

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**Диагностика и надежность автоматизированных систем**

Направление подготовки/  
специальность  
Образовательная программа  
(направленность (профиль))

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования

высшее образование - бакалавриат

Курс

4	семестр	7
---	---------	---

Трудоемкость в кредитах  
(зачетных единицах)

3

Заведующий кафедрой –  
руководитель ОАР  
Руководитель ООП

	Филипас А.А.
--	--------------

Преподаватель

	Воронин А.В.
--	--------------

	Мамонова Т. Е.
---	----------------

2020 г.

**1. Роль дисциплины «Диагностика и надежность автоматизированных систем» в формировании компетенций выпускника:**

2. Код компетенции 3.	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	ПК(У)-2.В3	Владеет опытом выбора методов по определению статистических показателей надежности и выполнения диагностики средств автоматизации
		ПК(У)-2.У3	Способен выбирать методы оценки показателей надежности и периода технического обслуживания средств автоматизации, в частности, в НГО
		ПК(У)-2.33	Способен выбирать методы стандартных расчетов надежности и оценки состояния оборудования
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	ПК(У)-10.В1	Владеет навыками выполнения диагностики технических систем и процессов НГО, составления и расчёта состава типовых ЗИПов и технического обслуживания устройств автоматизации и мехатроники
		ПК(У)-10.У1	Умеет выполнять расчеты количественных характеристик надёжности систем и процессов в НГО, проводить качественный и количественный анализ опасностей, сопровождающих эксплуатацию разрабатываемых узлов и агрегатов, обосновывать меры по их предотвращению.
		ПК(У)-10.31	Знает методы качественного и количественного анализа надежности, сопровождающих эксплуатацию разрабатываемых узлов и агрегатов и обосновывать меры по ее увеличению. Знает особенности мониторинга работы и диагностики технических средств АСУ ТП, определения отклонений параметров работы технических средств АСУ ТП

2. Код компетенции 3.	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
			от заданных режимов, знает виды дефектов технических средств АСУ ТП и способы их устранения.

#### 4. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД1	Знать функциональные и числовые показатели надежности и ремонтпригодности технических и программных элементов и систем;	ПК(У)-2	<b>Раздел (модуль) 1.</b> Введение. Основные показатели надежности систем <b>Раздел (модуль) 2.</b> Основные законы распределения. Надёжность при постепенных и внезапных отказах	Контрольная работа 1 Контрольная работа 2
РД2	Знать методы диагностирования технических и программных систем	ПК(У)-10	<b>Раздел (модуль) 6.</b> Методы диагностики технических систем	Контрольная работа 1 Контрольная работа 2
РД3	Уметь диагностировать показатели надежности локальных технических систем	ПК(У)-10	<b>Раздел (модуль) 3.</b> Особенности расчета надежности магистральных трубопроводов	Проверочные работы Практические работы
РД4	Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем	ПК(У)-10	<b>Раздел (модуль) 1.</b> Введение. Основные показатели надежности систем. <b>Раздел (модуль) 2.</b>	Проверочные работы Практические работы

			Основные законы распределения. Надёжность при постепенных и внезапных отказах <b>Раздел (модуль) 3.</b> Особенности расчета надежности магистральных трубопроводов	
РД5	Уметь анализировать надежность локальных технических (технологических систем)	ПК(У)-2	<b>Раздел (модуль) 4.</b> Резервирование и избыточность	Проверочные работы Практические работы
РД6	Владеть навыками оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем	ПК(У)-2	<b>Раздел (модуль) 4.</b> Резервирование и избыточность	Проверочные работы Практические работы
РД7	Владеть навыками диагностики, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств и систем управления	ПК(У)-10	<b>Раздел (модуль) 5.</b> Техническое обслуживание систем <b>Раздел (модуль) 6.</b> Методы диагностики технических систем	Проверочные работы Практические работы

### 5. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка – максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтингом-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

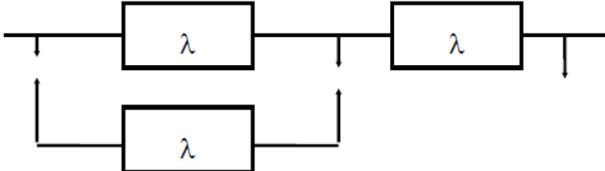
### Шкала для оценочных мероприятий и экзамена

