

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**  
по дисциплине

**Б.1.1.32 «Диагностика и надежность автоматизированных систем»**

направления подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

профиль

«Программное обеспечение средств вычислительной техники и  
автоматизированных систем»

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Диагностика и надежность автоматизированных систем» должны сформироваться компетенции: ОПК-7

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-7	Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
<b>ИД-1</b> оПК-7 Знает и применяет основные методики диагностики и надежности автоматизированных систем необходимых при их настройке и наладке	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, практические работы, вопросы для проведения экзамена

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<b>Знает</b> основные методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке. <b>Умеет</b> использовать методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке. <b>Владеет</b> навыками использования методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке.
Повышенный (хорошо)	<b>Знает</b> основные методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке, но допускает ошибки при ответах на вопросы <b>Умеет</b> использовать методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке, но с незначительными подсказками преподавателя <b>Владеет</b> с отдельными пробелами навыками использования методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<b>Знает</b> базовые положения основных методик диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке. <b>Умеет</b> использовать частично методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке. <b>Владеет</b> не в полной мере навыками использования методики диагностики и надежности автоматизированных систем при настройке и наладке.

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

### **2.1 Оценочные средства для текущего контроля**

#### **Вопросы для устного опроса:**

#### **Тема 1. Основные понятия. Критерии надежности и законы распределения времени до отказа.**

1. Назовите составляющие надежности систем.
2. Перечислите факторы, определяющие надежность функционирования систем.
3. Дайте классификацию сбоев и отказов.
4. Укажите особенности и отличия понятия надежности программных средств.
5. Назовите задачи теории и анализа надежности сложных систем.
6. Дайте определение жизненного цикла системы.
7. Определите взаимосвязь качества и надежности.
8. Назовите задачи и способы обеспечения надежности систем.
9. Как определяется реальная надежность функционирования сложных систем.
10. Перечислите основные вероятностные и временные показатели надежности технических систем.

#### **Тема 2. Методы анализа и расчета надежности систем.**

1. Назовите составляющие понятия «надежность системы».
2. Перечислите факторы, определяющие надежность функционирования системы.
3. Укажите особенности и отличия понятия надежности программных средств.
4. Назовите задачи теории и анализа надежности сложных систем.
5. Дайте определение жизненного цикла информационной системы.
6. Определите взаимосвязь качества и надежности системы.
7. Назовите способы расчета надежности систем системы.
8. Как определяется реальная надежность функционирования сложных систем.
9. Перечислите основные вероятностные и временные показатели надежности технических систем.
10. Назовите используемые в теории надежности законы распределения случайных величин.
11. Выведите общую формулу надежности.
12. Перечислите показатели надежности структурно-сложных систем.

#### **Тема 3. Классификация отказов.**

1. Дайте классификацию сбоев и отказов системы. Сформулируйте понятия внезапных и износных отказов.
2. Объясните плотность распределения отказов и ее интеграл.
3. Чем определяется надежность систем последовательного соединения элементов.
4. Назовите особенности расчета надежности систем параллельного соединения элементов.
5. Перечислите основные методы расчета показателей надежности.
6. Как определяется функция надежности по дереву отказов.

#### **Тема 4. Методы обеспечения и повышения надежности систем и техники**

1. Перечислите основные направления деятельности по обеспечению надежности на этапе проектирования систем.
2. Назовите особенности обеспечения надежности функционирования систем на этапе разработки.

3. Укажите достоинства и недостатки резервирования.
4. Существует ли зависимость надежности и качества систем.
5. Назовите методы обеспечения надежности систем.
6. Объясните роль эксплуатации в обеспечении надежности функционирования систем.
7. Перечислите особенности эксплуатации систем.

### **Тема 5. Диагностирование – средство повышения надежности на стадии эксплуатации.**

1. Дайте определение технической диагностики
2. В чем различия тестовой и функциональной диагностики
3. Поясните понятия структурного и функционального диагностического параметра. Приведите примеры.
4. Дайте характеристики встроенных, встраиваемых, внешних средств диагностирования. Назовите области и случаи применения каждого из них.
5. Дайте характеристику совмещенному и специализированному диагностированию.
6. На основании каких данных осуществляется расчет удельных затрат на проведение непересекающихся тестов?
7. Поясните принцип тестового диагностирования технических систем на основе непересекающихся тестов (процедуру постановки диагноза).

