

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено
цикловой комиссией
Протокол заседания № 1
от «31» августа 2020 г.
Председатель цикловой комиссии
_____ / Чобану Л.А./

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ
учебной дисциплины
ОП 06. Электротехнические измерения

по специальности
27.02.05 Системы и средства диспетчерского управления

квалификация
техник

Разработчик:
преподаватель
ОГАПОУ «Белгородский
индустриальный колледж»
Барышевская Е.Н.

Белгород 2020 г.

Содержание

	Стр.
1. Пояснительная записка	3
1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место практических работ в курсе дисциплины	3
1.2. Организация и порядок проведения практических работ	3
1.3. Общие указания по выполнению практических работ	3
1.4. Критерии оценки результатов выполнения практических работ	3
2. Тематическое планирование практических работ	5
3. Содержание практических работ	6
Практическая работа №1 Единицы электрических величин. Единицы измерения затухания, усиления, шумов	6
Практическая работа № 2 Погрешности измерений и средств измерений. Статистическая обработка результатов измерений	8
Практическая работа № 3 Роль входного сопротивления вольтметра	10
Информационное обеспечение обучения	12
Приложение 1	13

1. Пояснительная записка

1.1. Краткая характеристика дисциплины, ее цели и задачи. Место практических работ в курсе дисциплины

Дисциплина ОП 06. Электротехнические измерения является частью рабочей основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 27.02.05 Системы и средства диспетчерского управления.

Дисциплина изучается в III семестре. В целом рабочей программой предусмотрено 6 часов на выполнение практических работ, что составляет 6% от обязательной аудиторной нагрузки, которая составляет 96 часа, при этом максимальная нагрузка составляет 144 часа, из них 40 часа приходится на самостоятельную работу обучающихся.

Цель настоящих методических рекомендаций: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по дисциплине ОП 06. Электротехнические измерения, качественное выполнение которых поможет обучающимся освоить обязательный минимум содержания дисциплины и подготовиться к промежуточной аттестации в форме экзамена.

1.2. Организация и порядок проведения практических работ

Практические работы проводятся после изучения теоретического материала. Введение практических работ в учебный процесс служит связующим звеном между теорией и практикой. Они необходимы для закрепления теоретических знаний, а также для получения практических навыков и умений. При проведении практических работ задания, выполняются студентом самостоятельно, с применением знаний и умений, усвоенных на предыдущих занятиях, а также с использованием необходимых пояснений, полученных от преподавателя. Обучающиеся должны иметь методические рекомендации по выполнению практических работ, конспекты лекций, измерительные и чертежные инструменты, средство для вычислений.

1.3. Общие указания по выполнению практических работ

Курс практических работ по дисциплине ОП 06. Электротехнические измерения предусматривает проведение 3 работ, посвященных изучению:

- единицы электрических величин. Единицы измерения затухания, усиления, шумов;
- погрешности измерений и средств измерений. Статистическая обработка результатов измерений;
- роль входного сопротивления вольтметра.

При подготовке к проведению практической работы необходимо:

- ознакомиться с целями проведения практической работы;
- ознакомиться с порядком выполнения работы.

После выполнения практической работы обучающийся к следующему занятию оформляет отчет, который должен содержать:

- название практической работы, ее цель;
- краткие, теоретические сведения об изучаемой теме;
- все необходимые, предусмотренные практической работой, расчеты;
- выводы по итогам работы;
- ответы на контрольные вопросы.

1.4. Критерии оценки результатов выполнения практических работ

Критериями оценки результатов работы обучающихся являются:

- уровень усвоения обучающимся учебного материала;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

- сформированность общих и профессиональных компетенций:
 - ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;
 - ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
 - ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
 - ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;
 - ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;
 - ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (починенных), за результат выполнения заданий;
 - ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;
 - ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности;
- ПК 1.1. Принимать схемотехнические решения в процессе Эксплуатации специализированных изделий и систем телекоммуникаций и информационных технологий, их устройств;
- ПК 1.2. Обеспечивать выполнение различных видов монтажа;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- уровень оформления работы.
- анализ результатов.

