

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«30» мая 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

**Б1.В.ДВ.03.02 Надежность систем автоматизации**

**27.03.04 Управление в технических системах**  
(код и наименование направления подготовки)

**Системы и средства автоматизации технологических процессов**  
(наименование профиля)

**бакалавр**  
квалификация

**форма обучения очно-заочная**

Нижекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

доцент

\_\_\_\_\_ 

Н.В. Лежнева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 20.04.2022 г. № 8

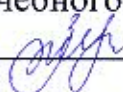
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ 

О.В. Матухина

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик учебного плана,  
ст. преподаватель каф. ИСТ

\_\_\_\_\_ 

И.Н. Захарова

***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***

Компетенция:

ПК-2 Способен к определению целесообразности автоматизации процессов управления, к разработке информационного обеспечения автоматизированной системы управления производством и заданий на проектирование оригинальных компонентов АСУП, к контролю ввода ее в действие и эксплуатации

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-2.1 Знает методы проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и выбирать стандартные средства вычислительной техники для проектирования систем автоматизации в соответствии с техническим заданием;

ПК-2.2 Умеет производить проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и выбирать стандартные средства вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;

ПК-2.3 Владеет методиками проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации выбирать стандартные средства вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

<b><i>Индикаторы достижения компетенции</i></b>	<b><i>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</i></b>				<b><i>Наименование оценочного средства</i></b>
	<b><i>Лекции</i></b>	<b><i>Практические занятия, лабораторный практикум</i></b>	<b><i>Лабораторные занятия</i></b>	<b><i>Курсовой проект (работа)</i></b>	
<b><i>ПК-2.1</i></b>	<b><i>Тема 1- 9</i></b>	<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Лаб. работа 1-7</i></b>	<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Тестирование, лаб. работа</i></b>
<b><i>ПК-2.2</i></b>		<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Лаб. работа 1-7</i></b>	<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Тестирование, лаб. работа</i></b>
<b><i>ПК-2.3</i></b>		<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Лаб. работа 1-7</i></b>	<b><i>Не предусмотрены</i></b>	<b><i>Тестирование, лаб. работа</i></b>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b>Текущий рейтинг</b>	
Лаб. работа	Балл
№1	8-15
№2	9-14
№3	9-14
№4	9-14
№5	9-15
№6	8-14
№7	8-14
Тестирование	0-4
ИТОГО	60-100

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			зачет
5	87 - 100	Отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средства

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы лабораторных работ.
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий для проведения итогового тестирования по дисциплине

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Информационных систем и технологий*

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах  
Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов

Учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Надежность систем автоматизации».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в учебных лабораториях кафедры без использования специального оборудования.

Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

## **Комплект лабораторных работ** по дисциплине «Надежность систем автоматизации»

### **Лабораторная работа №1**

**Тема: «Определение и комплексных показателей надежности технических элементов по статистическим данным».**

#### **Задание:**

1. Изучить теоретический материал (единичные и комплексные показатели надежности технических элементов). Ответить на теоретические вопросы.
2. Из  $N$  одновременно включенных однотипных элементов к моменту времени 300 отказало  $N_1$  элементов. Найти оценки интенсивности отказов и средней наработки до отказа элемента.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N$	10000	5000	7000	8000	9000	11000	12000	13000	15000	20000
$N_1$	300	200	100	150	250	350	380	400	500	500

3. При испытании  $N$ (п.2) однотипных элементов на интервале времени (495, 505) отказало  $\Delta N$  элементов. Определить среднюю наработку до отказа и гамма-ресурс элемента при  $P_\gamma = 0,9$ .

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta N$	6	3	4	5	5	7	8	9	10	11

4. Вероятность безотказной работы элемента изменилась в 1,1 раза за время его эксплуатации  $t$  час. Определить гамма-ресурс элемента при  $P_\gamma = 0,22$ .

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t$	200	100	250	150	120	170	180	220	300	400

5. Плотность вероятности отказа изменилась в 1.5 раза за время эксплуатации элемента, равное  $t$  час (п.4). Определить среднюю наработку до отказа элемента и вероятность его отказа в момент времени 120 ч.

6. При испытании большого числа однотипных элементов в момент времени  $t_0$  было исправ-

но 500 элементов, а на малом интервале времени  $(t_0, t_0 + 5)$  отказало  $\Delta N(p.3)$  элементов. Определить оценки средней наработки до отказа элемента и вероятности его отказа в момент времени 1000 ч.

7. При испытании 1000 однотипных элементов на интервале времени (295, 305) отказало  $\Delta N(p.3)$  элементов. Определить среднюю наработку до отказа и гамма-ресурс при  $P_\gamma = 0,9$ .

8. **Вариант 1.** Нарботка элемента до отказа описывается усеченным нормальным распределением с параметрами  $t_H = 4000$  ч,  $\sigma^2 = 10^6$  ч<sup>2</sup>. Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и плотность вероятности отказа для  $t=2000$  ч.

**Вариант 2.** Нарботка изделия до отказа описывается законом Релея. Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и плотность вероятности отказа для  $t=1000$  ч, если параметр распределения  $\sigma^2 = 10^6$  ч<sup>2</sup>.

**Вариант 3.** Время безотказной работы изделия подчиняется закону Вейбулла с параметрами  $k=10^{-4}$  1/ч,  $m=1.5$ . Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и плотность вероятности отказа для  $t=100$  ч.

**Вариант 4.** За наблюдаемый период эксплуатации в изделии было зафиксировано 8 отказов, время восстановления которых соответственно составило 12, 23, 15, 9, 17, 28, 25, 31 мин. Найти оценку среднего времени восстановления изделия.

**Вариант 5.** В результате анализа данных об отказах аппаратуры получена зависимость  $f(t) = C_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + C_2 \lambda_1 e^{-\lambda_2 t}$ . Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказа и среднюю наработку до отказа.

**Вариант 6.** В результате анализа данных об отказах аппаратуры установлено, что плотность вероятности отказа имеет вид:  $f(t) = 2e^{-t} (1 - e^{-t})$ . Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и среднюю наработку до отказа.

9. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

## Лабораторная работа №2

**Тема: «Определение комплексных показателей надежности восстанавливаемых элементов».**

**Задание:**

1. Изучить комплексные показатели надежности. Ответить на теоретические вопросы.

2. Технический элемент характеризуется интенсивностью отказов  $\lambda$  час<sup>-1</sup> и средним временем ремонта  $t_H^B$  час. Определить коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности при  $t=100$  ч и  $t=300$  ч.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda$	0.005	0.001	0.002	0.003	0.0025	0.0015	0.0018	0.0022	0.004	0.0028
$t_H^B$	50	20	40	30	25	60	80	70	55	75

3. Технический элемент характеризуется средней наработкой до отказа  $t_H$  час и средним временем восстановления  $t_H^B$  час (п.2). Найти коэффициент простоя и гамма-ресурс готовности при  $K_\gamma = 0.5$ .

