Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретических основ радиотехники

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 научиться решать задачи в области метрологии и радиотехнических измерений.

Обязательным элементом РГЗ(Р) является решение задач.

Номер задания соответствует последним двум цифрам в номере зачетной книжки (студенческого билета).

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

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с конспектом лекций и учебным пособием «Метрология, стандартизация и сертификация [учебное пособие] Ю. В. Морозов; Новосиб. гос. техн. ун-т Новосибирск Изд-во НГТУ 2021».

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. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)
5. Задание 4 (по вариантам)
6. Задание 5 (по вариантам)

Требования к оформлению:

Объем РГЗ(З) до 10 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.

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. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки

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, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25……. до 30……. 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 обоснования решения задач; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне. Оценка составляет *от 20……. до 24……. 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 обоснования решения задач; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне. Оценка составляет *от 14……. до 19……. баллов.*

РГЗ(Р) считается **не выполненной**, если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте обоснования решения задач 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 об не сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Оценка составляет *менее 14 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 14 до 30 баллов включительно.

4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

Расчетно-графическое задание

Задача №1

В таблице приведены данные многократных измерений некоторых величин в соответствии с индивидуальным вариантом задания. Необходимо найти доверительный интервал, в котором находится результат измерений с вероятностью 0,95, и записать результат измерений в стандартной форме. В процессе нахождения доверительного интервала следует проверить наличие промахов и при необходимости исключить их.

Вариант	i / Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	U, В	2,101	2,503	2,222	2.331	2,415	2,534	2,625	2,421	2,502	2,111
2	I, мА	5,101	5,503	5,225	5.333	5,415	5,534	5,625	5,423	5,502	5,121
3	f, кГц	7,102	7,510	7,228	7.335	7,425	7,634	7,623	7,421	7,510	7,321
4	P, мВт	10,10	10,50	10,22	10.33	10,41	10,53	10,62	10,42	10,50	10,12
5	U, В	3,101	3,503	3,222	3.331	3,415	3,534	3,625	3,421	3,502	3,111
6	I, мА	6,101	6,503	6,225	6.333	6,415	6,534	6,625	6,423	6,502	6,121
7	f, кГц	8,102	8,510	8,228	8.335	8,425	8,634	8,623	8,421	8,510	8,321
8	P, мВт	11,10	11,50	11,22	11.33	11,41	11,53	11,62	11,42	11,50	11,12
9	U, В	1,101	1,503	1,222	1.331	1,415	1,534	1,625	1,421	1,502	1,111
10	I, мА	2,101	2,503	2,225	2.333	2,415	2,534	2,625	2,423	2,502	2,121
11	f, кГц	3,102	3,510	3,228	3.335	3,425	3,634	3,623	3,421	3,510	3,321
12	P, мВт	12,10	12,50	12,22	12.33	12,41	12,53	12,62	12,42	12,50	12,12
13	U, В	7,101	7,503	7,222	7.331	7,415	7,534	7,625	7,421	7,502	7,111
14	I, мА	9,101	9,503	9,225	9.333	9,415	9,534	9,625	9,423	9,502	9,121
15	f, кГц	8,102	8,510	8,228	8.335	8,425	8,634	8,623	8,421	8,510	8,321
16	P, мВт	13,10	13,50	13,22	13.33	13,41	13,53	13,62	13,42	13,50	13,12
17	U, В	2,101	2,503	2,222	2.331	2,415	2,534	2,625	2,421	2,502	2,111
18	I, мА	5,101	5,503	5,225	5.333	5,415	5,534	5,625	5,423	5,502	5,121
19	f, кГц	7,102	7,510	7,228	7.335	7,425	7,634	7,623	7,421	7,510	7,321
20	P, мВт	10,10	10,50	10,22	10.33	10,41	10,53	10,62	10,42	10,50	10,12
21	U, мВ	2,101	2,503	2,222	2.331	2,415	2,534	2,625	2,421	2,502	2,111
22	I, мкА	5,101	5,503	5,225	5.333	5,415	5,534	5,625	5,423	5,502	5,121
23	f, кГц	7,102	7,510	7,228	7.335	7,425	7,634	7,623	7,421	7,510	7,321
24	P, мкВт	10,10	10,50	10,22	10.33	10,41	10,53	10,62	10,42	10,50	10,12
25	U, мВ	3,101	3,503	3,222	3.331	3,415	3,534	3,625	3,421	3,502	3,111