## **2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля**

### **Практические работы**

#### **Практическая работа №1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ**

Дано:

- ✓  $N$  – число элементов, находящихся на испытании;
- ✓  $t_i$  – время исправной работы  $i$ -го элемента,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;
- ✓  $n$  – число отказавших элементов за время испытания  $t$ .

Определить показатели надежности элемента:

- ✓  $\lambda(t)$  – интенсивность отказа как функцию времени;
- ✓  $f(t)$  – плотность распределения времени исправной работы элемента;
- ✓  $w(t)$  – параметр потока отказов как функцию времени.

Эти показатели надежности необходимо определить при следующих двух видах испытания:

а) с выбрасыванием отказавших элементов;

б) с заменой новыми или отремонтированными.

В случае (а) число элементов в процессе испытания убывает, в случае (б) – остается постоянным.

#### **Индивидуальные задания**

##### **ВАРИАНТ 1**

Первый набор исходных данных (Нормальное распределение):

155	147	126	139	137	132	120	165	163	156
142	143	138	144	149	145	157	152	145	140
140	145	169	148	121	135	152	138	128	161
140	149	149	123	141	164	145	131	157	123
136	146	140	130	147	108	122	133	115	165
166	167	147	137	126	143	114	109	147	135
147	148	153	146	128	145	135	147	151	151
119	145	137	149	163	141	137	137	146	133
128	123	139	134	154	149	144	166	152	159
163	112	126	146	147	149	146	127	143	154

Второй набор исходных данных (Экспоненциальное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде 700 часов	времени
1	37; 90; 279; 355; 360; 420; 466; 488; 627; 671	
2	26; 77; 141; 532; 642; 661	
3	53; 59; 164; 183; 316; 568; 607	
4	22; 26; 134; 287; 356; 470; 472; 481	
5	24; 40; 152; 412; 431; 486; 567; 630; 649	
6	193; 216; 474; 488; 538; 616	
7	86; 655; 415; 451	
8	117; 157; 358; 462; 527; 673	
9	74; 89; 356; 356; 420; 492; 497; 512; 548; 601	
10	204; 276; 327; 515; 516; 544	

## ВАРИАНТ 2

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

27	162	131	111	414	191	166	222	268	168
98	226	234	416	79	213	210	323	103	392
388	389	229	161	94	182	41	79	148	528
332	263	116	85	562	44	268	272	370	502
75	120	292	363	151	50	400	89	308	116
246	321	509	547	424	456	102	404	323	122
288	425	64	610	140	88	171	163	108	84
96	100	737	396	258	510	37	246	166	258
103	318	68	57	28	312	232	333	130	151
454	286	197	236	313	115	111	138	216	268

Второй набор исходных данных (Равномерное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 600 часов
1	107; 201; 295; 397; 515
2	95; 213; 320; 403; 483; 568
3	97; 196; 282; 399; 504; 584
4	109; 216; 328; 422; 528
5	112; 226; 310; 417; 524
6	103; 195; 300; 392; 480; 570
7	93; 178; 268; 375; 494
8	93; 203; 312; 393; 48; 581
9	119; 210; 293; 408; 518
10	102; 220; 334; 439; 537

## ВАРИАНТ 3

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

221	370	84	97	196	475	426	151	72	133
282	97	321	315	107	108	156	597	241	210
107	37	176	197	182	467	146	97	244	54
91	255	169	149	256	53	283	103	468	38
369	305	209	227	276	351	244	216	382	430
204	306	163	159	221	239	126	106	670	72

80	466	93	60	123	706	112	236	298	49
277	155	83	67	298	168	30	210	178	275
86	161	397	508	334	252	582	24	427	139
559	138	405	187	229	107	167	519	226	247

Второй набор исходных данных (Нормальное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 600 часов
1	110; 211; 296; 408; 512; 584
2	80; 167; 239; 336; 435; 523
3	113; 206; 292; 370; 466; 588
4	123; 211; 301; 397; 502
5	79; 197; 296; 377; 457; 538
6	132; 224; 302; 383; 486; 570
7	86; 185; 312; 390; 471; 576
8	106; 195; 265; 350; 431; 537
9	83; 176; 253; 328; 407; 511; 595
10	130; 232; 371; 442; 539