Степень сформированности результатов обучения	Балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90% ÷ 100%	90 ÷ 100	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% ÷ 89%	70 ÷ 89	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 69%	55 ÷ 69	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 100%	55 ÷ 100	«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0% ÷ 54%	0 ÷ 54	«Неудовл.»/ «Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### 6. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Контрольная работа	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения теории надёжности.</li> <li>2. Основные показатели надёжности объектов и систем.</li> <li>3. Основные законы распределения отказов при расчётах надёжности.</li> <li>4. Виды и способы расчётов надёжности систем.</li> <li>5. Оценка надёжности систем при появлении внезапных отказов.</li> <li>6. Оценка надёжности систем при появлении постепенных отказов.</li> <li>7. Надёжность магистральных трубопроводов.</li> <li>8. Резервирование, его виды. Расчет надёжности при структурном резервировании.</li> <li>9. Расчёт надёжности систем с информационной и временной избыточностью.</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>10. Определение параметров технического обслуживания систем.</p> <p>11. . Расчёт запасного имущества и принадлежностей (ЗИПа) для систем.</p> <p>12. Основные понятия и определения диагностики систем.</p> <p>13. Системы диагностирования.</p> <p>14. Задачи и системы диагностирования трубопроводов.</p> <p>15. Дайте определения следующим терминам: технический контроль, неразрушающий контроль, техническая диагностика, метод неразрушающего контроля, вид неразрушающего контроля. Укажите различие между техническим контролем и технической диагностикой.</p> <p>16. По каким признакам подразделяют вид контроля на методы? Приведите основные характеристики магнитного и электрического вида неразрушающего контроля.</p> <p>17. Раскройте понятие технической диагностики как наука. Укажите связь между технической диагностикой и контролем. Каким образом классифицируются средства неразрушающего контроля и технической диагностики.</p> <p>18. Виды дефектов. Какие виды дефектов характерны для механизмов и машинного оборудования, для сосудов, трубопроводов?</p> <p>19. Системы и методы диагностирования. Параметры технических состояний агрегатов и машин. Как определяются эффективность методов и средств диагностирования?</p> <p><b>Задача 1.</b> Прибор состоит из пяти блоков. Вероятность безотказной работы каждого блока в течение времени <math>t = 50</math> час. равна: <math>P_1(50) = 0,98</math>; <math>P_2(50) = 0,99</math>; <math>P_3(50) = 0,998</math>; <math>P_4(50) = 0,975</math>; <math>P_5(50) = 0,985</math>. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора. Требуется найти среднее время безотказной работы прибора. (1 балл)</p> <p><b>Задача 2.</b> Система состоит из 10 равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента <math>T = 1000</math> ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны. Необходимо найти среднее время безотказной работы системы <math>T_c</math>, а также частоту отказов <math>a(t)</math> и интенсивность отказов <math>\lambda_c(t)</math></p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий							
		<p>в момент времени <math>t = 50</math> ч. в случае дублированной системы при постоянно включенном резерве. (1 балл)</p> <p><b>Задача 3.</b> Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при <math>t = 1300</math> часов работы, если при испытаниях получено значение среднего времени безотказной работы <math>T_c = 1500</math> час. и среднее квадратическое отклонение <math>\sigma t = 100</math> час. (1 балл)</p> <p><b>Задача 1.</b> Для повышения точности измерения некоторой величины применена схема группирования приборов из пяти по три, т.е. результат измерения считается верным по показанию среднего (третьего) прибора. Требуется найти вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы такой системы, а также частоту отказов и интенсивность отказов системы, если интенсивность отказов каждого прибора <math>\lambda = 0,4 \cdot 10^{-3}</math> 1/час.</p> <p><b>Задача 2.</b> Система состоит из двух одинаковых элементов. Для повышения ее надежности конструктор предложил скользящее резервирование при одном резервном элементе, находящемся в ненагруженном состоянии (рис. 1). Интенсивность отказов элемента равна <math>\lambda = 0,2 \cdot 10^{-3}</math> 1/час. Требуется найти вероятность безотказной работы резервированной системы, среднее время безотказной работы системы, а также частоту отказов и интенсивность отказов резервированной системы.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Рис. 1</p> </div> <p><b>Задача 3.</b> Преобразователь частоты содержит один рабочий блок и один блок в нагруженном резерве. Ремонт производится одной бригадой, обеспечивающей среднее время восстановления <math>0,5</math> час. Определить предельно допустимую интенсивность отказов преобразователя, чтобы удовлетворялось условие <math>K_p \leq 2 \cdot 10^{-4}</math>.</p>							
2.	Практические работы	<p>Вопросы:</p> <p>1. В результате испытания 300 приводов исполнительных механизмов, проводившихся без замен и отказавших в течение 1000 часов, были получены данные о наработках до отказа, приведённые в таблице 1.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 1</p> <table border="1" data-bbox="712 1297 1906 1415"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Интервалы наработки</b> <math>\Delta t_i</math>, час</td> <td style="text-align: center;">0–100</td> <td style="text-align: center;">100–200</td> <td style="text-align: center;">200–400</td> <td style="text-align: center;">400–600</td> <td style="text-align: center;">600–800</td> <td style="text-align: center;">800–1000</td> </tr> </table>	<b>Интервалы наработки</b> $\Delta t_i$ , час	0–100	100–200	200–400	400–600	600–800	800–1000
<b>Интервалы наработки</b> $\Delta t_i$ , час	0–100	100–200	200–400	400–600	600–800	800–1000			