Критерии оценивания практической работы

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена в полном объеме, содержит результаты и выводы, все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики выполнены аккуратно. Обучающийся владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, допуская ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2. Тематическое планирование практических работ

	Наименование тем	Вид и название работы студента	Количество часов на выполнение работы
Раздел 1	Общие понятия измерительной техники. Метрологические показатели измерений		4
1.2.	Физические величины как объект измерений	Практическая работа №1 Единицы электрических величин. Единицы измерения затухания, усиления, шумов	2
1.3.	Метрологические показатели измерений. Основные термины и определения	Практическая работа №2 Погрешности измерений и средств измерений. Статистическая обработка результатов измерений	2
Раздел 3	Измерение токов, напряжений, мощности		2
3.3.	Цифровые измерительные вольтметры	Практическая работа №3 Роль входного сопротивления вольтметра	2
		Итого:	6

3. Содержание практических работ

Практическая работа № 1

Тема: Единицы электрических величин. Единицы измерения затухания, усиления, шумов.

Цель работы:

1. Получить практические навыки пользователя дольными и кратными единицами измерения.
2. Научиться использовать внесистемные единицы измерения для определения усиления, затухания, уровней.

Задача 1. Перевести:

№ варианта	в кГц	в нФ	в мкВ	в мА
1	1500 Гц	150 пФ	5 мВ	8 мкА
2	15 Гц	150 мкФ	2 В	6 А
3	123 Гц	800 пФ	15 мВ	0,6 А
4	52534 Гц	1300 пФ	16 В	80 мкА
5	2538 Гц	500 мкФ	0,5 мВ	16 А
6	12 Гц	61 пФ	40 мВ	1,6А
7	800 Гц	640 пФ	0,16 В	0,16А
8	50 Гц	320 мкФ	12 мВ	14 мкА
9	100 Гц	800 мкФ	320 мВ	240 мкА
10	8300 Гц	400 пФ	4 В	1400А

№ варианта	в пФ	в мГн	в Ом	в кГц
11	15нФ	0,31Гн	0,08 МОм	0,2 МГц
12	20мкФ	240мкГн	31 кОм	28 МГц
13	0,3нФ	0,65Гн	0,89 кОм	2532 Гц
14	0,2мкФ	46мкГн	0,28 кОм	33 Гц
15	31мкФ	3,6 Гн	6,3 кОм	0,031 МГц
16	0,02мкФ	620 мкГн	0,803 МОм	8,1 МГц
17	0,7нФ	0,63 Гн	0,61 кОм	250 Гц
18	80мкФ	8,9 Гн	1,5 кОм	0,43 МГц
19	61нФ	14 мкГн	120 кОм	50 Гц
20	1,2нФ	38 мкГн	8,6 МОм	0,281 МГц

№ варианта	в пФ	в мА	в мкВ	в кОм
21	0,34 мкФ	18 мкА	0,8 мВ	833 Ом
22	45 нФ	91 А	3,6 мВ	55 Ом
23	0,54 нФ	3,6 А	0,523 мВ	25 Ом
24	607 мкФ	890 мкА	0,08 В	25 МОм
25	0,71 мкФ	0,55 А	52 мВ	2600 Ом
26	9,8 нФ	3,3 мкА	6,8 мВ	3 МОм
27	1,8 мкФ	601 мкА	0,01 В	0,32 МОм
28	0,75 нФ	0,312 А	0,004 В	32333 Ом
29	0,08 мкФ	16,2 А	0,033 мВ	8,9 МОм
30	0,1 нФ	0,8 А	0,07 мВ	0,125 МОм

Задача 2. Определить абсолютный уровень по напряжению в точке, где величина напряжения U .

№ варианта	U	№ варианта	U	№ варианта	U
1.	0,755 В	11.	0.755 В	21.	0.755 В
2.	775 мВ	12.	775 мВ	22.	775 мВ
3.	7,75 В	13.	7,75 В	23.	7,75 В
4.	7750 мВ	14.	7750 мВ	24.	7750 мВ
5.	0,0775 В	15.	0,0775 В	25.	0,0775 В
6.	77,5 мВ	16.	77,5 мВ	26.	77,5 мВ
7.	77,5 В	17.	77,5 В	27.	77,5 В
8.	775 В	18.	775 В	28.	775 В
9.	77,5 мВ	19.	77,5 мВ	29.	77,5 мВ
10.	77,5 В	20.	77,5 В	30.	77,5 В

Задача 3. Определить абсолютный уровень по мощности и по напряжению для мощности в 1 мВт, выделяющейся на резисторе R .