#### ВАРИАНТ 4

Первый набор исходных данных (Нормальное распределение):

156	161	145	122	180	190	153	174	163	133
135	156	176	160	163	150	157	156	136	168
176	155	165	140	165	160	138	181	183	182
165	175	153	131	180	168	149	156	173	156
148	133	154	149	152	150	188	163	145	142
169	163	174	135	154	183	172	136	166	157
157	182	174	162	173	191	165	146	151	163
175	167	141	163	142	143	167	149	142	173
149	148	150	154	149	178	145	168	176	170
158	140	152	162	163	148	184	159	143	163

Второй набор исходных данных (Равномерное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 500 часов
1	105; 208; 323; 414
2	113; 216; 331; 433
3	111; 192; 272; 363; 453
4	110; 209; 314; 426
5	85; 192; 301; 393; 480
6	87; 174; 292; 381; 479
7	102; 195; 314; 404
8	94; 190; 275; 363; 449
9	118; 230; 331; 433
10	105; 219; 310; 408

#### ВАРИАНТ 5

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

65	266	138	87	219	466	71	286	107	349
----	-----	-----	----	-----	-----	----	-----	-----	-----

106	231	169	219	387	82	63	92	104	96
54	243	702	245	128	153	260	448	220	326
550	210	124	293	209	473	114	228	194	334
220	29	270	481	499	854	533	606	133	174
426	212	395	199	412	182	153	109	156	65
174	142	374	170	97	52	434	392	197	356
23	200	35	286	352	53	544	198	111	93
361	409	393	20	296	409	42	73	138	515
223	345	79	98	51	25	188	194	88	106

Второй набор исходных данных (Равномерное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 700 часов
1	86; 194; 299; 406; 505; 619
2	119; 221; 333; 438; 528; 643
3	86; 200; 295; 389; 496; 600
4	107; 188; 286; 385; 501; 612
5	82; 185; 294; 392; 510; 591; 675
6	117; 234; 340; 425; 516; 613; 695
7	110; 202; 318; 414; 503; 597
8	104; 197; 310; 429; 534; 622
9	109; 196; 289; 395; 510; 619
10	83; 193; 309; 419; 507; 592; 683

#### ВАРИАНТ 6

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

188	27	604	136	78	194	312	389	38	153
191	332	98	177	132	127	100	137	224	104
95	164	78	182	115	67	165	113	244	84
199	227	118	124	112	96	196	150	319	39
403	110	224	163	93	9	90	158	377	77
139	104	728	129	197	241	282	152	161	228
171	8	189	381	50	177	98	156	37	277
163	355	307	10	241	256	29	128	82	100
292	221	254	93	253	515	44	58	434	167
240	77	149	18	30	344	54	71	127	271

Второй набор исходных данных (Нормальное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 500 часов
1	94; 181; 278; 365; 478
2	87; 168; 261; 353; 468
3	110; 211; 336; 412
4	93; 194; 280; 357; 459
5	80; 175; 266; 365; 493
6	113; 230; 346; 430
7	88; 191; 295; 400
8	74; 187; 286; 405; 478
9	79; 187; 308; 400; 476

10	123; 206; 333; 464
----	--------------------

**ВАРИАНТ 7**

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

226	649	453	304	340	321	50	497	149	293
295	323	61	257	54	226	277	97	222	76
583	72	60	476	281	1395	230	203	122	29
191	40	404	755	61	23	219	125	300	124
416	293	290	112	138	44	110	176	90	547
538	14	363	594	116	369	127	68	219	175
233	700	223	466	380	532	230	141	256	996
134	478	180	658	149	643	155	296	280	346
205	495	508	134	314	244	287	579	343	272
199	243	77	790	41	1102	733	63	1412	354

Второй набор исходных данных (Равномерное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде 900 часов	времени
1	98; 209; 295; 392; 502; 592; 691; 806	
2	111; 197; 292; 405; 509; 590; 704; 788; 877	
3	105; 218; 313; 397; 485; 570; 656; 766; 870	
4	105; 218; 335; 419; 532; 618; 698; 792	
5	95; 196; 292; 372; 452; 534; 653; 745; 829	
6	99; 208; 293; 390; 478; 561; 669; 773; 860	
7	103; 211; 326; 406; 515; 624; 722; 822	
8	108; 205; 299; 412; 501; 612; 731; 812; 892	
9	88; 191; 278; 360; 443; 539; 644; 750; 854	
10	80; 177; 277; 365; 476; 564; 661; 775; 887	