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_H$	200	300	250	350	420	570	380	220	500	400

4. Технический элемент характеризуется средним временем восстановления  $t_H^B$  час (п.2) и ко-



эффицентом готовности 0.6. Определить среднюю наработку до отказа элемента и вероятность отказа элемента до момента времени 100 ч.

5. Коэффициент готовности технического элемента  $\hat{E}_a$ , а интенсивность восстановления 0.02 1/ч. Требуется определить гамма- ресурс при  $P_\gamma = 0.7$  и коэффициент оперативной готовности при времени прогноза 100 ч.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\hat{E}_a$	0.55	0.5	0.6	0.45	0.65	0.7	0.58	0.42	0.73	0.64

6. Система «восстанавливаемый элемент – ремонтный персонал» характеризуется коэффициентом простоя и коэффициентом оперативной готовности 0.2 при  $t=400$  ч. Определить интенсивности отказов, восстановления, а также коэффициент готовности элемента.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\hat{E}_i$	0.2	0.3	0.25	0.22	0.1	0.15	0.28	0.32	0.5	0.4

7. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №3

**Тема: «Определение показателей надежности нерезервированных систем».**

**Задание:**

1. Изучить показатели надежности нерезервированных систем. Ответить на теоретические вопросы.

2. Усилитель напряжения состоит из трех последовательно включенных каскадов усиления с интенсивностями отказов  $\lambda_1 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_2 \text{ час}^{-1}$  и  $P(t_{h3})$ , где  $t_{h3} = 100$  час. Определить среднюю наработку до отказа и гамма-ресурс готовности системы при  $P_\gamma = 0.8$ .

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_1$	0.009	0.002	0.003	0.004	0.008	0.003	0.008	0.005	0.001	0.0085
$\lambda_2$	0.0135	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.0075	0.003	0.002	0.01
$P(t_{h3})$	0.2	0.1	0.15	0.22	0.18	0.21	0.28	0.3	0.32	0.19

3. Регулятор с передаточной функцией  $W(p) = C_1 + C_0 / p$ , где  $C_1, C_0$  - параметры настройки регулятора, состоит из усилителя с интенсивностью отказов  $\lambda_y (= \lambda_1 \text{ из п.2}) \text{ час}^{-1}$ , интегратора с  $t_{\gamma u}$  час при  $P_\gamma = 0.8$  и сумматора с  $P_\Sigma(48) = 0.9$ . Необходимо построить структурную надежность схему регулятора, определить закон регулирования и среднюю наработку до отказа регулятора.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{\gamma u}$	60	70	50	80	90	75	85	95	100	65

4. Автоматическая система регулирования состоит из четырех элементов: датчика Д, регулятора Р, исполнительного механизма ИМ, регулирующего органа РО, интенсивности отказов которых соответственно равны  $\lambda_D = 0.003$ ,  $\lambda_P = 0.006$ ,  $\lambda_{ИМ} = 0.009$ ,  $\lambda_{РО} = 0.015$ . Определить номинальную среднюю наработку до отказа системы, вероятность отказа системы в момент времени  $t_h = 50$  часов.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

вар-та										
$\lambda_1$	0.003	0.002	0.003	0.004	0.008	0.003	0.008	0.005	0.001	0.0085
$\lambda_2$	0.006	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.0075	0.003	0.002	0.01
$\lambda_3$	0.009	0.001	0.001	0.008	0.0075	0.002	0.0015	0.002	0.0007	0.005
$\lambda_4$	0.015	0.02	0.022	0.017	0.018	0.021	0.03	0.024	0.014	0.016

5. В автоматической системе регулирования, приведенной в п.4, разрешено изменить в 2 раза интенсивность отказа любого (одного) элемента с целью увеличения средней наработки до отказа системы. Какой элемент необходимо выбрать и какова средняя наработка до отказа модернизированной АСР?

6. Отразить результаты в лабораторном отчете.

#### Лабораторная работа №4

**Тема: «Определение показателей надежности резервированных систем»**

**Задание:**

1. Изучить показатели надежности резервированных систем.

2. Техническая система состоит из четырех основных элементов с интенсивностями отказов  $\lambda_1 = 0.008 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 0.016 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 0.024 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_4 = 0.012 \text{ час}^{-1}$ . В наличии имеется еще один элемент со средней наработкой до отказа  $t_H$  час, которым можно зарезервировать любой из основных. Определить наибольшую среднюю наработку до отказа резервированной системы и вероятность ее отказа в момент времени  $t$  час.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_H$	50	75	60	100	90	115	110	120	105	102
$t$	100	120	150	200	250	300	350	400	450	500

3. Техническая система сконструирована из трех равнонадежных элементов с интенсивностью отказов  $\lambda \text{ час}^{-1}$ , два из которых основные, а третий резервный. Определить среднюю наработку до отказа системы, вероятность ее отказа в момент времени  $t$  час, приведенном в п.2.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda$	0.004	0.001	0.002	0.003	0.0025	0.005	0.008	0.0012	0.0035	0.006

4. Техническая система состоит из трех элементов с интенсивностями отказов  $\lambda_1 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_2 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_3 \text{ час}^{-1}$ , два из которых основные, а третий резервный. Определить наибольшую среднюю наработку до отказа резервированной системы и вероятность ее отказа в момент времени 100 час.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_1$	0.009	0.002	0.003	0.004	0.008	0.003	0.008	0.005	0.001	0.0085
$\lambda_2$	0.0135	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.0075	0.003	0.002	0.01
$\lambda_3$	0.0045	0.001	0.001	0.008	0.0075	0.002	0.0015	0.002	0.0007	0.005

5. Отразить результаты в лабораторном отчете.

#### Лабораторная работа №5

**Тема: «Определение показателей надежности мажоритарных систем»**

**Задание:**

1. Изучить показатели надежности мажоритарных систем.