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий					
		<b>Вариант 1</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	70	90	60	35	25	20	
		<b>Вариант 2</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	60	80	70	45	20	25	
		<b>Вариант 3</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	65	85	35	50	30	15	
		<b>Вариант 4</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	90	80	50	40	30	20	
		<b>Вариант 5</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	85	40	70	50	30	15	
		<b>Вариант 6</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	90	80	70	35	10	20	
		<b>Вариант 7</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	70	80	50	20	15	10	
		<b>Вариант 8</b>					
<b>Число отказов</b> $\Delta n_i(t)$	60	95	75	45	35	25	

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий															
		<p>Вычислить значения и построить графики вероятности безотказной работы, интенсивности отказов, частоты отказов приводов исполнительных механизмов.</p> <p>2. Система сопровождения состоит из рабочего блока и блока в нагруженном резерве. Для каждого блока заданы: <math>\lambda = 2 \cdot 10^{-3}</math> 1/час, <math>\mu = 0,2</math> 1/час. Определить время безотказной работы системы.</p> <p>3. Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого из которых <math>\lambda = 3 \cdot 10^{-3}</math> 1/час.</p> <p>Применено поблочное резервирование усилителя в ненагруженном режиме. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта <math>mt = 0,5</math> час. Определить коэффициент простоя усилителя с поблочным резервированием.</p>															
3.	Проверочные работы	<p>Вопросы:</p> <p>4. На этапе отладки проведено тестирование программы. Результат тестирования приведены в таблице 1. Определить первоначальное количество дефектов в программе <math>N</math>, интенсивность ошибок программы, среднюю наработку до ошибки в программе и вероятность правильного однократного выполнения программы после ее отладки при условии, что сбойные ошибки отсутствуют и заявки на выполнение программы поступают с интенсивностью <math>\gamma = 3600</math> 1/ч.</p> <p>Таблица 1</p> <table border="1" data-bbox="813 1091 1693 1406"> <thead> <tr> <th>Номер этапа тестирования</th> <th>Длительность этапа тестирования <math>t</math>, ч.</th> <th>Количество выявленных ошибок программы, <math>m</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>12</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>11</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Номер этапа тестирования	Длительность этапа тестирования $t$ , ч.	Количество выявленных ошибок программы, $m$	1	12	2	2	11	3	3	12	1	4	8	0
Номер этапа тестирования	Длительность этапа тестирования $t$ , ч.	Количество выявленных ошибок программы, $m$															
1	12	2															
2	11	3															
3	12	1															
4	8	0															

Оценочные мероприятия

Примеры типовых контрольных заданий

5	10	0
6	11	1
7	12	2
8	13	0
9	9	0
10	10	1

5. Используя метрику Холстеда, выполнить лексический анализ программы:

```
#include <iostream>
#include <stdlib.h>
int main()
{
    using namespace std;int a[100];
    int n;
    cout<<"\nEnter the size of array:";
    cin>>n;
    for(int I=0;I<n;I++)
    {
        a[I]=rand()%100;
        cout<<a[I]<<" ";
    }
    system("pause");
    return 0;
}
```

6. При испытаниях партии исполнительных механизмов (ИМ) из 6 штук было установлено, что погрешность позиционирования со временем увеличивается. Данные о погрешностях, полученные для моментов времени  $t_1 = 0$  ч и  $t_2 = 122$  ч эксплуатации приведены ниже в таблице.