**ВАРИАНТ 8**

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

93	28	116	300	247	207	40	155	141	17
142	233	105	99	289	180	229	440	150	124
173	123	111	161	111	269	87	245	390	129
149	574	131	70	33	200	41	60	41	16
80	116	208	369	69	190	76	295	108	234
78	119	87	132	119	259	94	48	155	139
253	234	135	106	220	22	198	412	449	186
151	85	155	90	301	429	165	304	207	124
326	20	381	279	49	535	94	51	158	48
38	140	195	15	166	206	60	120	57	225

Второй набор исходных данных (Нормальное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде 900 часов	времени
1	73; 169; 282; 341; 425; 540; 663; 777	
2	73; 147; 213; 305; 372; 461; 569; 666; 768; 873	
3	109; 200; 286; 402; 480; 575; 718; 797; 871	



4	112; 197; 286; 380; 486; 564; 665; 782; 889
5	92; 187; 260; 355; 476; 567; 668; 760; 865
6	88; 191; 313; 419; 533; 609; 700; 797
7	110; 221; 369; 448; 529; 643; 772; 887
8	94; 182; 280; 340; 436; 534; 638; 750; 875
9	99; 202; 274; 365; 441; 526; 643; 742; 825; 899
10	101; 193; 288; 419; 542; 635; 716; 799; 881

## ВАРИАНТ 9

Первый набор исходных данных (Гамма-распределение):

350	244	69	234	145	196	389	23	251	127
226	118	219	204	120	180	406	182	74	240
206	257	181	104	130	341	245	9	226	161
147	71	219	361	162	112	67	182	34	76
143	60	119	190	281	437	226	304	41	148
228	37	296	51	254	44	190	143	795	117
191	14	392	157	16	203	89	346	303	40
377	319	258	37	68	235	385	128	111	640
136	224	174	601	35	71	345	132	197	35
331	83	97	178	328	194	110	120	106	109

Второй набор исходных данных (Равномерное распределение):

Номер элемента	Моменты отказа на периоде времени 600 часов
1	104; 200; 287; 373; 477; 586
2	96; 198; 314; 399; 513
3	81; 165; 277; 375; 475; 562
4	111; 226; 312; 413; 530
5	111; 209; 322; 406; 516; 596
6	83; 198; 288; 384; 484; 468; 565
7	99; 215; 317; 415; 506
8	84; 200; 316; 431; 516
9	109; 218; 330; 435; 536
10	85; 172; 271; 386; 496

## Практическая работа №2. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕРЕЗЕРВИРОВАННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Дано:

- структурная схема системы в виде основного (последовательного в смысле надежности) соединения элементов;
- $n$  – число элементов системы;
- $\lambda_i$  – интенсивность отказа  $i$ -го элемента системы,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;
- $r_i$  – риск из-за отказа  $i$ -го элемента системы,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;
- $R$  – допустимый риск;
- $T$  – суммарное время работы системы.

Определить:

$B$  показатели надежности системы:

- $P_c(t)$  – вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ , а также ее значения при  $t = T$  и  $t = T_l$

$T_I$  – среднее время безотказной работы системы;

$R_c(t)$  – риск системы как функцию времени; значение риска при  $t = T$  и  $t = T_I$  возможность расчета риска по приближенной формуле.

### Варианты заданий к работе 2

В заданиях приняты следующие обозначения:

$T$  — суммарное время работы системы, час.

$R$  — допустимый риск, усл. ед.

$\lambda_i$  — интенсивность отказов  $i$ -го элемента, час<sup>-1</sup>.

$r_i$  — риск системы из-за отказа  $i$ -го элемента, усл. ед.

#### Вариант 1

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,1	0,5	3	4,2	3,6	2,1	4,4	4,8
$r$ , усл.ед.	2500	6000	3000	2850	6180	4200	680	1000

$T = 1450$  час,  $R = 7500$  усл. ед.