2. Мажоритарная система состоит из трех равнонадежных «голосующих» элементов с вероятностями  $P$  и абсолютно надежного кворум-реле. Определить вероятность безотказной работы системы и эффективность резервирования по вероятности  $P$ . Определите число состоя-

ний и вариантов работоспособности системы. Состояние системы характеризуется числом работоспособных элементов, а вариант- сочетанием этих элементов.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P	0.21	0.2	0.25	0.4	0.3	0.28	0.35	0.45	0.38	0.42

3. Мажоритарная система состоит из пяти равнонадежных «голосующих» элементов с интенсивностями отказов  $\lambda$  и абсолютно надежного кворум-реле. Определить среднюю наработку до отказа системы и интенсивность ее отказа в момент времени 1000.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda$	0.002	0.001	0.0015	0.0025	0.003	0.0032	0.0035	0.004	0.0018	0.0022

4. Отразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №6

**Тема: «Синтез систем минимальной сложности с заданной надежностью»**

**Задание:**

- Изучить методику синтеза систем минимальной сложности.
- Сконструировать резервированную систему минимальной сложности со средней наработкой на отказ не менее  $t_H^c$  часов, используя элементы с интенсивностями отказов  $\lambda_1 = 0.008 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_2 = 0.011 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_3 = 0.009 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_4 = 0.01 \text{ час}^{-1}$ ,  $\lambda_5 = 0.012 \text{ час}^{-1}$ . Рекомендуются принцип решения задачи «от простого к сложному».

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_H^c$	170	175	180	185	190	195	173	178	182	192

3. Сконструировать из равнонадежных элементов с интенсивностью отказов  $\lambda \text{ час}^{-1}$  резервированную систему минимальной сложности со средней наработкой на отказ не менее  $t_H^c$  часов. Определите число элементов  $n$  в резервированной системе и ее среднюю наработку до отказа.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_H^c$	310	200	1700	300	300	800	700	550	800	500
$\lambda$	0.007	0.01	0.001	0.008	0.007	0.002	0.003	0.004	0.003	0.005

4. Отразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №7

**Тема: «Определение коэффициентов (функций) чувствительности показателей надежности систем»**

**Задание:**

- Изучить методику определения чувствительностей показателей надежности систем.
- Нерезервированная система состоит из трех элементов с интенсивностями отказов  $\lambda_1, \lambda_2$  и  $\lambda_3 \text{ час}^{-1}$ . Определить размерные и безразмерные функции и коэффициенты чувствительности показателей надежности  $P_c(t)$  и  $t_H^c$  по показателям надежности элементов  $\lambda_i, i = 1, 2, 3$ . Найти значения функций в момент времени  $t_0$ , равный средней наработке до отказа системы.

№ вар-та	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\lambda_1$	0.009	0.002	0.003	0.004	0.008	0.003	0.008	0.005	0.001	0.0085
$\lambda_2$	0.0135	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.0075	0.003	0.002	0.01

$\lambda_3$	0.0045	0.001	0.001	0.008	0.0075	0.002	0.0015	0.002	0.0007	0.005
-------------	--------	-------	-------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------

3. Для резервированной системы с тремя нагруженными элементами с интенсивностями отказов  $\lambda_1, \lambda_2$  и  $\lambda_3$  час<sup>-1</sup> (п.2). Определить размерные и безразмерные функции и коэффициенты

чувствительности показателей надежности  $P_c(t)$  и  $t_H^c$  по показателям надежности элементов.

4. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

**Критерии оценки:** Количество баллов, которое можно получить за лабораторную работу, представлено в табл.

Текущий рейтинг	
Лаб. работа	Балл
№1	6-8
№2	7-8
№3	7-8
№4	8-8
№5	7-8
№6	5-8
№7	5-8
ИТОГО	36-56

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Информационных систем и технологий*

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах  
Профиль: Системы и средства автоматизации технологических процессов

## Комплект тестовых заданий по дисциплине «Надежность систем автоматизации»

### Вариант №1

#### **Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов**

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1 Какие из приведенных ниже показателей безотказности являются числовыми?

- 1) функция надежности;
- 2) функция ненадежности;
- 3) средняя наработка до отказа;
- 4) плотность распределения времени безотказной работы;
- 5) дисперсия наработки до отказа;
- 6) среднее квадратическое отклонение наработки до отказа;
- 7) интенсивность отказов;
- 8) гамма-ресурс;
- 9) гамма-процентный ресурс.

1.2. Какие из приведенных функциональных показателей надежности являются интенсивностью отказов технического элемента и функцией надежности?

- 1)  $Q(t) = P\{T < t\};$
- 2)  $P(t) = P\{T > t\};$
- 3)  $f(t) = \frac{dQ(t)}{dt};$
- 4)  $\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}.$

1.3. Какие из приведенных ниже показателей являются функциональными показателями ремонтпригодности?

- 1) вероятность восстановления (функция своевременного восстановления);
- 2) среднее время восстановления;
- 3) вероятность невозстановления;
- 4) дисперсия времени восстановления;
- 5) плотность вероятности восстановления;
- 6) интенсивность восстановления;
- 7) среднее квадратическое отклонение времени восстановления.

1.4. Покажите вероятность восстановления элемента (функцию своевременного восстановления) и интенсивность восстановления в момент времени  $t^6$  при условии, что кдо этого

момента времени элемент еще не отремонтирован:

$$1) Q(t^6) = P\{T^6 < t^6\}$$

$$2) P(t^6) = P\{T^6 > t^6\}$$

$$3) f(t^6) = \frac{dQ(t^6)}{dt^6};$$

$$4) \mu(t^6) = \frac{f(t^6)}{P(t^6)}.$$

1.5. По каким формулам следует вычислять коэффициент готовности при экспоненциальном распределении случайных величин  $T$  и  $T^6$ ?

$$1) \frac{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt}{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt + \int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt};$$

$$2) \frac{\int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt}{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt + \int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt};$$

$$3) \frac{1/\lambda}{1/\lambda + 1/\mu};$$

$$4) \frac{1/\mu}{1/\lambda + 1/\mu};$$

$$5) \frac{\lambda}{\lambda + \mu};$$

$$6) \frac{\mu}{\lambda + \mu}.$$

1.6. Испытания элементов на надежность по целевому назначению подразделяются на  
 1.определятельные,  
 2. лабораторные,  
 3.эксплуатационные,  
 4.контрольные.

1.7. Основными показателями качества программного обеспечения являются:  
 1.быстродействие,  
 2.стоимость,  
 3.корректность,  
 4.надежность,  
 5.сложность,  
 6. удобство интерфейса пользователя.

1.8. Наиболее значимыми факторами, от которых зависит число ошибок в принятом в эксплуатацию ПО, являются:

- 1) длина программы;
- 2) удобство интерфейса пользователя;
- 3) способ программирования;
- 4) язык программирования;
- 5) квалификация программистов;
- 6) сложность ПО.

1.9. Показатели надежности резервированной системы зависят от

- 1) схемы резервирования;
- 2) кратности резервирования;
- 3) количества резервных элементов;
- 4) режима функционирования резервных элементов.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Какое из указанных распределений является распределением Релея?

