

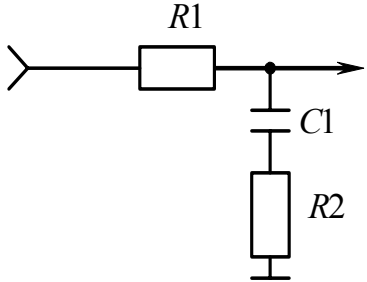
ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

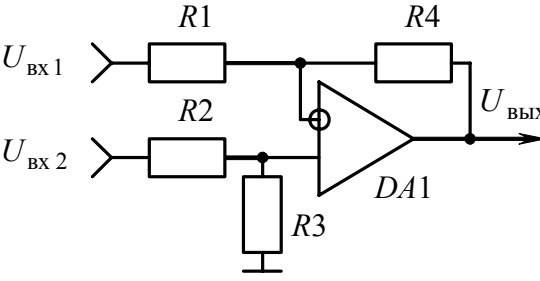
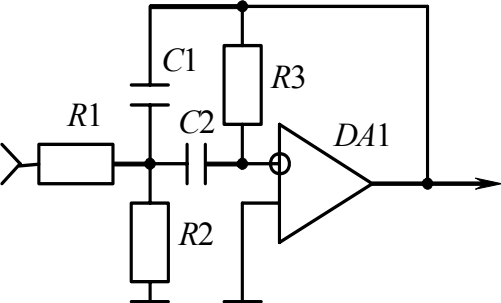
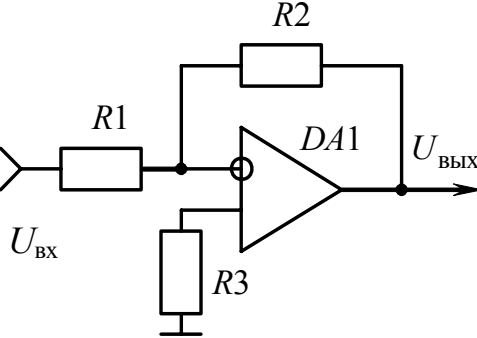
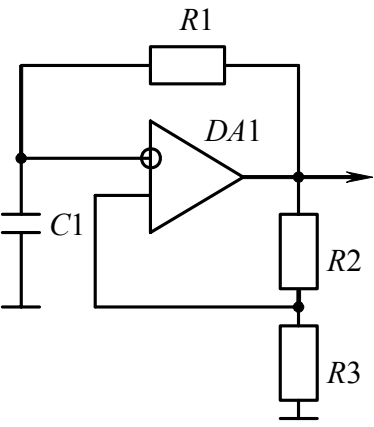
1. Исходные данные

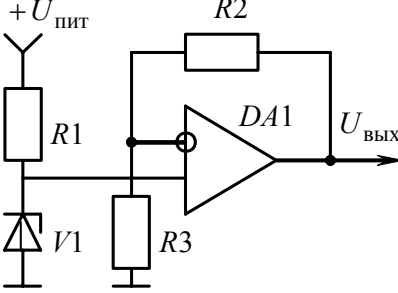
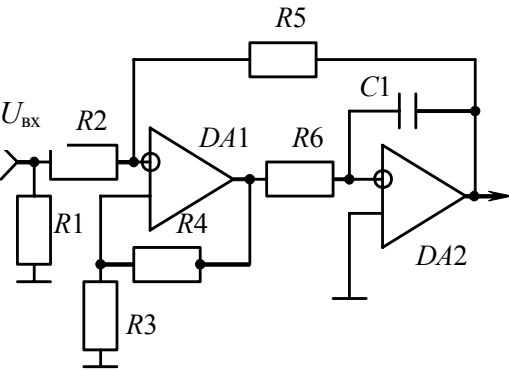
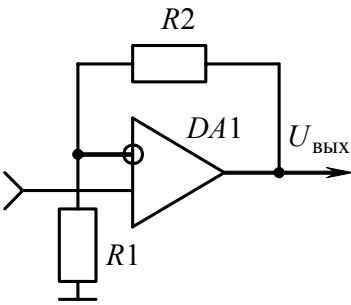
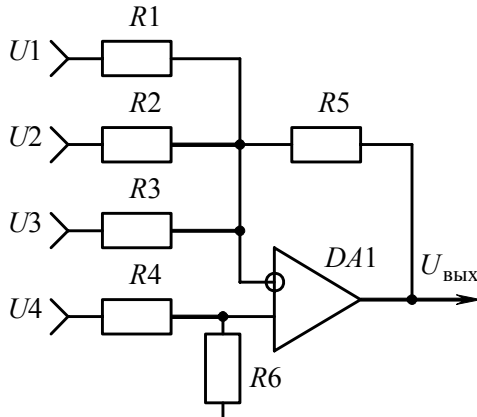
1. Номер варианта электрической принципиальной схемы функционального узла (по табл. 1 или учебному пособию [1, с. 39 - 41]).
2. Количество аналогичных функциональных узлов в РЭУ (согласно таблице приложения).
3. Условия эксплуатации по ГОСТ 15150-69 для исполнения, указанного в таблице приложения.
4. Заданное (интересующее) время работы РЭУ $t_3 = 1000$ ч.
5. Требуемое значение вероятности безотказной работы РЭУ за время t_3 (согласно таблице приложения).
6. Заданное время восстановления РЭУ $\tau_3 = 2,5$ ч.
7. Требуемое значение вероятности восстановления РЭУ за время τ_3 не менее 0,95.
8. Перегрев в нагретой зоне (по результатам расчёта теплового режима РЭУ) $\Delta T_3 = 22$ °C.
9. Средний перегрев воздуха внутри РЭУ (по результатам расчёта теплового режима) $\Delta T_B = 18$ °C.