#### Вариант 2

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	2,1	1,5	3,2	2,2	3,9	2,4	1,4	1,8
$r$ , усл.ед.	6800	9200	2000	20000	6450	5200	1680	160

$T = 1350$  час,  $R = 3500$  усл. ед.

#### Вариант 3

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	0,1	2,5	3,1	1,2	1,6	2,3	0,4	4,6
$r$ , усл.ед.	10500	8000	6000	285	6000	5200	68000	1400

$T = 2350$  час,  $R = 2500$  усл. ед.

#### Вариант 4

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,6	1,3	2,3	4,1	3,2	2,7	0,4	0,8
$r$ , усл.ед.	3500	6450	3250	28500	6780	4280	2680	1800

$T = 3500$  час,  $R = 7000$  усл. ед.

#### Вариант 5

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,1	2,5	3,7	0,2	2,6	2,4	1,4	3,8
$r$ , усл.ед.	5200	4200	1400	2850	6460	44560	8080	3000

$T = 4000$  час,  $R = 7500$  усл. ед.

#### Вариант 6

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	3,1	1,5	2,9	4,7	3,2	2,9	2,4	1,8
$r$ , усл.ед.	2500	6000	3000	2850	6180	4200	680	1000

$T = 1450$  час,  $R = 6500$  усл. ед.

### Вариант 7

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,2	2,8	4,3	4,1	0,6	0,1	2,5	1,7
$r$ , усл.ед.	4500	6500	3100	1850	6350	5200	380	1400

$T = 4350$  час,  $R = 3500$  усл. ед.

### Вариант 8

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	0,8	0,7	2,7	1,9	4,6	2,2	3,4	4,2
$r$ , усл.ед.	500	600	300	285	618	420	680	100

$T = 4450$  час,  $R = 6500$  усл. ед.

### Вариант 9

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	3,1	2,5	3,2	2,2	2,6	2,4	4,1	3,8
$r$ , усл.ед.	1500	2000	3100	3850	3180	3200	3680	3000

$T = 2050$  час,  $R = 3700$  усл. ед.

### Вариант 10

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,1	2,5	3	4,4	3,3	2,2	4,6	4,1
$r$ , усл.ед.	3500	6300	3300	3330	6380	4300	6830	1300

$T = 1290$  час,  $R = 5700$  усл. ед.

### Вариант 11

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	2	0,5	1	4	3	2	4	4
$r$ , усл.ед.	3500	4000	3400	4850	4180	4400	6480	1400

$T = 1540$  час,  $R = 5070$  усл. ед.

### Вариант 12

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1,1	0,5	3	4,2	3,6	2,1	4,4	4,8
$r$ , усл.ед.	3500	5000	3500	5850	5180	5200	5680	1500

$T = 4150$  час,  $R = 5078$  усл. ед.

### Вариант 13

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	1	0,2	2,3	2	3,3	2,4	4,6	4,1
$r$ , усл.ед.	3500	6500	5000	2550	6580	4500	6580	1050

$T = 5450$  час,  $R = 750$  усл. ед.

### Вариант 14

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	3	3,5	2	4	3	2,5	2,4	3,8
$r$ , усл.ед.	5500	6050	3050	5800	6150	4250	6850	1550

$T = 430$  час,  $R = 700$  усл. ед.

### Вариант 15

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	2,1	2,5	2,3	4,1	4,6	4,1	4,2	4,5
$r$ , усл.ед.	4500	6040	3400	4850	6480	4400	6840	1400

$T = 1290$  час,  $R = 550$  усл. ед.

### Вариант 16

Номера элементов	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}$ , час <sup>-1</sup>	3,1	1,5	3,5	4,6	1,6	2,7	3,4	4,4
$r$ , усл.ед.	2540	6400	30400	2840	6140	4240	6480	1040

$T = 3500$  час,  $R = 500$  усл. ед.

## Практическая работа №3. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТА. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТКАЗОВ.

Цель: приобретение навыков расчета показателей надежности невосстанавливаемого объекта.

**Индивидуальные задания** *Задача 1.* На испытание поставлено  $N_0=1500$  однотипных электронных ламп. За 5000 ч отказало  $n(t)=100$  ламп. Требуется определить за период 3000 ч вероятность безотказной работы  $P(t)$  и вероятность отказа  $Q(t)$ .