- 1)  $\exp(-\lambda t)$ ;
- 2)  $\exp(-\lambda t^2)$ ;
- 3)  $\exp(-\lambda t^m)$ ;
- 4)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$ ;
- 5)  $\frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$ .

2.2. Для какого из перечисленных законов распределения справедлива формула  $\exp(-\lambda t^2)$ ?

- 1) Вейбулла;
- 2) Релея;
- 3) Экспоненциальное;
- 4) Нормальное;
- 5) усеченное нормальное.

2.3. По какой из приведенных формул находится плотность вероятности для нормально-го распределения?

- 1)  $\exp(-\lambda t)$ ;
- 2)  $\lambda \exp(-\lambda t)$ ;
- 3)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t - t_H)^2}{2\sigma^2}\right)$ ;
- 4)  $2\lambda t$ .

2.4. Для какого закона распределения вероятностей непрерывной случайной величины  $T^6$

справедливо соотношение  $\mu(t^6) = \frac{f(t^6)}{P(t^6)} = \mu = const$ ?

- 1) Нормальное;
- 2) Вейбулла;
- 3) Пуассона;
- 4) Равномерное;
- 5) Экспоненциальное;
- 6) Релея.

2.5. Чему равно значение экспоненциальной функции надежности в момент времени  $t = t_H = 1/\lambda$ ?

- 1)  $e^{-0.1}$ ;
- 2)  $e^1$ ;
- 3)  $e^{-1}$ ;
- 4) 1;
- 5)  $\lambda$ .

2.6. Покажите формулу для вычисления несмещенной оценки дисперсии наработки до отказа:.

- 1)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j$ ;
- 2)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2$ ;
- 3)  $\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2$ ;
- 4)  $\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2}$ .

2.7. Укажите неверную формулу для средней наработки до отказа безызбыточной системы из  $m$  элементов с интенсивностями отказов  $\lambda = 1/t_H$ .

1.  $t_H^c = \frac{1}{m \cdot \lambda}$ ;
2.  $t_H^c = \frac{t_H}{m}$ ;
3.  $t_H^c = t_H \cdot m$ ;
4.  $t_H^c = \int_0^{\infty} e^{-m \cdot \lambda \cdot t} dt$ .



2.8. По сравнению с ненагруженным («холодным») резервом средняя наработка до отказа системы с облегченным («теплым») резервом

1. меньше,
2. больше,
3. одинакова.

2.9. План проведения эксперимента [NRr] предусматривает:

1. испытание N элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента после отказа r элементов,
2. испытание N элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени  $T_0$ ,
3. испытание N элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени  $T_0$ ,
4. испытание N элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени  $T_0$ ,

2.10. Основная особенность показателей надежности программного обеспечения в том, что они зависят от

- 1) квалификация программистов;
- 2) числа ошибок;
- 3) показателей надежности технических средств автоматизации.

2.11. При исследовании ремонтпригодности технических и программно-технических средств автоматизации поведение времени восстановления наиболее часто описывают

- 1) нормальным распределением;
- 2) равномерным распределением;
- 3) экспоненциальным распределением;
- 4) распределением Вейбулла.

2.12. Техническая система тем эффективнее, тем выше ее надежность и ремонтпригодность, чем ближе безразмерный критерий технической эффективности к

- 1) 0;
- 2) -1;
- 3) 1.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите соответствие между распределением и функцией надежности:

1) распределение Релея	а) $\exp(-\lambda t)$
2) нормальное распределение	б) $\exp(-\lambda t^2)$
3) распределение Вейбулла	в) $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau-t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$
4) экспоненциальное распределение	г) $\frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau-t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$
5) усеченное нормальное распределение	д) $\exp(-\lambda t^m)$

3.2. Установите соответствие между режимом резервирования и значением времени простоя системы

1) ненагруженный («холодный»)	а) мало
2) нагруженный («горячий»)	б) велико
3) облегченный («теплый»)	в) отсутствует

3.3. Установите соответствие между системой и формулой для функция надежности системы:

1) резервированная система из m элементов	а) $1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_j(t))$
2) нагруженная система из m элементов	б) $\prod_{j=1}^m P_j(t)$

3.4. Установите соответствие между зависимостью размерных функций чувствительности системы от номера элемента и видом системы:

1) резервированная система	а) не зависят от номера элемента
2) нерезервированная система	б) зависят от номера элемента

## Вариант №2

### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.1 Какие из приведенных ниже показателей безотказности являются функциональными?

- 1) функция надежности;
- 2) функция ненадежности;
- 3) средняя наработка до отказа;
- 4) плотность распределения времени безотказной работы;
- 5) дисперсия наработки до отказа;
- 6) среднее квадратическое отклонение наработки до отказа;
- 7) интенсивность отказов;
- 8) гамма-ресурс;
- 9) гамма-процентный ресурс.

1.2. Покажите вероятность функцию несвоевременного восстановления и интенсивность восстановления:

- 1)  $Q(t^6) = P\{T^6 < t^6\}$
- 2)  $P(t^6) = P\{T^6 > t^6\}$
- 3)  $f(t^6) = \frac{dQ(t^6)}{dt^6}$ ;
- 4)  $\mu(t^6) = \frac{f(t^6)}{P(t^6)}$ .

1.3. По каким формулам находятся среднее время восстановления и дисперсия времени восстановления?

- 1)  $\int_0^{\infty} t^6 f(t^6) dt^6$ ;
- 2)  $\int_0^{\infty} P(t^6) dt^6$ ;

$$3) \int_0^{\infty} \left( t^{\theta} - M[t^{\theta}] \right)^2 f(t^{\theta}) dt^{\theta};$$

$$4) \left( \int_0^{\infty} \left( t^{\theta} - M[t^{\theta}] \right)^2 f(t^{\theta}) dt^{\theta} \right)^{1/2}.$$

1.4. Какие из перечисленных законов распределения являются однопараметрическими?

$$1) \exp(-\lambda t);$$

$$2) \exp(-\lambda t^2);$$

$$3) \exp(-\lambda t^m);$$

$$4) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau;$$

$$5) \frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau.$$

1.5. По каким формулам вычисляются оценки интенсивности отказов, функции ненадежности и вероятности исправной работы элемента?

$$1) \frac{N(t)}{N};$$

$$2) \frac{N - N(t)}{N};$$

$$3) \frac{\Delta N / \Delta t}{N};$$

$$4) \frac{\Delta N / \Delta t}{N(t)},$$

1.6. В системе с ненагруженным резервом

1. элементы делятся на основные и резервные,
2. при отказе одного элемента система продолжает функционировать,
3. элементы не делятся на основные и резервные,
4. имеется контрольное и управляющее устройство,
5. при отказе одного элемента происходит отказ системы.