Конкретные исходные данные для пп. 1-3 и 5 берутся студентом из таблицы (см. приложение) по двум последним цифрам номера зачётной книжки. Студенты, имеющие номер зачётной книжки, превышающий число 32, берут электрическую схему функционального узла и используют дополнительную информацию согласно варианту 1 табл. 1, остальные исходные данные – в соответствии с последней цифрой номера зачётной книжки.

Таблица 1

Вариант	Схема	Дополнительная информация
1	<p style="text-align: center;">Пропорционально–интегрирующий фильтр</p> 	<p>Напряжение входных импульсов $U_{\text{вх. имп}} = 0 \dots 100$ В;</p> <p>скважность $Q = 4$</p>

Вариант	Схема	Дополнительная информация
2	<p>Дифференциальный усилитель</p> 	<p>Выходное напряжение</p> $U_{\text{ВЫХ}} = \frac{1}{1 + \frac{R2}{R3}} \left(1 + \frac{R4}{R1} \right) U_{\text{ВХ}2} - \frac{R4}{R1} U_{\text{ВХ}1} ;$ <p>$U_{\text{ВХ}1}, U_{\text{ВХ}2} = 0 \dots 0,1 \text{ В}$</p>
3	<p>Полосовой фильтр</p> 	<p>Резонансная частота</p> $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{R1 + R2}{R1R2R3C1C2}} ;$ <p>$U_{\text{ВХ}} = 0,1 \dots 0,2 \text{ В}$</p>
4	<p>Инвертирующий усилитель</p> 	<p>Коэффициент передачи</p> $K = -\frac{R2}{R1} \frac{1}{1 + \frac{\frac{R2}{R1} + \frac{R2}{R_{\text{ВХ}}} + \frac{R3}{R_{\text{ВХ}}} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)}{K_{\text{oy}}}} ;$ <p>K_{oy} и $R_{\text{ВХ}}$ – коэффициент усиления и входное сопротивление DA1;</p> <p>$U_{\text{ВХ}} = 0,1 \dots 0,2 \text{ В}$</p>
5	<p>Генератор</p> 	<p>Частота</p> $f = \frac{0,23}{C1R1 \ln \left(1 + \frac{2R3}{R2} \right)}$

Вариант	Схема	Дополнительная информация
6	<p>Источник опорного напряжения</p> 	<p>Выходное напряжение</p> $U_{\text{вых}} = U_{\text{ст } V1} \left(\frac{R2}{R3} + 1 \right);$ <p>$U_{\text{ст } V1}$ — напряжение стабилизации элемента $V1$</p>
7	<p>Фильтр</p> 	<p>Добротность</p> $Q = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{R5(R2 + R1)}{R1R2} \right);$ <p>$U_{\text{вх}} = 0,1 \dots 0,2 \text{ В}$</p>
8	<p>Неинвертирующий усилитель</p> 	<p>Коэффициент передачи</p> $K = \frac{R1 + R2}{R1};$ <p>$U_{\text{вх}} = 0,1 \dots 0,2 \text{ В}$</p>
9	<p>Сумматор-вычитатель</p> 	<p>Выходное напряжение</p> $U_{\text{вых}} = \frac{R5}{R1}U1 + \frac{R5}{R2}U2 + \frac{R5}{R3}U3 - \frac{R5}{R4}U4;$ <p>$U1, \dots, U4 = 0,15 \text{ В}$</p>

Типы активных элементов, значения параметров резисторов и конденсаторов указаны в табл. 2.

