быть выполнены с использованием графических редакторов. Список использованной литературы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100 -2018

На титульном листе должно быть указано название дисциплины, тема курсовой

работы, вариант задания, фамилия, имя и группа студента. Вторым листом работы должно быть содержание, где не более чем на двух уровнях (глава, параграф) перечисляются разделы с указанием страниц. Брошюровка работы должна быть книжной; поля: сверху - 2 см, слева - 2,4 см, внизу - 1,6 см, справа - 1,6 см. Шрифт набора текста должен быть 12-14 пунктов. Межстрочный интервал одинарный.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 20 до 24 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 17 до 19 баллов.*

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 16 до 12 баллов.*

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 12 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 12 до 24 баллов включительно.

4. Примерный перечень вариантов РГЗ(Р)

Задание 1. По заданному массиву измерений определить значений величины и оценить точность измерения. Записать результат измерения. Выполнить проверку на наличие промахов по критерию Граббса.

Измерения диаметра вала микрометром с ценой деления 0,01 мм показали результаты, представленные в таблице 1. При расчетах учесть, что микрометр имеет погрешность нуля, равную 0,02 мм.

Таблица 1 – Варианты к заданию 1

Номер варианта	Диаметр вала, мм																				Доверительная вероятность
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	59,87	66,24	64,19	67,67	66,35	65,82	65,15	68,44	67,77	67,25	64,04	68,07	67,03	65,99	64,89	61,58	63,26	65,23	63,82	63,98	0,99
2	61,17	56,35	54,27	51,43	51,89	56,00	56,78	56,98	57,14	57,17	54,69	57,47	56,38	55,87	53,47	57,17	58,19	58,33	56,73	55,59	0,95
3	78,95	77,85	80,05	79,53	76,84	74,50	76,45	75,20	78,82	75,03	78,18	78,66	82,09	83,50	77,21	76,10	75,39	75,58	78,63	72,68	0,98
4	53,43	51,42	54,99	50,89	49,32	56,86	52,88	52,86	54,51	55,07	56,04	55,27	53,99	52,42	55,38	53,91	53,86	57,34	55,38	51,60	0,99
5	65,06	63,98	65,82	65,11	64,92	63,85	62,50	63,05	64,18	66,26	64,64	69,21	65,92	63,76	62,64	65,37	64,52	61,51	65,61	64,58	0,95
6	41,47	46,85	41,42	46,19	44,57	42,53	43,19	40,62	47,23	44,52	41,52	45,89	45,41	43,98	41,82	41,72	45,37	43,44	41,54	43,58	0,98
7	64,76	63,04	62,35	63,87	64,47	64,91	64,70	63,40	61,20	62,85	65,47	59,90	63,61	64,36	63,15	61,01	66,80	66,35	63,77	62,73	0,99
8	77,54	77,04	79,73	76,73	77,46	76,46	81,92	76,62	78,96	78,02	75,97	79,10	79,66	77,16	77,68	80,13	73,84	82,78	78,04	74,40	0,95
9	62,08	60,20	63,94	62,57	62,74	60,23	63,93	59,61	59,47	63,23	60,96	65,05	60,79	61,08	59,77	63,17	63,87	63,02	62,43	63,26	0,98
10	74,01	73,23	69,46	72,25	77,07	77,44	73,74	72,95	75,61	70,97	72,93	75,12	76,71	76,32	75,56	72,45	75,03	73,68	76,37	74,24	0,99
11	69,76	68,62	70,48	70,25	70,74	68,10	70,10	73,66	71,11	72,96	68,33	69,24	68,24	75,26	69,87	75,84	67,49	70,72	67,45	69,77	0,95