1.7. Какие из приведенных ниже показателей являются числовыми показателями ремонтопригодности?

- 1) вероятность восстановления;
- 2) среднее время восстановления;
- 3) вероятность невозможности восстановления;
- 4) дисперсия времени восстановления;
- 5) плотность вероятности восстановления;
- 6) интенсивность восстановления;
- 7) среднее квадратическое отклонение времени восстановления.

1.8. Основными показателями надежности программного обеспечения и отдельной программы

являются:

- 1) функция ненадежности;
- 2) интенсивность отказов;
- 3) функция надежности;
- 4) средняя наработка на отказ;
- 5) плотность вероятности отказа;
- 6) гамма-ресурс.

1.9. При анализе сложных автоматизированных систем в качестве критерия эффективности обычно принимают следующие показатели:

- 1) технико-экономические;
- 2) эргономические;
- 3) технологические;
- 4) информационные.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Какой из приведенных функциональных показателей надежности является функцией ненадежности?

- 1)  $Q(t) = P\{T < t\}$ ;
- 2)  $P(t) = P\{T > t\}$ ;
- 3)  $f(t) = \frac{dQ(t)}{dt}$ ;
- 4)  $\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$ .

2.2. По какой формуле определяется среднее время восстановления?

- 1)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^e$ ;
- 2)  $\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N t_j^e$ ;
- 3)  $\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \left( t_j^B - \hat{t}_H^B \right)^2$  ;
- 4)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( t_j^B - \hat{t}_H^B \right)^2$  ;
- 5)  $\left( \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( t_j^B - \hat{t}_H^B \right)^2 \right)^{1/2}$  ;
- 6)  $\left( \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \left( t_j^B - \hat{t}_H^B \right)^2 \right)^{1/2}$  .

2.3. Какое из указанных распределений является усеченным нормальным распределе-

нием?

- 1)  $\exp(-\lambda t)$ ;
- 2)  $\exp(-\lambda t^2)$ ;
- 3)  $\exp(-\lambda t^m)$ ;
- 4)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$ ;
- 5)  $\frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau$ .

2.4. Для какого из перечисленных законов распределения справедлива формула

$$\frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau?$$

1. Вейбулла;
2. Релея;
3. Экспоненциальное;
4. Нормальное;
5. усеченное нормальное.

2.5. Покажите формулу для вычисления оценки среднего квадратического отклонения:

- 1)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j$ ;
- 2)  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2$ ;
- 3)  $\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2$ ;
- 4)  $\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2}$ .

2.6. Укажите правильное определение системы в теории надежности:

1. система может быть разделена на части;
2. система состоит из большого числа элементов;
3. система состоит из двух и более элементов;
4. система состоит из нескольких (двух и более) взаимосвязанных элементов.

2.7. Какая из приведенных ниже формул для интенсивности отказа нерезервированной системы, состоящей из  $m$  элементов с функциями надежности  $P_j(t) = \exp(-\lambda_j t)$ ,  $j = 1, \dots, m$ , является неверной?

$$1. \Lambda_c = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m;$$

$$2. \Lambda_c = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \dots \cdot \lambda_m;$$

$$3. \Lambda_c = \frac{1}{\int_0^{\infty} \prod_{j=1}^m P_j(t) dt};$$

$$4. \Lambda_c = \frac{1}{t_{H1}} + \frac{1}{t_{H2}} + \dots + \frac{1}{t_{Hm}}.$$

2.8. План проведения эксперимента [NVr] предусматривает:

1. испытание N элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента после отказа r элементов,
2. испытание N элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени T<sub>э</sub>,
3. испытание N элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени T<sub>э</sub>,
4. испытание N элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени T<sub>э</sub>,

2.9. Для повышения надежности элемента с отказами типа «обрыв» и «короткое замыкание» применяют:

1. параллельное соединение элементов,
2. последовательное соединение элементов,
3. параллельно-последовательное соединение элементов.

2.10. Наибольшее количество ошибок накапливается в программном обеспечении к концу этапа

- 1) разработка спецификаций;
- 2) проектирование ПО;
- 3) кодирования программ;
- 4) отладка отдельных программ на ЭВМ;
- 5) отладка всего ПО;
- 6) динамическое тестирование.

2.11. Серийные ТСА имеют коэффициент готовности, равный

- 1) 0.5-0.7;
- 2) 0.6-0.8;
- 3) 0.7-0.9;
- 4) 0.8-0.9.

2.12. По скорости изменения параметров технических средств до момента возникновения отказа отказы делятся на

- 1) внезапные и постепенные;
- 2) полные и частичные;
- 3) явные и скрытые.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите соответствие между показателями безотказности и формулами:

1) статистическая интенсивность отказа	а) $\frac{N(t)}{N}$
--	---------------------

2) статистическая функция надежности	б) $\frac{N - N(t)}{N}$
3) статистическая функция ненадежности	в) $\frac{\Delta N / \Delta t}{N}$
4) статистическая плотность вероятности отказов	г) $\frac{\Delta N / \Delta t}{N(t)}$

3.2. Установите соответствие между режимом резервирования и значением средней наработки до отказа системы:

1) ненагруженный («холодный»)	а) низкая
2) нагруженный («горячий»)	б) наибольшая
3) облегченный («теплый»)	в) средняя

3.3. Установите соответствие между видами отказов и их описанием:

1) зависимые отказы	а) не исчезают сами по себе, после такого отказа элемент заменяется на новый или ремонтируется
2) независимые отказы	б) вызваны разными причинами, при этом вероятность одновременным отказов пренебрежимо мала
3) неустойчивые отказы	в) могут самопроизвольно исчезать, а затем возникнуть снова, т.к. их причина не устранена
	г) вызваны одной причиной

3.4. Установите соответствие между результатами проведения контрольных испытаний, если основным контролируемым показателем надежности элемента является средняя наработка до отказа:

1) $\hat{t}_H > t_H^\alpha$	а) партия элементов отклоняется как ненадежная
2) $\hat{t}_H < t_H^\beta$	б) необходимо продолжить испытания на расширенной выборке элементов
3) $\hat{t}_H \in [t_H^\alpha, t_H^\beta]$	в) партия элементов принимается как надежная

### Вариант №3

#### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.1. Какие из приведенных ниже показателей являются числовыми показателями ремонтпригодности?

- 1) вероятность восстановления;
- 2) среднее время восстановления;
- 3) вероятность невозстановления;
- 4) дисперсия времени восстановления;
- 5) плотность вероятности восстановления;
- 6) интенсивность восстановления;
- 7) среднее квадратическое отклонение времени восстановления.

1.2. Какие из перечисленных законов распределения являются двухпараметрическими?