№ варианта	R	№ варианта	R	№ варианта	R
1.	600Ом	11.	600Ом	21.	600Ом
2.	135Ом	12.	135Ом	22.	135Ом
3.	750Ом	13.	750Ом	23.	750Ом
4.	100Ом	14.	100Ом	24.	100Ом
5.	150Ом	15.	150Ом	25.	150Ом
6.	300Ом	16.	300Ом	26.	300Ом
7.	170Ом	17.	170Ом	27.	170Ом
8.	1400Ом	18.	1400Ом	28.	1400Ом
9.	1600Ом	19.	1600Ом	29.	1600Ом
10.	50м	20.	50м	30.	50м

Практическая работа №2

Тема: Погрешности измерений и средств измерений. Статистическая обработка результатов измерений.

Цель работы: получить практические навыки в определении погрешностей измерений и обработки результатов измерения.

Задача 1.

Для повышения точности проведена серия измерений одного и того же значения. Получены результаты, приведённые в таблице 2.

Определите наиболее достоверное значение величины, абсолютную и относительную погрешность каждого из измерений, среднеквадратическую погрешность результата измерений. Запишите результат измерений с учётом этой погрешности и доверительной вероятности.

Задача 2.

Определить класс точности прибора, если наибольшая абсолютная погрешность прибора Δ_{\max} , а предел шкалы A_k (таблица 1).

Таблица 1.

№ варианта	Δ_{\max}	A_k
1, 11, 21	1,5 В	1500 В
2, 12, 21	1,5 В	300В
3, 13, 23	1,5 В	75 В
4, 14, 24	1,5 В	30 В
5, 15, 25	1,5 В	200 В
6, 16, 26	3 А	300 А
7, 17, 27	3 А	600 А
8, 18, 28	3 А	150 А
9, 19, 29	3 А	60 А
10, 20, 30,	3 А	400 А

Таблица 2.

Вариант	Единицы измерения	Номер и результат измерения														Доверительная вероятность
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Ом	432	438	436	441	436	435	440	437	434	433	438	436	433	440	0,5
2	мА	103	98	98	104	99	100	101	103	99	102	104	103	99		0,8
3	В	89,0	93,0	89,5	92,4	93,1	91,6	89,5	90,1	92,0	89,5	92,4	93,5			0,95
4	Гц	802	806	799	801	804	800	802	802	805	799	802				0,98
5	мВт	60,5	60,0	59,8	59,9	60,2	60,4	60,1	60,3	59,8	60,0					0,99
6	дБ	40,2	40,3	39,9	40,3	40,2	40,0	39,9	40,1	40,1	40,3	39,8				0,5
7	нФ	499	507	496	510	501	507	500	496	496	508					0,8
8	мВ	54,4	53,8	54,3	52,8	54,4	51,2	53,7	54,2	52,7						0,95
9	Гц	3126	3118	3123	3115	3121	3119	3122	3116							0,98
10	нФ	2103	2098	2107	2140	2109	2000	2002	2008	2104	2099	2098	2110	2000	2002	0,99
11	Ом	232	238	236	241	236	232	238	243							0,5
12	В	20,5	20,3	20,6	20,0	20,1	20,2	20,5	20,1	20,3	20,3	20,6	20,1			0,8
13	А	2,98	2,96	2,93	3,02	3,09	2,99	3,05	3,01	2,98	2,99					0,95
14	Ом	82,2	78,4	79,6	80,6	79,1	83,3	80,3								0,98
15	дБ	60,3	60,5	59,9	59,8	60,1	60,5	60,3	60,2							0,99
16	нФ	9105	9099	9098	9103	9105										0,5
17	мА	208	210	211	203	203	208	206								0,8
18	В	25,4	26,0	25,8	25,5	25,9	26,2	26,1	25,5							0,95
19	Гц	1003	1000	1006	1008	1003	1009	1001	1001	1006	1009	1005	1012	1001	1006	0,98
20	мВт	102	99	103	109	103	101	106	103	105	99	103				0,99
21	дБ	20,4	20,8	20,3	20,7	20,8	20,7	20,4	20,3	20,8	20,8					0,5
22	нФ	509	498	508	507	501	510	496	503							0,8
23	Ом	118	125	121	123	127	123	127	120							0,95
24	дБ	10,0	10,8	10,6	10,1	10,8	10,7	10,5	10,2	10,8						0,98
25	нФ	8103	8099	8098	8101	8105	8100									0,99
26	мА	103	105	98	104	99	100	105								0,5
27	В	93,1	90,2	89,6	92,0	90,1										0,8
28	мкФ	4,28	4,36	4,29	4,31	4,36	4,29	4,28								0,95
29	Гц	404	403	408	407	411	403									0,98
30	Ом	999	1000	1002	998	1006										0,99