12	72,78	66,48	72,31	68,70	68,31	71,28	69,35	68,13	70,46	70,33	69,56	69,63	70,30	70,49	71,92	71,70	70,44	70,97	70,13	69,17	0,98
13	49,33	52,40	51,41	53,75	49,73	49,37	51,66	52,17	51,56	50,37	51,10	48,32	52,42	51,70	51,74	52,13	52,84	49,05	51,51	53,36	0,99
14	56,13	54,01	54,64	50,00	54,30	57,40	52,47	53,78	52,41	51,55	50,96	55,67	55,51	54,74	51,40	52,53	50,61	50,57	54,15	55,26	0,95
15	70,59	70,10	69,90	69,31	70,19	70,37	68,31	69,44	71,64	69,39	72,25	73,84	72,65	71,56	69,31	73,54	68,08	67,35	71,94	70,49	0,98
16	65,41	68,27	61,93	67,16	65,64	63,93	62,34	64,88	63,36	63,75	67,66	65,11	65,69	62,45	64,81	64,24	64,84	66,49	64,90	64,25	0,99
17	68,50	67,68	68,05	66,98	62,48	68,61	64,96	68,14	69,71	67,47	68,85	67,50	66,90	69,10	67,78	66,78	70,92	68,18	65,66	66,87	0,95
18	68,49	72,03	74,05	71,29	66,90	69,84	67,54	71,44	68,49	72,77	72,92	71,21	71,90	72,83	66,37	68,44	71,82	71,32	69,16	67,71	0,98
19	62,07	64,62	63,17	63,05	63,31	64,82	65,69	65,72	64,12	64,55	65,66	66,56	61,87	64,65	63,49	62,66	61,80	66,11	60,98	63,62	0,99
20	56,28	54,87	56,15	54,40	54,92	53,46	57,65	53,70	54,77	57,51	58,42	57,52	57,22	56,49	55,20	58,04	54,42	58,10	54,42	54,55	0,95

Пояснения к заданию 1.

Диаметр вала, мм										Доверительная вероятность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
33,38	31,36	34,93	30,84	29,26	36,80	32,80	32,80	34,45	35,01	0,99

Погрешность микрометра является систематической погрешностью, которую можно исключить, внеся соответствующую поправку.

Диаметр вала, мм										Доверительная вероятность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
33,37	31,35	34,92	30,83	29,25	36,79	32,81	32,79	34,44	35,00	0,99

Определяется среднее арифметическое $\overline{d}$ единичных наблюдений:

$$\overline{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n}$$

где d_i - единичное измерение диаметра вала микрометром, мм
n – количество измерений одним средством измерения

$$\overline{d} = \frac{33{,}37 + 31{,}35 + 34{,}92 + 30{,}83 + 29{,}25 + 36{,}79 + 32{,}81 + 32{,}79 + 34{,}44 + 35}{10} =$$

$$= 33{,}15 \text{ мм}$$

Среднее квадратическое отклонение отдельного результата S_d:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (d_i - \overline{d})^2}{n-1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{(33{,}37 - 33{,}15)^2 + (31{,}35 - 33{,}15)^2 + (34{,}92 - 33{,}15)^2 + (30{,}83 - 33{,}15)^2 +}{9}}$$

$$\sqrt{\frac{+(29{,}25-33{,}15)^2+(36{,}79-33{,}15)^2+(32{,}81-33{,}15)^2+}{+(32{,}79-33{,}15)^2+(34{,}44-33{,}15)^2+(35-33{,}15)^2}}=2{,}25\text{ мм}$$

Проверим наличие промахов по критерию Граббса.

Если число наблюдений в выборке $n \leq 40$, то для выявления результатов наблюдения, содержащих грубую погрешность, используется статистический критерий Граббса G_T.

При проведении проверки результата наблюдения на наличие погрешности по критерию Граббса, вычисляются значения критериев G_1 и G_2 для минимального d_{min} и максимального d_{max} результатов наблюдений, исходя из предположения, что эти результаты выборки (d_{min} или d_{max}), возможно, содержат грубую погрешность.

$$G_1=\frac{|d_{max}-\overline{d}|}{S_d}=\frac{|36{,}79-33{,}15|}{2{,}25}=1{,}62$$
$$G_2=\frac{|d_{min}-\overline{d}|}{S_d}=\frac{|29{,}25-33{,}15|}{2{,}25}=1{,}73$$

Полученные значения G_1 или G_2 сравниваются с теоретическим (тестовым) значением критерия Граббса $G_T(n=10,\ q=1\%)=2{,}482$ (критические значения G_T для критерия Граббса). В данном случае $G_1 < G_{Td}$ и $G_2 < G_{Td}$, поэтому тестируемые результаты (d_{min} и d_{max}) признаются корректными (не считаются промахом, не содержат грубую погрешность) и не исключаются из совокупности наблюдений.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического $S_{\overline{d}}$:

$$S_{\overline{d}}=\frac{S}{\sqrt{n}}$$
$$S_{\overline{d}}=\frac{2{,}25}{\sqrt{10}}=0{,}71\text{ мм}$$