- 1)  $\exp(-\lambda t)$ ;
- 2)  $\exp(-\lambda t^2)$ ;
- 3)  $\exp(-\lambda t^m)$ ;

$$4) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau;$$

$$5) \frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(-\frac{(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau.$$

1.3. По какой формуле вычисляется средняя наработка до отказа?

$$1) \int_0^{\infty} t f(t) dt;$$

$$2) \int_0^{\infty} (t - M[t])^2 f(t) dt;$$

$$3) \int_0^{\infty} P(t) dt.$$

1.4. Какие из комплексных показателей надежности являются функциональными?

- 1) вероятность того, что элемент работоспособен в любой момент времени  $t$ ;
- 2) вероятность того, что элемент работоспособен в «удаленный» момент времени  $t$ ;
- 3) вероятность того, что элемент неработоспособен в любой момент времени  $t$ ;
- 4) вероятность того, что элемент неработоспособен в «удаленный» момент времени  $t$ ;
- 5) доля времени безотказной работы элемента от общей длительности его эксплуатации;
- 6) отношение средней наработки до отказа к сумме средней наработки до отказа и среднего времени восстановления;
- 7) отношение среднего времени восстановления к сумме средней наработки до отказа и среднего времени восстановления.

1.5. По каким формулам следует вычислять коэффициент простоя при экспоненциальном распределении случайных величин  $T$  и  $T^6$ ?

$$1) \frac{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt}{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt + \int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt};$$

$$2) \frac{\int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt}{\int_0^{\infty} \exp(-\lambda t) dt + \int_0^{\infty} \exp(-\mu t) dt};$$

$$3) \frac{1/\lambda}{1/\lambda + 1/\mu};$$



$$4) \frac{1/\mu}{1/\lambda + 1/\mu};$$

$$5) \frac{\lambda}{\lambda + \mu};$$

$$6) \frac{\mu}{\lambda + \mu}.$$

1.6. Средняя наработка до отказа безызбыточной системы из  $m$  элементов с интенсивностями отказов  $\lambda = 1/t_H$  равна:

$$1. t_H^c = \frac{1}{m \cdot \lambda};$$

$$2. t_H^c = \frac{t_H}{m};$$

$$3. t_H^c = t_H \cdot m;$$

$$4. t_H^c = \int_0^{\infty} e^{-m \cdot \lambda \cdot t} dt.$$

1.7. В системе с нагруженным резервом

1. элементы делятся на основные и резервные,
2. при отказе одного элемента система продолжает функционировать,
3. элементы не делятся на основные и резервные,
4. имеется контрольное и управляющее устройство,
5. при отказе одного элемента происходит отказ системы.

1.8. Простые системы при отказе элемента

- 1) полностью теряют работоспособность;
- 2) продолжают выполнять свои функции, но с пониженной эффективностью;
- 3) продолжают выполнять свои функции в полном объеме, если отказавший элемент за-резервирован.

1.9. По характеру устранения различают следующие разновидности отказов:

- 1) полные;
- 2) устойчивые;
- 3) частичные;
- 4) самоустраняющиеся;
- 5) перемежающиеся.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. По какой формуле определяется несмещенная оценка дисперсии времени восстановления?

$$1. \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^2;$$

$$2. \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N t_j^6;$$

$$3. \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \left( t_j^6 - \hat{t}_H^6 \right)^2;$$

$$4. \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( t_j^6 - \hat{t}_H^6 \right)^2;$$

$$5. \left( \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( t_j^6 - \hat{t}_H^6 \right)^2 \right)^{1/2};$$

$$6. \left( \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \left( t_j^6 - \hat{t}_H^6 \right)^2 \right)^{1/2}.$$

2.2. Какое из указанных распределений является распределением Вейбулла?

1)  $\exp(-\lambda t);$

2)  $\exp(-\lambda t^2);$

3)  $\exp(-\lambda t^m);$

4)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(\frac{-(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau;$

5)  $\frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left(\frac{-(\tau - t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau.$

2.3. Для какого из перечисленных законов распределения справедлива формула

$$P(t) = e^{-k t^m}?$$

6) Вейбулла;

7) Релея;

8) Экспоненциальное;

9) Нормальное;

10) усеченное нормальное.

2.4. По какой из приведенных формул находится плотность вероятности для распределения Релея?

6)  $\exp(-\lambda t);$

7)  $\lambda \exp(-\lambda t);$

8)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(t - t_H)^2}{2\sigma^2}\right);$

9)  $2\lambda t$ .

2.5. Покажите формулу для вычисления оценки средней наработки до отказа:

$$1) \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j;$$

$$2) \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2;$$

$$3) \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2;$$

$$4) \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (t_j - \hat{t}_H)^2}.$$

2.6. Какой элемент простой системы называется основным?

1. отказ которого не приводит к отказу системы;
2. отказ которого не приводит к отказу системы, но ухудшает ее надежность;
3. отказ которого приводит к отказу системы.

2.7. По какой формуле удобнее всего находить наработку до отказа нерезервированной системы, состоящей из  $m$  элементов с функциями надежности  $P_j(t) = \exp(-\lambda_j t)$ ,  $j = 1, \dots, m$ ?

$$1. t_H^c = \int_0^{\infty} P_c(t) dt;$$

$$2. t_H^c = \int_0^{\infty} \exp\left(-\sum_{j=1}^m \lambda_j t\right) dt;$$

$$3. t_H^c = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \lambda_j};$$

$$4. t_H^c = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \frac{1}{t_{Hj}}}.$$

2.8. Система с индивидуальным резервом по сравнению с системой с групповым резервом

- 1) более надежна;
- 2) менее надежна;
- 3) одинаковы по надежности.

2.9. План проведения эксперимента  $[NVT_3]$  предусматривает:

1. испытание  $N$  элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента после отказа  $r$  элементов,
2. испытание  $N$  элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени  $T_3$ ,
3. испытание  $N$  элементов без восстановления отказавших и завершение эксперимента в за-

данный момент времени  $T_3$ ,

4. испытание  $N$  элементов с заменой отказавших и завершение эксперимента в заданный момент времени  $T_3$ .

2.10. Сложные системы при отказе элемента

- 1) полностью теряют работоспособность;
- 2) продолжают выполнять свои функции, но с пониженной эффективностью;
- 3) продолжают выполнять свои функции в полном объеме, если отказавший элемент зарезервирован.

2.11. Нормальное распределение применимо для описания положительных наработок на отказ только в случаях, когда

- 1)  $t_H < 2\sigma$ ,
- 2)  $t_H \geq (2 - 3)\sigma$ ;
- 3)  $t_H < 3\sigma$ .