Таблица

Номер ИМ, $i$	$\Delta_i(t_1)$ , мм	$\Delta_i(t_2)$ , мм
---------------	----------------------	----------------------

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий		
		1	0,20	0,25
		2	0,15	0,18
		3	0,18	0,21
		4	0,14	0,19
		5	0,10	0,15
		6	0,16	0,22
		<p>Для использования ИМ в задержках нефтепровода необходимо, чтобы погрешность его позиционирования была <math>\Delta_{\max} \leq 0.2</math> мм.</p> <p>Полагая, что скорость изменения погрешности подчиняется нормальному закону распределения, определите интервал проведения профилактических работ для ИМ данного типа, исключающий их постепенные отказы с вероятностью <math>P \geq 0.9</math>.</p> <p>7. Устройство состоит из четырёх групп элементов, в каждой из которых, соответственно, <math>N_1 = 35</math>, <math>N_2 = 14</math>, <math>N_3 = 18</math>, <math>N_4 = 26</math> элементов с интенсивностями отказов:</p> $\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1},$ $\lambda_2 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1},$ $\lambda_3 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1},$ $\lambda_4 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}.$ <p>Элементы 2 и 3 групп восстанавливаемы со временем восстановления <math>\tau_{B2} = 20</math> ч, <math>\tau_{B3} = 30</math> ч.</p> <p>Пополнение элементов 1 и 4 групп в ЗИПе проводится через 500 часов.</p>		

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>Определите, сколько элементов каждой группы должно быть в ЗИПе, чтобы его достаточность была не менее 0,9?</p> <p>8. Техническая система состоит из одной основной подсистемы и <math>k</math> подсистем, находящихся в резерве. Вероятность безотказной работы всех подсистем при их работе за время <math>\tau</math> равна 0.92. Какова должна быть кратность резервирования при пассивном резервировании и при активном резервировании замещением, чтобы вероятность безотказной работы системы за время <math>\tau</math> было не меньше 0.99?</p> <p>9. Рассчитать время проведения профилактического ремонта системы управления, имеющей значение главного параметра <math>m_0 = 4.5</math>, допуск на параметр <math>\pm\Delta = \pm 0.5</math>, среднеквадратичное отклонение <math>\sigma_0 = 0.2</math>, если известно что <math>m(t) = m_0 - 0.1t</math>, <math>\sigma(t) = \sigma_0 + 0.03t</math> а в момент проведения начала проведения профилактических работ требуемая вероятность <math>P_{\text{прог}}(t) = 0.98</math>.</p>
4.	Индивидуальное домашнее задание	<p><b>Примерный перечень задач для ИДЗ 1:</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Система управления задвижкой имеет показательное или экспоненциальное распределение наработки до отказа. Определите вероятность безотказной работы системы в течение времени, равного средней наработке <math>T</math>. Найти среднюю наработку до отказа системы управления задвижкой, интенсивность отказов которой равна <math>\lambda(t) = \begin{cases} 0 &amp; \text{при } t \leq t_0; \\ b(t-t_0) &amp; \text{при } t &gt; t_0 \end{cases}</math>, если <math>t_0 = 1000</math> ч. <math>b = 10^{-6}</math> ч<sup>-2</sup>.</p> <p><b>Задача 2.</b> Интенсивность отказов системы <math>\lambda(t) = b \cdot t</math> ч<sup>-1</sup>, <math>b = 10^{-6}</math> ч<sup>-2</sup>. Определите вероятность безотказной работы системы <math>P(t_1, t_2)</math> в течение наработки от <math>t_1</math> до <math>t_2</math>, если <math>t_1 = 1000</math> ч., <math>t_2 = 2000</math> ч.</p> <p><b>Задача 3.</b> Известно, что средняя наработка до отказа автоматизированной системы равна 2000 часов. Требуется, при предположении показательного закона распределения промежутков времени между отказами, определить вероятность того, что система откажет не более четырёх раз в течение наработки в 300 часов.</p>

**Задача 4.** Установлено, что наработка до отказа привода задвижки имеет распределение Вейбулла с параметром  $\alpha = 1,8$ . Вероятность безотказной работы привода в течение наработки (0, 100) часов равна 0,95. Требуется определить интенсивность отказов в момент времени  $t=100$  ч., и среднюю наработку до отказа привода.