Доверительный интервал:

$$\Delta=t_P\cdot S_{\overline{d}}$$

P = 99%, количество измерений n = 10, при этих условиях t_P = 3,25 (критическое значение коэффициента Стьюдента)

$$\Delta=3{,}25\cdot 0{,}71=2{,}31\text{ мм}$$

Относительная погрешность:

$$\delta=\frac{\Delta}{\overline{d}}\cdot 100\%$$
$$\delta=\frac{2{,}31}{33{,}15}\cdot 100\%=6{,}97\%$$

Результат измерений:

$$d=\overline{d}+\Delta d\ ,\qquad P=0{,}99$$
$$d=33{,}15\pm 2{,}31\text{ мм}\ ,\qquad P=0{,}99$$

Задание 2. По проведённым десяти измерениям определить результат неравноточных измерений и погрешности. Измерение диаметра вала микрометрами первого и второго классов точности с ценой деления 0,01 мм показали значения, приведённые в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные к заданию 2

Номер варианта	Диаметр вала, мм										Доверительная вероятность
	Микрометр, 1 кл. точн.						Микрометр, 2 кл. точн.				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
1	27,46	27,35	27,42	27,26	27,43	27,45	27,12	27,25	27,33	27,31	0,99
2	30,03	30,16	30,24	30,10	30,12	30,01	30,42	30,13	29,82	30,06	0,95
3	28,76	28,63	28,52	28,78	28,61	28,56	28,62	28,32	28,31	28,34	0,98
4	22,89	23,16	22,84	23,03	22,89	23,01	23,02	22,88	23,00	22,71	0,99
5	71,96	71,70	71,87	71,79	71,90	71,78	71,94	71,79	71,79	71,86	0,95
6	55,82	55,97	55,96	55,96	56,09	55,97	56,12	55,42	56,15	55,99	0,98
7	62,99	63,24	62,96	63,04	63,07	63,16	63,03	63,30	63,37	63,15	0,99
8	47,15	47,14	47,11	47,21	47,11	47,15	47,51	47,16	47,27	47,20	0,95
9	16,68	16,60	16,61	16,57	16,62	16,63	16,73	16,50	16,66	16,72	0,98
10	29,57	29,61	29,45	29,42	29,43	29,47	29,19	29,13	29,66	29,47	0,99
11	43,07	43,16	43,14	43,23	43,24	43,07	43,11	42,86	43,00	43,04	0,95
12	60,52	60,53	60,62	60,41	60,58	60,61	60,39	60,54	60,56	60,49	0,98
13	62,58	62,74	62,74	62,74	62,71	62,72	62,88	62,38	62,63	62,63	0,99
14	33,88	33,90	33,61	33,87	33,83	33,91	33,52	33,88	33,78	33,82	0,95
15	82,36	82,65	82,49	82,38	82,48	82,38	82,26	82,66	82,28	82,43	0,98
16	51,22	51,29	51,31	51,29	51,25	51,28	51,05	51,09	51,44	51,07	0,99
17	45,28	45,22	45,25	45,00	45,03	45,11	45,22	45,34	45,09	44,66	0,95
18	8,43	8,23	8,47	8,26	8,33	8,44	8,58	8,40	8,18	8,57	0,98
19	53,24	53,18	53,06	53,11	53,11	53,25	53,10	53,09	53,20	53,12	0,99
20	56,41	56,63	56,53	56,54	56,69	56,43	56,50	56,50	57,09	56,65	0,95

Пояснения к заданию 2.

Диаметр вала, мм										Доверительная вероятность
Микрометр, 1 кл. точн.						Микрометр, 2 кл. точн.				
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
64,00	64,00	63,99	63,99	63,99	64,02	64,01	64,03	63,95	64,04	0,99