*Задача 2.* На испытание поставлено  $N_0=2000$  однотипных приборов. За первые  $\Delta t_1=3000$  ч отказало 100 приборов, а за интервал времени  $\Delta t_2=3000 \dots 4000$  ч отказало еще  $\Delta t_2=100$  приборов. Требуется определить частоту  $f(\Delta t_2)$  и интенсивность  $\lambda(\Delta t_2)$  отказов приборов в промежутке времени  $\Delta t = 3000-4000$  ч.

*Задача 3.* Три однотипных объекта поставлены на испытания. За период наблюдения было зафиксировано по первому объекту 8 отказов, по второму – 10, третьему – 8. Нарботка первого объекта составила  $t_1=160$  ч, второго  $t_2=300$  ч, третьего  $t_3=240$  ч. Определить наработку объектов на отказ.

*Задача 4.* Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону  $\lambda=2,5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$ . Требуется определить вероятность безотказной работы  $P(t)$ , частоту отказов  $f(t)$  и среднюю наработку до отказа  $\bar{T}$  при  $t=1000, 2000, 3000$  ч.

*Задача 5.* В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь период зарегистрировано  $n(t)=10$  отказов. До начала наблюдений объект проработал 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1000 ч. Определить среднюю наработку на отказ  $T_0$ .

*Задача 6.* В аппаратуре было зафиксировано 10 отказов. Время восстановления составило:  $t_1=10$  мин,  $t_2=20$  мин,  $t_3=12$  мин,  $t_4=10$  мин,  $t_5=15$  мин,  $t_6=25$  мин,  $t_7=25$  мин,  $t_8=30$  мин. Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры  $t_B$ .

*Задача 7.* Аппаратура имела среднюю наработку на отказ  $T_0=75$  ч и среднее время восстановления  $t_B=1,2$  ч. Требуется определить коэффициент готовности  $K_G$ .

*Задача 8.* Известно, что интенсивность отказов  $\lambda = 0,01 \text{ ч}^{-1}$ , а среднее время восстановления  $t_B=5$  ч. Требуется вычислить коэффициент готовности. Закон распределения экспоненциальный.

*Задача 9.* Определить коэффициент технического использования машины, если известно, что машину эксплуатируют в течение года  $T_3=9010$  ч. За этот период эксплуатации машины суммарное время восстановления отказов составило  $t_B=50$  ч. Время проведения регламента составляет  $t_0=10$  ч. Суммарное время  $t_p$ , затраченное на ремонтные работы за период эксплуатации составляет 10 суток.

*Задача 10.* На испытание поставлено  $N_0=500$  изделий. За время  $t=3000$  ч отказало  $n(3000)=100$  изделий, за интервал  $\Delta t=100$  ч отказало  $n(\Delta t)=50$  изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы  $P(t)$ , частоту отказов  $f(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda(t)$  за 3000, 3100, 3050 часов, частоту интенсивность  $\lambda(t)$  отказов в интервале 3000...3100 часов.

## **Практическая работа №4. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРУКТУРНО-РЕЗЕРВИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРИ ОБЩЕМ РЕЗЕРВИРОВАНИИ ЗАМЕЩЕНИЕМ**

### **Постановка задачи**

Дано:

- техническая система с основным соединением элементов;

-  $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$  — интенсивность отказа нерезервированной системы, состоящей

из  $n$  элементов;

-  $t$  — текущее время работы системы;

-  $m$  — кратность резервирования, не превосходящая по условиям физической реализуемости четырех, т. е.  $m \leq 4$ .

Необходимо:

- провести сравнительный анализ надежности однотипных систем при общем постоянном резервировании и при резервировании замещением;

- исследовать влияние надежности автомата контроля и коммутации на эффективность резервирования замещением;

- исследовать свойства интенсивности отказа резервированной системы.

Для индивидуальных заданий следует использовать исходные данные из работы 4.

### **Индивидуальные задания**

В заданиях  $\lambda$  — интенсивность отказа нерезервированной системы,  $\text{час}^{-1}$ .