Практическая работа №3

Тема: Роль входного сопротивления вольтметра.

Цель работы:

1. Изучить роль входного сопротивления вольтметра и измерителя уровня на точность измерения.
2. Получить практические навыки определения добавочного сопротивления и сопротивления шунта.

Задача 1.

Провести расчеты влияния входного сопротивления вольтметра и измерителя уровня на точность измерения.

Задача 2.

Рассчитать добавочное сопротивление R_d для измерения напряжения с пределами измерений и измерителями с предельным напряжением U_v и внутренним сопротивлением R_v .

Таблица 1.

№ варианта	U	U_v	R_v	№ варианта	U	U_v	R_v
1	400 мВ	100 мВ	500 Ом	16	40 мВ	400мкВ	100 Ом
2	600 мВ	200 мВ	400 Ом	17	1000мВ	0,05 В	200 Ом
3	1 В	50 мВ	200 Ом	18	600 мВ	0,2 В	50 Ом
4	0,4 В	0,1 В	500 Ом	19	40 мВ	200мкВ	200 Ом
5	1200мВ	0,2 В	200 Ом	20	2 В	500 мВ	100 Ом
6	0,6 В	0,2 В	200 Ом	21	500 мВ	0,25 В	120 Ом
7	600 мВ	200 мВ	100 Ом	22	2 В	500 мВ	50 Ом
8	0,8 В	100 мВ	500 Ом	23	40 В	400 мВ	100 Ом
9	2 В	500 мВ	500 Ом	24	600 мВ	200 мВ	150 Ом
10	1500мВ	0,5 В	100 Ом	25	4 В	500 мВ	200 Ом
11	0,6 В	200 мВ	50 Ом	26	1100мВ	0,1 В	100 Ом
12	1,1 В	100 мВ	100 Ом	27	1,2 В	200 мВ	200 Ом
13	0,5 мВ	250 мВ	150 Ом	28	1,3 В	100 мВ	50 Ом
14	2000мВ	0,5 В	50 Ом	29	0,4 В	100 мВ	200 Ом
15	400 мВ	0,1 В	100 Ом	30	800 мВ	0,1 мВ	100 Ом

Задача 3.

Магнитоэлектрический вольтметр с измерительным механизмом PV_1 имеет n добавочных резисторов.

а) с отдельными добавочными резисторами, если:

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| 1. $n=2$ | 11. $n=2$ | 21. $n=2$ |
| 2. $n=4$ | 12. $n=4$ | 22. $n=4$ |
| 3. $n=3$ | 13. $n=3$ | 23. $n=3$ |
| 4. $n=2$ | 14. $n=2$ | 24. $n=2$ |
| 5. $n=3$ | 15. $n=3$ | 25. $n=3$ |

б) с секционными «добавочными» резисторами, если:

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 6. $n=2$ | 16. $n=2$ | 26. $n=2$ |
| 7. $n=4$ | 17. $n=4$ | 27. $n=4$ |
| 8. $n=3$ | 18. $n=3$ | 28. $n=3$ |
| 9. $n=2$ | 19. $n=2$ | 29. $n=2$ |
| 10. $n=3$ | 20. $n=3$ | 30. $n=3$ |

Задача 4.

Рассчитать $R_{ш}$ для измерения токов пределами измерения I измерением с током полного отклонения $I_{по}$ и внутренним сопротивлением прибора $R_{вн}$.

Таблица 2.