Определяется среднее арифметическое измерений диаметра вала микрометра первого и второго классов точности:

$$\overline{d_1} = \frac{\sum_{i=1}^{n1} d_{1i}}{n_1}$$

где d_{1i} - единичное измерение диаметра вала микрометром 1 кл. точности, мм

n_1 – количество измерений одним средством измерения

$$\overline{d_1} = \frac{64 + 64 + 63{,}99 + 63{,}99 + 64{,}02 + 63{,}99}{6} = 64{,}00 \text{ мм}$$

$$\overline{d_2} = \frac{\sum_{i=1}^{n2} d_{2i}}{n_2}$$

где d_{2i} - единичное измерение диаметра вала микрометром 2 кл. точности, мм
n_2 – количество измерений одним средством измерения

$$\overline{d_2} = \frac{\sum_{i=1}^{n2} d_{2i}}{n_2} = \frac{64{,}01 + 64{,}03 + 63{,}95 + 64{,}04}{4} = 64{,}01 \text{ мм}$$

Определяется среднее квадратическое отклонение среднего арифметического:

$$S_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n1} (d_{1i} - \overline{d_1})^2}{n_1(n_1 - 1)}$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{(64{,}00-64{,}00)^2+(64{,}00-64{,}00)^2+3*(63{,}99-64{,}00)^2+(64{,}02-64{,}00)^2}{6\cdot(6-1)}} = 0{,}0059 \text{ мм}$$

$$S_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n2} (d_{2i} - \overline{d_2})^2}{n_2(n_2 - 1)}$$

$$S_2 = \sqrt{\frac{(64{,}01 - 64{,}01)^2 + (64{,}03 - 64{,}01)^2 + (63{,}95 - 64{,}01)^2 + (64{,}04 - 64{,}01)^2}{4 \cdot (4 - 1)}} = 0{,}0286 \text{ мм}$$

Наряду со средней квадратической погрешностью при обработке неравноточных измерений пользуются относительной характеристикой точности – весом измерения (p_i). Обычно веса считают обратно пропорциональными их средним квадратическим отклонениям:

$$p_i = \frac{1}{S_i^2}$$

$$p_1 = \frac{1}{0{,}000035} = 28727 \qquad p_2 = \frac{1}{0{,}00082} = 1222{,}55$$

Тогда наиболее вероятное значение результата измерения может быть найдено по формуле:

$$\overline{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \overline{d_i}}{\sum_{i=1}^{n} p_i}$$

$$\overline{d} = \frac{28727 \cdot 64{,}00 + 1222{,}55 \cdot 64{,}01}{28727 + 1222{,}55} = 64{,}00 \text{ мм}$$

Среднее квадратическое отклонение S_p:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot (\overline{d_i} - \overline{d})^2}{\sum_{i=1}^{n} p_i}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{28727 \cdot (64 - 64)^2 + 1222{,}55 \cdot (64{,}01 - 64)^2}{28727 + 1222{,}55}} = 0{,}002 \text{ мм}$$

Оценивается погрешность:

$$\Delta = t_P \cdot S_p$$

P = 99%, количество серий измерений n = 2, при этих условиях t_P = 63,68

Тогда

$$\Delta = 63{,}68 \cdot 0{,}002 = 0{,}13 \text{ мм.}$$

Результат измерения диаметра:

$$d = 64{,}00 \pm 0{,}13 \text{ мм} \ , \quad P = 0{,}99$$

Задание 3. Определить результат косвенного измерения радиуса R на универсальном микроскопе УИМ-23 по результатам измерений длины хорды a и стрелки сегмента B. Радиус рассчитывается по формуле $R = \frac{a^2}{8B} + \frac{B}{2}$. Результаты измерений длины хорды a и стрелки сегмента B представлены в таблице 3. Доверительная вероятность P = 0,95.