26	I, мкА	6,101	6,503	6,225	6.333	6,415	6,534	6,625	6,423	6,502	6,121
27	f, кГц	8,102	8,510	8,228	8.335	8,425	8,634	8,623	8,421	8,510	8,321
28	P, мкВт	11,10	11,50	11,22	11.33	11,41	11,53	11,62	11,42	11,50	11,12
29	U, мкВ	1,101	1,503	1,222	1.331	1,415	1,534	1,625	1,421	1,502	1,111
30	I, мкА	2,101	2,503	2,225	2.333	2,415	2,534	2,625	2,423	2,502	2,121

Указания к решению

Для решения данной задачи необходимо воспользоваться алгоритмом, приведенным в параграфе 1.3. Обратите внимание на проверочные вычисления, которые необходимо выполнить, чтобы не получить ошибочный результат.

Задача №2

Собрана электрическая схема, которая состоит из двух последовательных сопротивлений R1, R2, подключенных к источнику напряжения u(t). Параллельно одному сопротивлению R2 подключен вольтметр, который имеет входное сопротивление Rv и емкость Cv. Выражение для u(t) и значения R1, R2, Rv, Cv приведены в таблице для индивидуальных вариантов задания. Требуется найти относительную погрешность измерения напряжения, обусловленную входными сопротивлением и емкостью вольтметра.

Вари-ант	u(t), В	R1, МОм	R2, МОм	Rv, МОм	Cv, пФ
1	10	1	2	10	-
2	5	2	1	10	-
3	5 sin (314 t)	5	5	1	1
4	1 sin (314 t)	5	10	1	2
5	1	1	2	5	-
6	10	2	1	5	-
7	20 sin (314 t)	5	5	10	5
8	5 sin (314 t)	5	10	10	10
9	10	10	20	10	-
10	5	20	10	10	-
11	5 sin (314 t)	1	2	1	1
12	1 sin (314 t)	5	2	1	2
13	1	10	20	5	-
14	10	20	10	5	-
15	20 sin (314 t)	15	15	10	5
16	5 sin (314 t)	15	20	10	10
17	20	1	2	10	-
18	15	2	1	10	-

19	5 sin (314 t)	5	5	1	1
20	1 sin (314 t)	5	10	1	2
21	2	1	2	5	-
22	1	2	1	5	-
23	20 sin (314 t)	5	5	10	1
24	5 sin (314 t)	5	10	10	2
25	5	1	2	10	-
26	1	2	1	10	-
27	2 sin (314 t)	5	5	1	1
28	5 sin (314 t)	5	10	1	2
29	5	1	2	5	-
30	2	2	1	5	-

Указание к решению.

Во-первых, чтобы найти погрешность измерения напряжения из-за входного сопротивления и входной емкости вольтметра, необходимо составить схему замещения исследуемой электрической цепи, в которую включен идеальный вольтметр. Для этой схемы необходимо рассчитать падение напряжения на участке цепи, параллельно которому подключен вольтметр. Затем необходимо составить схему замещения исследуемой электрической цепи, в которую включен реальный вольтметр с заданным входным сопротивлением и заданной входной емкостью. Для данной схемы также следует рассчитать падение напряжения на участке цепи, параллельно которому подключен вольтметр. Теперь можно найти абсолютную и относительную погрешности измерения напряжения в соответствии с их определениями.