№ варианта	I	I_{по}	R_{вн}	№ варианта	I	I_{по}	R_{вн}
1	400 мА	0,1 А	600 Ом	16	300мкА	100мкА	100 Ом
2	0,8 мА	100мкА	100 Ом	17	0,6мА	100мкА	200 Ом
3	500мкА	0,25мА	200 Ом	18	0,5 мА	50 мА	600 Ом
4	1 мА	100мкА	300 Ом	19	100 мА	100 мА	100 Ом
5	2000мкА	0,1 мА	100 Ом	20	50 мА	50 мА	200 Ом
6	300 мкА	50 мкА	200 Ом	21	0,05 мА	0,05 мА	100 Ом
7	600 мкА	0,1 мА	600 Ом	22	0,1 мА	0,1 мА	500 Ом
8	1000мкА	0,1 мА	300 Ом	23	100 мА	100 мА	100 Ом
9	200мкА	0,05мА	100 Ом	24	100мкА	100мкА	50 Ом
10	1,2 мА	100мкА	200 Ом	25	50 мкА	50 мкА	400 Ом
11	0,4 А	100 мА	400 Ом	26	0,1 мА	0,1 мА	200 Ом
12	800 мкА	0,1 мА	500 Ом	27	0,1 А	0,1 А	600 Ом
13	1 А	100мА	100 Ом	28	50 мкА	50 мкА	100 Ом
14	2 мкА	100мкА	50 Ом	29	0,05 мА	0,05 мА	300 Ом
15	0,3 мА	0,05мА	300 Ом	30	100мкА	100мкА	50 Ом

4. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Электрорадиоизмерения [Текст]: учеб. / под ред. А.С. Сигова. – 4-е изд.; доп. Министерством образования и науки РФ. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. – 384 с. – (Профессиональное образование).
2. Аминев А.В. Измерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Аминев, А.В. Блохин. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 224 с.
3. Шишмарёв В.Ю. Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование [Текст]: учеб. для студентов учреждений среднего проф. образования. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2017. – 320 с. – (Профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника).
4. Гартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерения. – М.: Высшая школа, 2017.
5. Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. – М.: ООО «Издательство КноРус», 2017.
6. Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. Задачи и упражнения – М.: ООО «Издательство КноРус», 2017.
7. Гуржий А.Н., Поворознюк Н.И. «Электрические и радиотехнические измерения». – М.: Академия, 2016.
8. Волков В.Л. Измерительные информационные системы: Учеб. пособ. – Арзамас: ООО «Ассоциация ученых», 2017.
9. Нефедов В.И., Сигов А.С., Гонтюков В.К., Ханин В.И. «Электрорадиоизмерения». – М.: Форум, 2016.
10. Шанин А.И. «Электрорадиоизмерения». – М.: Академия, 2016.

Дополнительные источники:

1. Хрусталева З.А. Электротехнические измерения. Практикум – М.: ООО «Издательство КноРус», 2016.
2. Хрусталева З.А., Парфенов С.В. Электрические и электронные измерения в задачах, вопросах и упражнениях – М.: ОИЦ «Академия», 2016.
3. Шишмарев В.Ю. Измерительная техника – М.: ОИЦ «Академия», 2017.
4. Журавлева Л.В. «Электрорадиоизмерения». – М.: «Академия», 2015.
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебник для вузов / под ред. В. И. Нефедова, А. С. Сигова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2015.
6. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы: Учебное пособие – М.: Издательство МГОУ, 2016.
7. Битюков В.К., Нефедов В.И., Сигов А.С. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Гриф МО РФ – М.: Издательство МГОУ, 2016.

Интернет- ресурсы:

1. <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/8728-vidy-i-metody-jelektricheskikh.html>
2. <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/828-vidy-i-metody-jelektricheskikh.html>

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Белгородский индустриальный колледж»

Группа 21 СДУ

ЖУРНАЛ ОТЧЕТОВ
по выполнению практических работ
учебной дисциплины
ОП 06. Электротехнические измерения
по специальности
27.02.05 Системы и средства диспетчерского управления

ВЫПОЛНИЛ _____ / _____ /
ПРИНЯЛ _____ / Барышевская Е.Н. /

Белгород 2020 г.