Таблица 3 – Исходные данные к заданию 3

Номер варианта	Параметр	Измеренные значения, мм										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	*a*	40,251	40,192	40,101	40,020	40,068	40,205	39,958	40,271	40,185	40,031	40,124
	B	47,851	47,846	47,819	47,837	47,755	47,759	47,786	47,925	47,816	47,777	47,725
2	*a*	40,581	40,536	40,456	40,738	40,695	40,701	40,641	40,573	40,542	40,688	40,706
	B	47,298	47,174	47,079	47,229	47,153	47,273	47,264	47,325	47,264	47,153	47,177
3	*a*	30,038	29,897	29,983	29,883	29,828	29,968	29,960	29,950	29,945	29,680	29,881
	B	46,146	46,253	46,092	46,313	46,257	46,037	46,304	46,084	46,249	46,070	46,249
4	*a*	22,988	23,157	22,871	23,060	22,986	22,994	23,088	23,184	23,126	22,960	23,135
	B	44,053	44,202	43,997	44,022	44,109	44,131	43,956	43,859	43,901	44,224	44,155
5	*a*	30,153	30,019	29,986	29,915	29,903	30,070	29,945	30,152	29,923	29,906	29,968
	B	57,707	57,681	57,746	57,558	57,724	57,599	57,758	57,730	57,709	57,841	57,780
6	*a*	43,129	43,458	43,293	43,334	43,196	43,078	43,344	43,215	43,264	43,269	43,101
	B	60,951	60,856	60,831	60,617	60,921	60,771	60,783	61,051	60,993	60,809	60,837
7	*a*	32,402	32,104	32,301	32,435	32,219	32,299	32,151	32,529	32,320	32,393	32,461
	B	44,441	44,027	44,022	44,152	44,033	43,999	44,138	44,122	44,172	44,102	44,070
8	*a*	39,192	39,083	39,312	39,106	39,171	39,313	39,261	39,445	39,305	39,136	39,222
	B	55,300	55,470	55,309	55,403	55,316	55,487	55,339	55,291	55,526	55,482	55,224
9	*a*	47,127	47,232	47,199	47,272	47,132	47,181	47,072	47,257	47,231	47,021	47,176
	B	45,182	45,274	45,244	45,030	45,083	45,055	45,226	44,943	45,181	44,960	45,160
10	*a*	34,013	34,021	34,225	34,015	33,952	34,015	33,963	34,004	34,068	33,918	34,053
	B	38,194	38,295	38,274	38,268	38,118	37,994	38,177	38,066	38,088	38,122	37,955
11	*a*	29,554	29,603	29,644	29,597	29,676	29,773	29,540	29,402	29,647	29,596	29,673
	B	49,810	49,759	49,666	49,784	49,710	49,893	49,699	49,698	49,564	49,583	49,571
12	*a*	36,786	36,799	36,608	36,696	36,829	36,738	36,566	36,737	36,604	36,768	36,764
	B	48,452	48,459	48,407	48,323	48,577	48,445	48,274	48,410	48,379	48,374	48,482
13	*a*	42,752	43,005	42,985	43,100	43,030	42,871	42,961	43,057	42,886	43,012	42,934
	B	48,314	48,000	48,149	48,089	48,282	48,243	48,096	48,314	48,233	48,038	48,188
14	*a*	37,606	37,766	37,570	37,511	37,778	37,713	37,580	37,625	37,792	37,613	37,588
	B	54,516	54,715	54,715	54,914	54,871	54,880	54,890	54,769	54,701	54,675	54,617
15	*a*	41,335	41,431	41,355	41,315	41,229	41,321	41,396	41,540	41,202	41,367	41,269
	B	50,981	51,237	51,082	51,081	51,007	51,157	51,079	51,190	50,899	51,028	50,968
16	*a*	31,545	31,630	31,634	31,647	31,679	31,611	31,650	31,829	31,646	31,615	31,496
	B	49,114	49,262	49,034	49,097	49,280	49,157	49,002	49,094	49,300	49,070	49,008
17	*a*	31,808	31,659	31,828	31,788	31,599	31,703	31,642	31,539	31,585	31,584	31,687
	B	39,389	39,165	39,254	38,954	39,209	39,366	39,262	39,189	39,319	39,277	39,129
18	*a*	40,770	40,514	40,488	40,542	40,511	40,752	40,558	40,604	40,616	40,742	40,477
	B	52,313	52,497	52,576	52,341	52,452	52,452	52,511	52,534	52,303	52,549	52,487
19	*a*	34,928	34,823	34,993	34,880	34,973	34,976	34,955	34,820	34,972	34,909	34,926
	B	42,750	42,827	42,666	42,694	42,857	42,799	42,767	42,616	42,711	42,717	42,626
20	*a*	43,454	43,300	43,491	43,387	43,358	43,394	43,307	43,450	43,323	43,375	43,508
	B	44,400	44,568	44,400	44,326	44,337	44,363	44,413	44,407	44,343	44,371	44,348

Пояснения к заданию 3.