Таблица 2

Вариант	Первичный параметр (элемент схемы)								
	$R1$, кОм	$R2$, кОм	$R3$, кОм	$R4$, кОм	$R5$, кОм	$C1$, мкФ	$U_{пит.}$, В	Тип $I1$	Тип $DA1$, $DA2$
1	7,5 $\pm 10\%$	7,5 $\pm 5\%$	3,0 $\pm 10\%$	20 $\pm 2\%$	4,7 $\pm 5\%$	0,68 $\pm 10\%$	15 $\pm 10\%$	KC133A	K140УД7
2	8,2 $\pm 5\%$	6,8 $\pm 10\%$	2,7 $\pm 5\%$	18 $\pm 10\%$	4,7 $\pm 20\%$	0,68 $\pm 20\%$	15 $\pm 5\%$	KC168A	K140УД11
3	8,2 $\pm 20\%$	5,6 $\pm 5\%$	1,8 $\pm 20\%$	20 $\pm 10\%$	3,6 $\pm 5\%$	0,47 $\pm 10\%$	15 $\pm 10\%$	KC156A	K140УД8
4	6,8 $\pm 20\%$	6,8 $\pm 20\%$	3,3 $\pm 10\%$	24 $\pm 10\%$	4,3 $\pm 10\%$	1,0 $\pm 20\%$	12,6 $\pm 5\%$	KC147A	K140УД9
5	6,8 $\pm 5\%$	9,1 $\pm 20\%$	3,0 $\pm 5\%$	16 $\pm 20\%$	3,3 $\pm 5\%$	0,75 $\pm 10\%$	15 $\pm 10\%$	KC168A	K140УД7
6	6,2 $\pm 5\%$	6,8 $\pm 20\%$	3,0 $\pm 5\%$	16 $\pm 10\%$	4,7 $\pm 10\%$	0,68 $\pm 20\%$	12,6 $\pm 5\%$	KC147A	K140УД9
7	6,8 $\pm 10\%$	4,7 $\pm 20\%$	1,5 $\pm 20\%$	24 $\pm 10\%$	4,7 $\pm 10\%$	1,5 $\pm 20\%$	12,6 $\pm 10\%$	KC147A	K140УД9
8	7,5 $\pm 5\%$	3,6 $\pm 10\%$	1,5 $\pm 5\%$	18 $\pm 10\%$	4,3 $\pm 10\%$	0,68 $\pm 20\%$	15 $\pm 5\%$	KC156A	K140УД11
9	8,2 $\pm 5\%$	7,5 $\pm 5\%$	3,3 $\pm 10\%$	20 $\pm 20\%$	3,6 $\pm 5\%$	0,47 $\pm 10\%$	15 $\pm 10\%$	KC156A	K140УД8

Примечания: 1. Сопротивление резистора $R6$ принять равным $3 \text{ кОм} \pm 10\%$, ёмкость конденсатора $C2$ – равной $0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$.

2. Допускается использовать интегральные микросхемы серий 140 и КР140.

2. Расчетная часть работы

1. Определить показатели безотказности РЭУ с учетом коэффициентов электрической нагрузки (κ_n) и условий работы элементов в составе РЭУ. При учете условий работы необходимо принять во внимание следующие факторы:

- а) температуру (максимальную);
- б) относительную влажность;
- в) влияние механических воздействий.

Расчету подлежат следующие показатели безотказности:

- а) наработка на отказ T_0 ;
- б) 95-процентная наработка до отказа $T_{\gamma=95\%}$;
- в) вероятность безотказной работы за время t_3 .

2. Если найденное значение показателя безотказности не отвечает требованиям, указанным в исходных данных, то необходимо принять меры по обеспечению надежности.