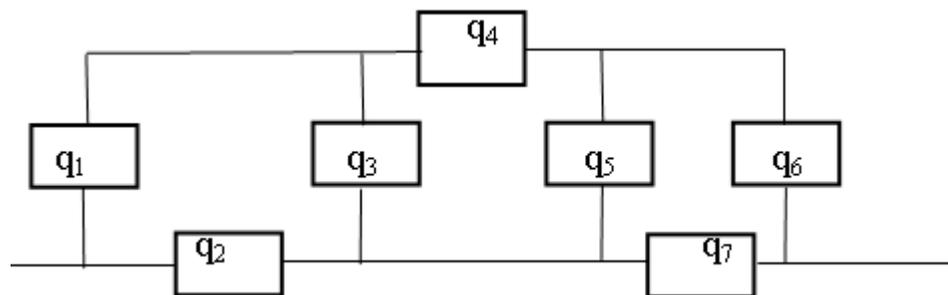
**Задача 5.** Система имеет нормальное распределение наработки до отказа с параметрами  $m_t = 1200$  ч,  $\sigma_t = 750$  ч. Область возможных значений наработки до отказа  $(0, \infty)$ . В течение какой наработки  $(0, t)$  система будет функционировать с вероятностью безотказной работы не менее, чем 0,95.

**Задача 6.** На насосной станции магистрального трубопровода установлены 3 насоса, наработка до отказа которых определяется нормальным законом распределения с параметрами:

- Насос 1;  $m_1 = 2800$ ч.,  $\sigma_1 = 1600$ ч.,
- Насос 2;  $m_2 = 3200$ ч.,  $\sigma_2 = 1000$ ч.,
- Насос 3;  $m_3 = 4200$ ч.,  $\sigma_3 = 2000$ ч..

Время безотказной работы системы управления насосами определяется законом Рэлея с параметром  $\lambda_C = 2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ . Определите, какова будет вероятность безотказной работы манипулятора через неделю непрерывной работы в три смены?

**Задача 1.** Структурная схема надёжности системы имеет вид «сложного мостика», показанного на рисунке.



	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
--	-----------------------	-------------------------------------

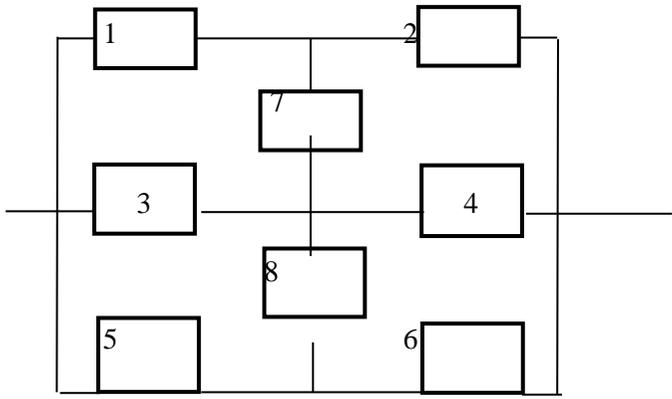
Для элементов: 1, 5  $P(t) = e^{-\lambda t^\alpha}$ ,  $\lambda = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\alpha = 0,8$ ;  
 3, 6  $P(t) = e^{-\lambda t^2}$ ,  $\lambda = 4 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ .

Элемент 4 имеет нормальное распределение времени безотказной работы с параметрами  $m_t = 2000 \text{ ч}$ ,  $\sigma_t = 200 \text{ ч}$ ; элементы 2 и 7 имеют экспоненциальное распределение с интенсивностью  $\lambda_2 = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ ,  $\lambda_7 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$ .

Определите вероятность безотказной работы системы в момент времени  $t = 1500$  часов.

**Задача 2.** Определить вероятность безотказной работы роликового подшипника 2207, нагруженного случайной радиальной силой, коэффициент вариации которой  $v_F = 0,1$ . Частота вращения внутреннего кольца подшипника  $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ . Требуемый ресурс работы равен 3500 часов, а среднее значение эквивалентной нагрузки  $\bar{P} = 5000 \text{ Н}$ . По каталогу для подшипника 2270  $C_{90} = 25600 \text{ Н}$ .