Параметр	Измеренные значения, мм										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a	21,018	21,031	21,179	20,965	20,827	21,014	20,962	20,825	20,876	20,771	20,928
B	50,991	51,015	51,009	50,886	51,084	50,948	51,003	51,123	51,137	51,000	51,044

Определяется среднее арифметическое а и В единичных наблюдений:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i}{n}$$

где a_i - единичное измерение длины хорды, мм
n – количество измерений одним средством измерения

$$\bar{a} = \frac{21{,}018 + 21{,}031 + 21{,}179 + 20{,}965 + 20{,}827 + 21{,}014 + 20{,}962 + 20{,}825 + 20{,}876 + 20{,}771 + 20{,}928}{11}$$

$= 20{,}95$ мм

$$\bar{B} = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_i}{n}$$

где B_i - единичное измерение стрелки сегмента, мм
n – количество измерений одним средством измерения

$$\bar{B} = \frac{50{,}991 + 51{,}015 + 51{,}009 + 50{,}886 + 51{,}084 + 50{,}948 + 51{,}003 + 51{,}123 + 51{,}137 + 51{,}000 + 51{,}044}{11}$$

$= 51{,}02$ мм

Для удобства расчетов составим промежуточную таблицу 4:

Таблица 4 - Промежуточные данные 4

№ n/n	*a*, мм	$a_i - \bar{a}$	$\left(a_i - \bar{a}\right)^2$	*B*, мм	$B_i - \bar{B}$	$\left(B_i - \bar{B}\right)^2$
1	21,018	0,068	0,004624	50,991	-0,029	0,000841
2	21,031	0,081	0,006561	51,015	-0,005	0,000025
3	21,179	0,229	0,052441	51,009	-0,011	0,000121
4	20,965	0,015	0,000225	50,886	-0,134	0,017956
5	20,827	-0,123	0,015129	51,084	-0,936	0,876096
6	21,014	0,064	0,004096	50,948	-0,072	0,005184
7	20,962	0,012	0,000144	51,003	-0,017	0,000289
8	20,825	-0,125	0,015625	51,123	0,103	0,010609
9	20,876	-0,074	0,005476	51,137	0,117	0,013689
10	20,771	-0,179	0,032041	51,000	-0,020	0,000400
11	20,928	-0,022	0,000484	51,044	0,024	0,000576
	Σ = 230,45		Σ = 0,136846	Σ = 561,22		Σ = 0,925786

Определим среднее квадратичные отклонения среднего арифметического длины хорды и стрелки сегмента:

$$S_{\overline{a}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i - \overline{a})^2}{n(n-1)}}$$

$$S_{\overline{a}} = \sqrt{\frac{0{,}004624 + 0{,}006561 + 0{,}052441 + 0{,}000225 + +0{,}015129 + 0{,}004096 + 0{,}000144 +}{11 \cdot (11-1)}}$$

$$\sqrt{\frac{+0{,}015625 + +0{,}005476 + 0{,}032041 + 0{,}00048}{}} = 0{,}0012 \text{ мм}$$

$$S_{\overline{B}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(B_i - \overline{B})^2}{n(n-1)}}$$

$$S_{\overline{B}} = \sqrt{\frac{0{,}000841 + 0{,}000025 + 0{,}000121 + 0{,}017956 + 0{,}876096 + 0{,}005184 + 0{,}000289 +}{11 \cdot (11-1)}}$$

$$\sqrt{\frac{+0{,}010609 + 0{,}013689 + 0{,}000400 + 0{,}000576}{}} = 0{,}0084 \text{ мм}$$

Определяем дисперсию длин хорды a и стрелки сегмента B:

$$S_{\overline{a}}^2 = 0{,}0012^2 = 0{,}00000144$$
$$S_{\overline{B}}^2 = 0{,}0084^2 = 0{,}00007056$$

Радиус R рассчитаем по формуле: $R = \frac{a^2}{8B} + \frac{B}{2}$

Эта зависимость нелинейная, поэтому для нахождения результата измерения и оценки его погрешностей следует воспользоваться методом линеаризации. При этом предварительно следует проверить выполняется ли неравенство:

$$|N| < {}^{0,8}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)^2 S_{\overline{x}_i}^2}$$

При линеаризации функции $R = \frac{a^2}{8B} + \frac{B}{2}$ остаточный член равен

$$N = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial^2 F}{\partial x_i^2}(\Delta x_i)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 R}{\partial a^2}(\Delta a)^2 + \frac{\partial^2 R}{\partial B^2}(\Delta B)^2 + 2\frac{\partial^2 R}{\partial a \partial B}(\Delta a \Delta B)\right)$$