ВАРИАНТЫ 1—8

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda \cdot 10^{-5}, \text{ час}^{-1}$	3,8	4	1,5	2,7	1,9	3,2	4,1	1,2

9—16

• В  
АРИАНТЫ

Номер варианта	9	10	11	12	13	14	15	16
$\lambda \cdot 10^{-5}, \text{ час}^{-1}$	5,9	3,7	7,5	2,6	6,8	5	4,4	3,3

17—25

• В  
АРИАНТЫ

Номер варианта	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\lambda \cdot 10^{-5}, \text{ час}^{-1}$	4,7	6,5	3,5	8,4	2,9	2,8	4,6	4,3	6,2

### Практическая работа №5. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА АСУ. АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

**Целью работы** является: изучение процедур тестового диагностирования на основе непересекающихся тестов; получение навыков постановки диагноза посредством решения задачи диагностирования технической системы и проведения анализа полученных результатов.

1. Используя метод поэлементных проверок, составьте оптимальную последовательность выполнения тестов при диагностировании причин неисправности ИС.
2. Проанализируйте причины возможного неисправного состояния системы, которые не контролируются рассматриваемыми в задаче тестами. Результаты анализа запишите в выводе работы.

#### Типовой перечень вопросов к экзамену:

1. Общие понятия теории надежности. Терминология.
2. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа.
3. Параметр потока отказов, интенсивность отказов, наработка на отказ.
4. Показатели долговечности: ресурс, срок службы.
5. Показатели ремонтпригодности. Виды технического обслуживания. Количественные характеристики ремонтпригодности.
6. Показатели сохраняемости.
7. Комплексные показатели надежности: коэффициенты готовности, технического использования, оперативной готовности.
8. Отказы изделий. Критерий отказа. Классификация отказов машин.
9. Причины отказа машин.
10. Первичная обработка экспериментального материала по надежности изделий. Вариационные ряды. Статистические характеристики: среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, мода, медиана, асимметрия и эксцесс.
11. Первичная обработка экспериментального материала по надежности изделий. Гистограммы.
12. Аппроксимация статистических распределений (гистограмм) теоретическими законами.
13. Нормальное распределение при оценках показателей надежности.
14. Характеристика сложной системы. Достоинства и недостатки сложных систем. Структурная схема надежности машины.
15. Схемная надежность сложной системы. Параллельное, последовательное и комбинированное соединение элементов. Понятие резервирования.
16. Определение схемной надежности при проектировании машин. Раздельное и общее резервирование.
17. Нормирование показателей надежности машин. Классы надежности изделий. Разработка требований к показателям надежности.

18. Разработка требований к надежности элементов машин. Расчленение машин на структурные элементы.
19. Распределение наработки на отказ, вероятности безотказной работы машины и её ресурса между элементами.
20. Схема достижения заданного уровня надежности элементов машин расчетными методами.
21. Схема оценки уровня надежности деталей машин экспериментально- расчетными методами.
22. Основные этапы комплексной программы обеспечения надежности изделия.
23. Экспериментальные исследования на различных стадиях жизненного цикла машин при прогнозировании и оценке надежности.

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме экзамена:

- а) оценка «отлично» – компетенция сформирована полностью на продвинутом уровне;
- б) оценка «хорошо» – компетенция сформирована на повышенном уровне;
- в) оценка «удовлетворительно» - компетенция сформирована на пороговом уровне;
- г) оценка «неудовлетворительно» - компетенция не сформирована

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценка «неудовлетворительно» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении

		задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и работ, продемонстрировал низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий работ, продемонстрировал крайне низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов



### 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

#### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Диагностика и надежность автоматизированных систем»

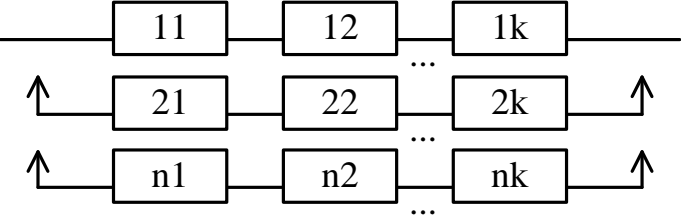
Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	г) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.	<p>Закончите определение. Надежность – это:</p> <p>а) свойство технических систем выполнять заданные функции, сохраняя во времени значение устанавливаемых эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям;</p> <p>б) свойство системы или элемента непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки;</p> <p>в) свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;</p> <p>г) свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7 Знает и применяет основные методики диагностики и надежности автоматизированных систем необходимых при их настройке и наладке