Задача №3

В таблице для каждого варианта задания приведены характеристики осциллографа и параметры измеряемого сигнала, который представляет собой последовательность прямоугольных импульсов. Требуется найти неизвестные характеристики, обозначенные символом ? по известным характеристикам, для которых указаны конкретные значения.

Вари-ант	Характеристики осциллографа			Параметры сигнала						
	Fн, Гц	Fв, МГц	τн, мкс	τ, мкс	F, кГц	A, В	δA,%	τф, нс	τфизм, нс	δτфизм, %
1	20	100	?	10	100	1	?	1	?	?
2	10	200	?	1	50	1	?	1	?	1%
3	20	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
4	50	200	?	10	100	1	?	1	?	?
5	20	100	?	1	50	1	?	1	?	1%
6	10	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?

7	20	100	?	10	100	1	?	1	?	?
8	10	200	?	1	50	1	?	1	?	1%
9	20	?	0,035	10	100	1	?	1	?	?
10	50	200	?	10	100	1	?	1	?	?
11	20	100	?	1	50	1	?	1	?	1%
12	10	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
13	20	100	?	10	100	1	?	1	?	?
14	10	200	?	1	50	1	?	1	?	1%
15	20	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
16	50	200	?	10	100	1	?	1	?	?
17	20	100	?	1	50	1	?	1	?	1%
18	10	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
19	20	100	?	10	100	1	?	1	?	?
20	10	200	?	1	50	1	?	1	?	1%
21	20	?	0,035	10	100	1	?	1	?	?
22	50	200	?	10	100	1	?	1	?	?
23	20	100	?	1	50	1	?	1	?	1%
24	10	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
25	20	100	?	10	100	1	?	1	?	?
26	10	200	?	1	50	1	?	1	?	1%
27	20	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?
28	50	200	?	10	100	1	?	1	?	?
29	20	100	?	1	50	1	?	1	?	1%
30	10	?	0,0035	10	100	1	?	1	?	?

Указание к решению.

При решении данной задачи следует обратить внимание, как влияет на качество осциллограммы ограничение полосу пропускания сверху и снизу.

Задача №4

В таблице для каждого варианта задания приведены параметры измеряемого сигнала – последовательности радиоимпульсов: соответственно длительность, частота повторения и несущая частота. Кроме того, для каждого варианта указано количество лепестков, которое должно быть отображено на экране. Для каждого из вариантов требуется найти параметры режима измерений для анализатора спектра: полосу обзора, полосу пропускания УПЧ, период развертки, центральную частоту ГКЧ для центральной частоты УПЧ 160 МГц.

	Параметры сигнала			Количество лепестков		
Вари-	τ, мкс	F,	f, ГГц	основных	боковых	Количество

ант		кГц				линий в 1 лепестке
1	10	100	0,5	1	2	10
2	1	50	1	-	1	20
3	5	25	2	1	1	10
4	1	100	2	1	2	10
5	10	20	1	-	1	20
6	5	20	0,5	1	1	10
7	10	100	0,5	1	2	10
8	1	50	1	-	1	20
9	5	25	2	1	1	10
10	1	100	2	1	2	10
11	10	20	1	-	1	20
12	5	20	0,5	1	1	10
13	10	100	0,5	1	2	10
14	1	50	1	-	1	20
15	5	25	2	1	1	10
16	1	100	2	1	2	10
17	10	20	1	-	1	20
18	5	20	0,5	1	1	10
19	10	100	0,5	1	2	10
20	1	50	1	-	1	20
21	5	25	2	1	1	10
22	1	100	2	1	2	10
23	10	20	1	-	1	20
24	5	20	0,5	1	1	10
25	10	100	0,5	1	2	10
26	1	50	1	-	1	20
27	5	25	2	1	1	10
28	1	100	2	1	2	10
29	10	20	1	-	1	20
30	5	20	0,5	1	1	10