2.12. При экспоненциальном распределении наработок каждого элемента до отказа наработка всей резервированной системы

- 1) также имеет экспоненциальное распределение;
- 2) не имеет экспоненциальное распределение.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

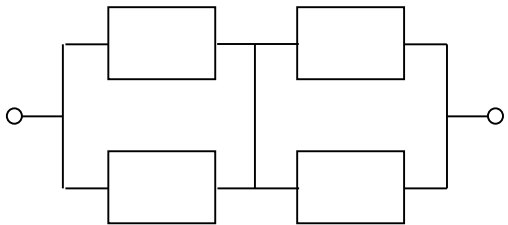
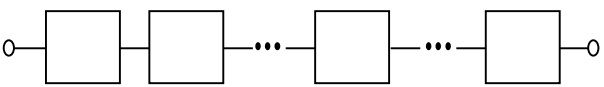
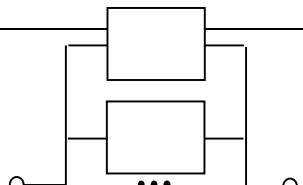
3.1. Установите соответствие между видом распределением и количеством параметров:

1) распределение Релея	а) однопараметрическое
2) нормальное распределение	б) двухпараметрическое
3) распределение Вейбулла	
4) экспоненциальное распределение	
5) усеченное нормальное распределение	

3.2. Установите соответствие между локальными техническими системами с равнонадежными элементами с экспоненциальным распределением наработки до отказа и значением средней наработки до отказа системы:

1) с 2 нагруженными элементами	а) $t_H^c \approx 11.83t_H$
2) с групповым (общим) нагруженным резервом	б) $t_H^c \approx 0.916t_H$
3) с индивидуальным (раздельным) резервом	в) $t_H^c = 0.75t_H$
4) с 3 нагруженными элементами	г) $t_H^c = 1.5t_H$

3.3. Установите соответствие между системой и ее структурной надежностной схемой:

1) нерезервированная система	а) 
2) резервированная система	б) 
	в) 

3.4. Установите соответствие между режимами резервирования и показателями качества резервированной системы:

1) нагруженный резерв	а) эксплуатационные затраты средние
2) облегченный резерв	б) средняя наработка до отказа наибольшая
3) нагруженный резерв	в) время простоя отсутствует
	г) эксплуатационные затраты велики
	д) коэффициент готовности низкий
	е) средняя наработка до отказа средняя
	ж) эксплуатационные затраты малые
	з) коэффициент готовности средний
	и) средняя наработка до отказа низкая
	к) коэффициент готовности большой
	л) время простоя мало
	м) время простоя велико

#### Вариант №4

##### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.

1.1. Какие законы распределения вероятностей наиболее широко применяются для описания поведения случайной величины  $T$ ?

- 2) нормальный;
- 3) Пуассона;
- 4) Равномерный;
- 5) усеченный нормальный;
- 6) логарифмический нормальный;
- 7) экспоненциальный;
- 8) Вейбулла;
- 9) Релея;
- 10) Лапласа;
- 11) биномиальный.

1.2. Для каких законов распределения характерны графики, приведенные на рисунках 1,2?

- 1) Вейбулла;
- 2) Релея;
- 3) Экспоненциальное;
- 4) Нормальное;
- 5) усеченное нормальное.

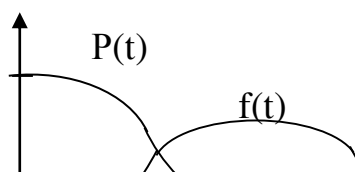
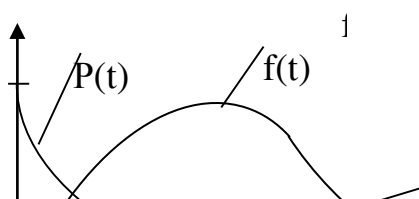


Рис.1. Зависимости  $P(t), f(t), \lambda(t)$

Рис.2. Зависимости  $P(t), f(t)$

1.3. Какие из комплексных показателей надежности являются числовыми?

- 1) вероятность того, что элемент работоспособен в любой момент времени  $t$ ;
- 2) вероятность того, что элемент работоспособен в «удаленный» момент времени  $t$ ;
- 3) вероятность того, что элемент неработоспособен в любой момент времени  $t$ ;
- 4) вероятность того, что элемент неработоспособен в «удаленный» момент времени  $t$ ;
- 5) доля времени безотказной работы элемента от общей длительности его эксплуатации;
- 6) отношение средней наработки до отказа к сумме средней наработки до отказа и среднего времени восстановления;
- 7) отношение среднего времени восстановления к сумме средней наработки до отказа и среднего времени восстановления.

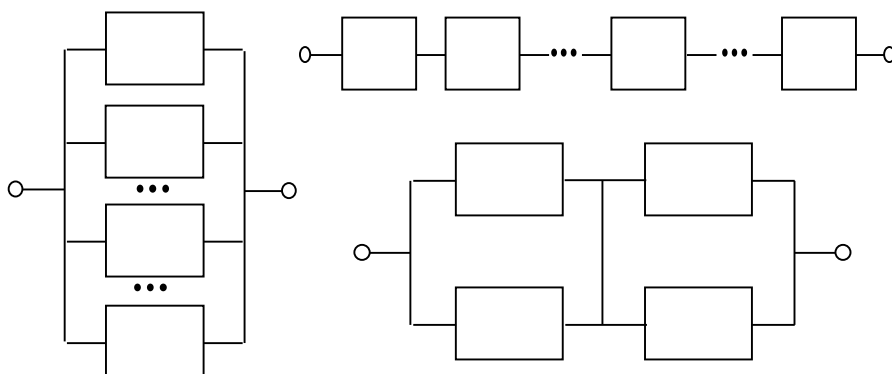
1.4. Какая система называется простой?

1. содержащая небольшое количество элементов;
2. для которой легко построить структурную надежность схему;
5. для которой можно ввести формализованные понятия «работоспособность» и «отказ»;
6. поведение которой можно описать такими же функциональными и числовыми показателями  $\left( P_j(t), Q_j(t), f_j(t), \lambda_j(t), t_{Hj}, \sigma_j^2, t_{Hj} \right), j = 1, \dots, m$ , как и для элемента.

1.5. Какой элемент простой системы называется избыточным (резервным)?

1. отказ которого вызывает отказ всей системы;
2. отказ которого не влияет на работоспособность системы;
3. отказ которого не приводит к отказу системы;
1. отказ которого не приводит к отказу системы, но ухудшает ее надежность.

1.6. Какая структурная надежность схема применима для описания нерезервированной (безызыточной) системы из  $m$  элементов с отказами типа обрыв?