3. Рассчитать следующие показатели ремонтпригодности:
 - а) среднее время восстановления $T_{\text{в}}$;
 - б) гамма- процентное время восстановления при $\gamma = 99\%$;
 - в) вероятность восстановления за время τ_3 .
4. Если полученное значение показателя восстанавливаемости не отвечает требованиям, указанным в исходных данных, то следует попытаться предложить мероприятия по обеспечению ремонтпригодности.

3. Рекомендуемая последовательность выполнения работы

1. Выполнить ориентировочный расчет показателей безотказности (см. пример 5.3 [2, с. 56 - 58]).
2. Выполнить расчет показателей безотказности с учетом k_n и условий работы элементов в составе РЭУ, т.е. уточненный расчет показателей безотказности (см. пример 5.4 [2, с. 58 - 62]). Для чего необходимо:
 - 2.1. Выполнив экспресс-анализ электрической схемы функционального узла, оценить примерный уровень электрической нагрузки на элементах (см. табл. 5.3 [2, с. 60]).
 - 2.2. Выбрать типы пассивных элементов и с учетом результатов п. 2.1 выбрать типоразмеры элементов. Типоразмеры определяются номинальным или предельно-допустимым значением основной электрической характеристики элемента, например для резисторов – мощностью рассеивания, для конденсаторов – допустимым напряжением на обкладках и т.д.
 - 2.3. Оценить значения коэффициентов электрической нагрузки элементов с погрешностью до 20...30%. При этом принять во внимание экстремальный режим работы каждого элемента.
 - 2.4. Определить температуру на корпусах элементов с учетом перегревов ΔT_3 и (или) $\Delta T_{\text{в}}$ (см. п. 2 примера 5.4 [2, с. 60 - 61]).
 - 2.5. Оценить показатели безотказности РЭУ аналогично пп. 3 - 7 примера 5.4 [2, с. 61].
 - 2.6. При необходимости принять меры по обеспечению показателя безотказности, указанного в исходных данных.
3. Выполнить расчет показателей ремонтпригодности (см. пп. 8 - 9 примера 5.4 [2, с. 61 - 62]).
4. При необходимости принять меры по обеспечению (повышению) ремонтпригодности РЭУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков С.М. Методическое пособие по учебным дисциплинам «Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности» и «Инженерное обеспечение надёжности РЭС» для студентов специальностей «Проектирование и производство РЭС» и «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» всех форм обучения. – Мн.: БГУИР, 2003. – 60 с.
2. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: Учеб. для студ. инж.-техн. спец. вузов. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.

3. Боровиков С.М., Погребняков А.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: БГУИР, 2001. – 124 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Выбор исходных данных для контрольной работы

Последние две цифры номера зачётной книжки	Вариант электрической схемы функционального узла по табл.2.1	Количество однотипных функциональных узлов в составе РЭУ	Исполнение РЭУ по ГОСТ 15150-69	Требуемая вероятность безотказной работы РЭУ за время t_3
01	2	55	УХЛ 2	0,95
02	3	55	УХЛ 3	0,95
03	4	70	УХЛ 3.1	0,95
04	5	70	УХЛ 4	0,95
05	6	55	УХЛ 4.1	0,95
06	7	30	УХЛ 4.2	0,95
07	8	90	УХЛ 5	0,95
08	9	40	УХЛ 5.1	0,95
09	2	60	У 1	0,90
10	3	60	У 1.1	0,90
11	4	75	У 2	0,90
12	5	75	У 2.1	0,90
13	6	60	У 3.1	0,90
14	7	35	У 5	0,90
15	8	95	У 5.1	0,90
16	9	45	ХЛ 1	0,90
17	2	65	ХЛ 1.1	0,92
18	3	65	ХЛ 2	0,92
19	4	80	ХЛ 2.1	0,92
20	5	80	ХЛ 3	0,92
21	6	65	ХЛ 3.1	0,92
22	7	40	ХЛ 5	0,92
23	8	100	ХЛ 5.1	0,92
24	9	50	УХЛ 1	0,92
25	2	58	УХЛ 1.1	0,96
26	3	58	УХЛ 2	0,96
27	4	73	УХЛ 2.1	0,96
28	5	73	УХЛ 3	0,96
29	6	58	УХЛ 3.1	0,96
30	7	33	УХЛ 4	0,96
31	8	93	УХЛ 4.1	0,96
32	9	43	УХЛ 4.2	0,96