Определяем частные производные:

$$\frac{\partial R}{\partial a} = \frac{a}{4B}$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial a^2} = \frac{1}{4B}$$

$$\frac{\partial R}{\partial B} = \frac{1}{2} - \frac{a^2}{8B}$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial B^2} = \frac{a^2}{8B^2}$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial a \partial B} = -\frac{a}{4B^2}$$

Подставляя значения частных производных в формулу для остаточного члена и учитывая, что значения $\Delta a_{max} = 0{,}229$ мм, $\Delta B_{max} = 0{,}117$ мм получим:

$$N = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4B}\Delta a^2 + \frac{a^2}{8B^2}\Delta B^2 + 2\left(-\frac{a}{4B^2}\right)\Delta a \Delta B\right)$$

$$N = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{1}{4\cdot 51{,}02}\cdot 0{,}229^2 + \frac{20{,}95^2}{8\cdot 51{,}02^2}\cdot 0{,}117^2 + 2\cdot\left(-\frac{20{,}95}{4\cdot 51{,}02^2}\right)\cdot 0{,}229\cdot 0{,}117\right) = 2{,}19\cdot 10^{-4}\ \text{мм}$$

Числовое значение N необходимо сравнить с числовым значением 0,8S(R), которое определяется по формуле:

$$S(R) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)^2 \cdot S^2_{\bar{x}_i}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{a}{4B}\right)^2 \cdot S^2_{\bar{a}_i} + \left(\frac{1}{2} - \frac{a^2}{8B}\right)^2 \cdot S^2_{B_i}}$$

$$S(R) = \sqrt{\left(\frac{20{,}95}{4\cdot 51{,}02}\right)^2 \cdot 0{,}00000144 + \left(\frac{1}{2} - \frac{20{,}95^2}{8\cdot 51{,}02}\right)^2 \cdot 0{,}00007056} = 0{,}051$$

Так как $2{,}19\cdot 10^{-4} < 0{,}08$, то условие неравенства выполняется.

Определим радиус по соответствующей формуле: $\overline{R} = \frac{\overline{a}^2}{8\overline{B}} + \frac{\overline{B}}{2}$

$$\overline{R} = \frac{20{,}95^2}{8\cdot 51{,}02} + \frac{51{,}02}{2} = 26{,}59 мм$$

Результат измерения:

$$R = \overline{R} + \Delta R\ , \qquad P = 0{,}95$$

R=26,59±0,05 мм, P=0,95

Относительная погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta}{\overline{R}}\cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{0{,}05}{26{,}59}\cdot 100\% = 0{,}19\%$$

Задание 4. Дать развернутые ответы на вопросы. Номера вопросов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Номера вопросов к заданию 4

Номер варианта	Раздел				
	Метрология		Стандартизация		Сертификация
1, 31, 61	13	20	13	20	1
2, 32, 62, 99	12	5	12	5	2
3, 33, 63	17	10	17	10	3
4, 34, 64, 91	5	21	5	21	4
5, 35, 65	25	12	25	12	5
6, 36, 66	1	18	1	18	6
7, 37, 67, 92	24	11	24	11	7
8, 38, 68	19	14	19	14	8
9, 39, 69, 100	11	13	26	13	9
10, 40, 70	7	17	7	17	10
11,41, 71, 93	16	8	16	8	11
12, 42, 72	2	22	2	22	12
13, 43, 73	15	20	15	20	13
14, 44, 74	13	5	13	5	14
15, 45, 75, 94	8	7	8	7	15
16, 46, 76	4	14	4	14	16
17, 47, 77	2	21	2	21	17
18, 48, 78	9	20	9	20	18
19, 49, 79, 95	10	23	10	23	19
20, 50, 80	20	9	20	9	20
21, 51, 81	22	7	26	7	21
22, 52, 82, 96	3	21	3	21	8
23, 53, 83	11	5	11	5	9
24, 54, 84	6	24	6	24	7
25, 55, 85	18	5	18	5	5
26, 56, 86, 97	19	6	19	6	6
27, 57, 87	14	1	14	1	1
28, 58, 88	23	19	23	19	3
29, 59, 89, 98	21	9	21	9	11
30, 60, 90	17	22	17	22	15

МЕТРОЛОГИЯ

1. Метрология. Теоретическая, законодательная и прикладная метрология
2. Величины. Единицы величин. Размерность.
3. Шкалы измерений.
4. Классификация видов и методов измерений.
5. Испытание и контроль. Классификация.
6. Погрешности измерений. Причины их возникновения.
7. Обработка и представление прямых равноточных и неравноточных измерений.
8. Обработка и представление косвенных измерений.
9. Средства измерения. Классификация.
10. Средства контроля. Классификация.
11. Метрологические характеристики средств измерений.
12. Классы точности средств измерений.
13. Выбор средств измерений.