1.7. Для программно-технических средств автоматизации актуальными являются:

- 1) показатели долговечности;
- 2) показатели ремонтпригодности;
- 3) показатели безотказности;
- 4) показатели сохраняемости.

1.8. Продолжительность периода нормальной эксплуатации зависит от

- 1) срока службы элементов;
- 2) недостатков монтажа, наладки;
- 3) нарушений при транспортировке;
- 4) условий эксплуатации.

1.9. По причине возникновения различают следующие разновидности отказов:

- 1) конструктивные;
- 2) устойчивые;
- 3) частичные;
- 4) производственные;
- 5) эксплуатационные.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Для какого из перечисленных законов распределения справедлива формула

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left(-\frac{(\tau-t_H)^2}{2\sigma^2}\right) d\tau ?$$

- 1) Вейбулла;
- 2) Релея;
- 3) экспоненциальное;
- 4) нормальное;
- 5) усеченное нормальное.

2.2. По какой из приведенных формул находится плотность вероятности для экспоненциального распределения?

- 1)  $\exp(-\lambda t)$ ;
- 2)  $\lambda \exp(-\lambda t)$ ;

3)  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-t_H)^2}{2\sigma^2}\right)$ ;

4)  $2\lambda t$ .

2.3. По какой формуле удобнее вычислять гамма-ресурс для экспоненциального распределения при заданном  $P_\gamma$ ,  $0 < P_\gamma < 1$ ?

- 1)  $P_\gamma = e^{-\lambda t}$ ;
- 2)  $P_\gamma = \lambda e^{-\lambda t}$ ;
- 3)  $t_\gamma = -\ln(P_\gamma) / \lambda$ ;
- 4)  $t_\gamma = -t_H \ln(P_\gamma)$

2.4. По какой формуле не следует вычислять коэффициент оперативной готовности, если случайная величина  $T$  распределена неэкспоненциально?

$$1) K_{oz}(t_0, t) = K_z(t_0) \cdot \exp(-t / t_H);$$

$$2) K_{oz}(t_0, t) = \frac{t_H}{t_H + t_H^6} \cdot \exp(-t / t_H);$$

$$3) K_{oz}(t_0, t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \cdot \exp(-\lambda t).$$

2.5. По каким формулам вычисляется оценка коэффициента простоя по экспериментальным данным  $t_j, t_j^6, j = 1, \dots, N$ , где  $N$  – число отказов элементов,  $t_j, t_j^6$  – моменты отказа и восстановления?

$$1) \frac{\sum_{j=1}^N t_j}{\sum_{j=1}^N t_j + \sum_{j=1}^N t_j^6};$$

$$2) \frac{\sum_{j=1}^N t_j^6}{\sum_{j=1}^N t_j + \sum_{j=1}^N t_j^6};$$

$$3) \frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^6};$$

$$4) \frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^6}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^6}.$$

2.6. Какое из приведенных определений элемента в термодинамике является правильным?

1. элемент неделим на части;
2. элемент представляет единое целое;
3. элемент представляет единое целое для данной задачи;
4. элемент есть часть системы.

2.7. По какой формуле находится функция надежности нерезервированной системы, состоящей из  $m$  элементов с функциями надежности  $P_j(t)$ ?

$$1. P_c(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_m(t) = \prod_{j=1}^m P_j(t);$$



$$2. P_c(t) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P_j(t))$$

2.8. С увеличением числа резервных элементов наблюдается

1. снижение эффективности резервирования системы,
2. увеличение эффективности резервирования системы,
3. отсутствие изменения эффективности резервирования системы.

2.9. Для безызбыточной системы размерные функции чувствительности

- 1) не зависят от номера элемента;
- 2) зависят от номера элемента.

2.10. Утрата работоспособности означает

- 1) отказ;
- 2) неисправность.

2.11. При автоматизации ответственных процессов, в частности потенциально опасных технологических процессов, стремятся обеспечить в основном за счет почти мгновенного восстановления коэффициент готовности, равный

- 1) 0.75-0.8;
- 2) 0.95-0.98;
- 3) 0.8-0.9;
- 4) 0.85-0.95.

2.12. При экспоненциальном распределении наработок каждого элемента до отказа наработка всей нерезервированной системы

- 1) также имеет экспоненциальное распределение;
- 2) не имеет экспоненциальное распределение.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите соответствие между режимом резервирования и значением коэффициента готовности системы:

1) ненагруженный («холодный»)	а) средний
2) нагруженный («горячий»)	б) наименьший
3) облегченный («теплый»)	в) большой

3.2. Установите соответствие между комплексным показателем надежности и формулами:

1) коэффициент простоя	а) $\frac{\sum_{j=1}^N t_j^B}{\sum_{j=1}^N t_j + \sum_{j=1}^N t_j^B}$
2) коэффициент готовности	б) $\frac{\sum_{j=1}^N t_j}{\sum_{j=1}^N t_j + \sum_{j=1}^N t_j^B}$
	в) $\frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^B}$

$$\text{г) } \frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^B}{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j^B}$$

3.3. Установите соответствие между режимами резервирования программного обеспечения и их описанием:

1) временное	а) заключается в дублировании исходных данных $x \in X$ , прогоне программного обеспечения с и последующем анализе результатов
2) информационное	б) заключается в решении задачи с одинаковыми исходными данными на двух программных обеспечениях и последующем анализе результатов
3) программное	в) заключается в решении задачи с одинаковыми исходными данными на двух ЭВМ двумя независимо написанными программными обеспечениями и последующем анализе результатов
4) программно-техническое	г) заключается в прогоне программного обеспечения с одинаковыми исходными данными и последующем анализе результатов

3.4. Установите соответствие между показателем эффективности резервирования мажоритарной системы и числом ее элементов:

1) при $t < t_0$ ( $P(t_0) = 0.5$ )	а) введение «голосующих» элементов в мажоритарную систему не изменяет ее надежность
2) при $t > t_0$ ( $P(t_0) = 0.5$ )	б) введение «голосующих» элементов в мажоритарную систему повышает ее надежность
	б) введение «голосующих» элементов в мажоритарную систему снижает ее надежность

### Критерии оценки

При оценке результатов выполнения тестовых заданий в рамках дисциплины «Надежность систем автоматизации» используется рейтинговая система. Согласно рейтинговой системе оценка результатов тестирования формирует текущий рейтинг  $R_{\text{тек}}$ . Максимальное значение оценки равно 4 б. Тест считается пройденным, если студент получил за него не менее – 3 б.

Критерии оценки представлены в табл.

Критерии оценки тестирования	Количество баллов
Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов	0-1
Часть II. Задание с выбором одного верного ответа	0-2
Часть III. Задание на упорядочение ответов	0-1
ИТОГО	0-4