Указание к решению

При решении задачи необходимо вспомнить, как параметры сигнала во временной области влияют на ширину каждого лепестка, а также как связано соотношение между периодом развертки и периодом сигнала на количество отображаемых линий. Кроме того, следует обратить внимание на то, как полоса пропускания УПЧ влияет не время установления, которое не должно превышать значение периода сигнала

Задача №5

В таблице для каждого варианта задания приведено значение частоты исследуемого сигнала, которую необходимо измерить с помощью электронно-счетного частотомера методом дискретного счета, нестабильность кварца, время измерений в режиме измерения частоты, частота счетных импульсов в режиме измерения периода. Требуется найти неизвестные параметры, обозначенные знаком «?», и сделать вывод о том, каком из двух режимов наиболее предпочтителен для измерения заданной частоты.

Вари-ант	F, Гц	$\delta_{кв}$,%	Режим измерения частоты		Режим измерения периода	
			$T_{изм}$,с	δ_F,%	F_0, Гц	δ_T,%
1	100	10^{-6}	10	?	10000	?
2	100000	10^{-6}	10	?	10000	?
3	100	10^{-6}	?	1	?	2
4	100000	10^{-6}	?	2	?	1
5	20	10^{-6}	10	?	10000	?
6	2000000	10^{-6}	10	?	10000	?
7	20	10^{-6}	?	1	?	2
8	1000000	10^{-6}	?	2	?	1
9	100	10^{-6}	10	?	10000	?
10	100000	10^{-6}	10	?	10000	?
11	100	10^{-6}	?	1	?	2
12	100000	10^{-6}	?	2	?	1
13	20	10^{-6}	10	?	10000	?
14	2000000	10^{-6}	10	?	10000	?
15	20	10^{-6}	?	1	?	2
16	1000000	10^{-6}	?	2	?	1
17	100	10^{-6}	10	?	10000	?
18	100000	10^{-6}	10	?	10000	?
19	100	10^{-6}	?	1	?	2
20	100000	10^{-6}	?	2	?	1
21	20	10^{-6}	10	?	10000	?
22	2000000	10^{-6}	10	?	10000	?
23	20	10^{-6}	?	1	?	2
24	1000000	10^{-6}	?	2	?	1
25	100	10^{-6}	10	?	10000	?
26	100000	10^{-6}	10	?	10000	?
27	100	10^{-6}	?	1	?	2
28	100000	10^{-6}	?	2	?	1
29	20	10^{-6}	10	?	10000	?
30	2000000	10^{-6}	10	?	10000	?

Указание к решению

При решении данной задачи следует обратить внимание на то, как связана погрешность дискретности с параметрами режима измерений.

Задача №6

В таблице для каждого варианта задания приведены значения двух частот синусоидального сигнала, поданного на колебательный контур с измеряемой катушкой индуктивности, и соответствующих емкостей перестраиваемого конденсато.ра. Требуется найти индуктивность и межвитковую емкость катушки

Вари-ант	f_{01}, кГц	C_1, пФ	f_{02}, кГц	C_2, пФ
1	20	250	40	240
2	50	240	100	230
3	100	220	200	210
4	20	250	40	240
5	50	240	100	230
6	100	220	200	210
7	20	250	40	240
8	50	240	100	230
9	100	220	200	210
10	20	250	40	240
11	50	240	100	230
12	100	220	200	210
13	20	250	40	240
14	50	240	100	230
15	100	220	200	210
16	20	250	40	240
17	50	240	100	230
18	100	220	200	210
19	20	250	40	240
20	50	240	100	230
21	100	220	200	210
22	20	250	40	240
23	50	240	100	230
24	100	220	200	210
25	20	250	40	240
26	50	240	100	230

27	100	220	200	210
28	20	250	40	240
29	50	240	100	230
30	100	220	200	210

Указание к решению

Для решения данной задачи потребуется уравнение резонанса, в котором будут присутствовать две неизвестные величины.