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
2.	б) безотказность;	<p>Свойством объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта называется...</p> <p>а) надежность;  б) безотказность;  в) долговечность;  г) ремонтпригодность;  д) сохраняемость;</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7
3.	а) исправное состояние;	<p>Техническое состояние системы, при котором она соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией, называется...</p> <p>а) исправное состояние;  б) работоспособное состояние;  в) предельное состояние;  г) безотказное состояние.</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7
4.	1) заключающееся в нарушении работоспособного состояния системы;	<p>Закончите определение. Отказ – это событие:</p> <p>1) заключающееся в нарушении работоспособного состояния системы;  2) заключающееся в нарушении исправного состояния системы;  3) приводящее к наступлению предельного состояния системы;</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		4) нет правильного ответа.		
5.	а) суммарная продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации (или ее возобновления после ремонта) до перехода в предельное состояние;	<p>Закончите определение. Технический ресурс – это:</p> <p>а) суммарная продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации (или ее возобновления после ремонта) до перехода в предельное состояние;</p> <p>б) продолжительность или объем работы объекта от окончания восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа;</p> <p>в) продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации до возникновения первого отказа;</p> <p>г) календарная продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации (или ее возобновления после ремонта) до перехода в предельное состояние.</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7
6.	б) отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу исправно работающих объектов при	<p>Закончите определение. Интенсивность отказов – это:</p> <p>а) отношение числа отказавших элементов в единицу времени к первоначальному числу испытываемых элементов при условии, что отказавшие элементы не восстанавливаются;</p> <p>б) отношение числа отказавших объектов в единицу времени к среднему числу исправно работающих объектов при условии, что</p>	ОПК-7	ИД-1 опк-7

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	условии, что отказавшие элементы не восстанавливаются;	отказавшие элементы не восстанавливаются; в) отношение числа отказавших элементов в единицу времени к числу элементов, поставленных на испытание при условии, что отказавшие образцы мгновенно заменяются исправными; г) отношение числа отказавших элементов в единицу времени к числу элементов, поставленных на испытание при условии, что отказавшие образцы не заменяются исправными.		
7.	б) частота отказов;	Показатель надежности восстанавливаемых объектов, который определяется отношением числа отказавших элементов в единицу времени к числу элементов, поставленных на испытание, называется: а) вероятность безотказной работы; б) частота отказов; в) интенсивность отказов; г) параметр потока отказов.	ОПК-7	ИД-1 опк-7
8.	г) нет правильного ответа.	8. Закончите определение. Средняя наработка на отказ – это: а) математическое ожидание наработки объекта от начала его эксплуатации до первого отказа; б) отношение наработки восстанавливаемого объекта к числу отказов в течение этой наработки; в) математическое ожидание наработки объекта от окончания	ОПК-7	ИД-1 опк-7

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		восстановления его работоспособного состояния после отказа до возникновения следующего отказа г) нет правильного ответа.		
9.	б) произведением вероятностей отказов отдельных элементов;	Вероятность отказа системы с параллельным соединением элементов (в смысле надежности) и независимыми отказами элементов определяется: а) произведением вероятностей безотказной работы отдельных элементов; б) произведением вероятностей отказов отдельных элементов; в) суммой вероятностей безотказной работы всех элементов системы; г) вероятностью отказа наименее надежного элемента; д) вероятностью отказа наиболее надежного элемента.	ОПК-7	ИД-1 оПК-7
10.	г) $P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(x) dx\right]$	Основной закон надежности выражается в виде следующей формулы: а) $P(t) = e^{-\lambda \cdot t}$ б) $P(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ в) $f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ и $F(t) = 1 - e^{-\lambda \cdot t}$ , г) $P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(x) dx\right]$	ОПК-7	ИД-1 оПК-7

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		д) нет правильного ответа.		
11.	а) общее резервирование и постоянное включение резерва;	<p>Логическая схема какого вида резервирования приведена на рис.?</p>  <p>а) общее резервирование и постоянное включение резерва;  б) раздельное резервирование и включение резерва замещением;  в) общее резервирование и включение резерва замещением;</p>	ОПК-7	ИД-1 оПК-7