14. Единство измерений. Теоретические, правовые, технические и организационные основы обеспечения единства измерений (общие представления).
15. Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений».
16. Органы и службы, обеспечивающие единство измерений в России.
17. Структура и функции метрологической службы предприятия, организации, учреждения, являющиеся юридическими лицами.
18. Государственный метрологический контроль и надзор за соблюдением требований технических регламентов в области обеспечения единства измерений.
19. Поверка и калибровка средств измерений.
20. Международные и региональные органы по метрологии.
21. Метрологическая экспертиза технической документации.
22. История эталонов основных единиц величин системы СИ.
23. Эталонная база Российской Федерации.
24. Выявление грубых погрешностей (промахов).
25. Методы выявления и исключения систематических погрешностей.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ
1. Стандартизация. Цели, принципы, задачи. Зачем нужна стандартизация?
2. Области и объекты стандартизации.
3. Национальная система стандартизации России.
4. Нормативно-технические документы в области стандартизации.
5. Правовые основы стандартизации.
6. Органы и службы по стандартизации в России.
7. Научные и методические основы стандартизации.
8. Методы стандартизации.
9. Параметрическая стандартизация.
10. Категории и виды стандартов.
11. Международная стандартизация.
12. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований технических регламентов.
13. Региональная стандартизация. Стандартизация в странах ЕС.
14. Стандартизация на предприятиях (объекты, документы, структура и т.д.).
15. Основные понятия и принципы технического регулирования.
16. Цели технического регулирования.
17. Технические регламенты и порядок их разработки.
18. Межотраслевая стандартизация (ЕСКД, ЕСДП, ЕСТПП, ЕСТД).
19. Национальные стандарты РФ и порядок их разработки.
20. Основополагающие стандарты.
21. Стандарты организаций и порядок их разработки.
22. Технические условия. Порядок их разработки, утверждения и внедрения.
23. Основные положения закона РФ «О техническом регулировании»
24. Региональная стандартизация. Межгосударственная система стандартизации (МГСС).
25. Основные положения закона РФ «О стандартизации в Российской Федерации».
26. Опережающая стандартизация.

СЕРТИФИКАЦИЯ
1. Оценка соответствия. История вопроса.
2. Добровольный и обязательный характер подтверждения соответствия. Цели, принципы, задачи.
3. Отличительные признаки добровольного и обязательного подтверждения соответствия.
4. Отличительные признаки обязательной сертификации и декларирования соответствия.
5. Системы сертификации.

6. Схемы сертификации.
7. Системы доказательств в ЕС. Модульные оценки соответствия.
8. Качество продукции. Показатели. Методы оценки.
9. Качество услуг. Показатели. Методы оценки.
10. Уровни качества продукции. Методы оценки.
11. Системы сертификации в России.
12. Органы по сертификации и испытательные лаборатории и их аккредитация.
13. Сертификация продукции. Этапы проведения.
14. Сертификация услуг. Этапы проведения.
15. Сертификация систем менеджмента качества. Этапы проведения.
16. Правовые основы сертификации.
17. Сертификация на международном и региональном уровнях.
18. Декларирование соответствия. Схемы декларирования.
19. Системы менеджмента качества. Стандарты ГОСТ Р ИСО 9000
20. Участники сертификации.
21. Основные положения закона «О техническом регулировании» применительно к оценке соответствия.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра *технологии машиностроения*

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
Расчетно-графической работе

По дисциплине: МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Тема работы: _____

Выполнил: .....
(ФИО и подпись студента)

Группа .....

.....
(факультет)

Направление *XX.XX.XX – "Наименование направления"*
(код и наименование)

.....

Руководитель .....
(подпись, инициалы, фамилия)

Новосибирск 20XX г.