**Задача 3.** Найти вероятность безотказной работы за время наработки в 100 часов системы, имеющей структурную схему надежности



если для звеньев 1, 2, 3, 4, 5, 6  $P(\tau) = 0,95$ . Для звена 7 вероятность безотказной работы определяется по

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>закону Вейбулла с параметрами <math>\alpha = 0,5</math>; <math>\lambda = 0,001 \text{ ч}^{-1}</math>. Для звена 8 – по закону Рэлея с параметром <math>\lambda = 2 \cdot 10^{-3}</math>.</p> <p><b>Задача 4.</b> Техническая система состоит из одной основной подсистемы и <math>k</math> подсистем, находящихся в резерве. Вероятность безотказной работы всех подсистем при их работе за время <math>\tau</math> равна 0,92. Какова должна быть кратность резервирования при пассивном резервировании и при активном резервировании замещением, чтобы вероятность безотказной работы системы за время <math>\tau</math> была не меньше 0,99?</p> <p><b>Задача 5.</b> В системе управления насосной станцией, состоящей из управляющего устройства, имеющего интенсивность отказов <math>\lambda_U = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}</math>, информационной системы с интенсивностью отказов <math>\lambda_{II} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}</math>, системы защиты, применено резервирование с дробной кратностью по схеме «два из трёх» в системе защиты и пассивное дублирование для информационной системы. Рассчитать вероятность безотказной работы системы управления в течение наработки в 100 часов, если интенсивность отказов одного канала в системе защиты равна <math>\lambda_3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}</math>.</p> <p><b>ИДЗ 2</b> Задание Для указанного в варианте технического устройства (ТУ) необходимо выполнить следующее.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать надёжность. Для этого следует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- описать условия работоспособного состояния устройства;</li> <li>- выбрать вид расчета (элементный, функциональный);</li> <li>- разбить устройство на составные части (при элементном виде расчета) или на заданные функции (при функциональном виде расчета);</li> <li>- рассчитать надёжность элементов системы (при элементном виде расчета) или определить действующие факторы и рассчитать их влияние (при функциональном виде расчета);</li> <li>- составить структурную схему надёжности;</li> <li>- составить набор расчётных функций (формул);</li> <li>- проанализировать полученный результат.</li> </ul> </li> <li>2. Выполнить расчет ТУ с резервированием, которое предлагается в результате анализа п. 1.</li> <li>3. Дать рекомендации проведения технического обслуживания.</li> </ol> <p>Варианты ТУ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Мобильный робот Robotino</li> <li>– Термопот (Maxwell)</li> <li>– Квадрокоптер (DJI Mavic)</li> <li>– Робот-гексапод</li> </ul>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий												
		– Робот-пылесос (Redmond)												
5.	Экзамен	<p>Примерные вопросы на экзамене:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения теории надёжности. (5 баллов)</li> <li>2. На испытание поставлено 300 образцов. Отказы фиксируются каждые 200 часов работы. Распределение числа отказов приведено в таблице. Постройте график зависимостей изменения вероятности безотказной работы и интенсивности отказов от наработки в интервале времени <math>0 \div 1000</math> ч. Сделать выводы по полученным данным. (5 баллов)</li> </ol> <p>Таблица</p> <table border="1" data-bbox="813 568 1202 799"> <thead> <tr> <th><math>\Delta t</math>, ч</th> <th>n</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 – 200</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>200 – 400</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>400 – 600</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>600 – 800</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>800 – 1000</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Приемник состоит из трех блоков: УВЧ, УПЧ и УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны: <math>\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-4} 1/\text{ч}</math>, <math>\lambda_2 = 2,5 \cdot 10^{-4} 1/\text{ч}</math>, <math>\lambda_3 = 3 \cdot 10^{-4} 1/\text{ч}</math>. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы приемника при <math>t = 100</math> ч. для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование приемника в целом. (5 баллов)</li> <li>4. Вычислительное устройство состоит из рабочего блока и блока в ненагруженном резерве. Интенсивность отказов и восстановлений каждого блока равны <math>\lambda = 2 \cdot 10^{-2} 1/\text{ч}</math>, <math>\mu = 2 1/\text{ч}</math>. При одновременной неисправности обоих блоков устройство неработоспособно. Определить среднее время безотказной работы устройства <math>m_t</math>. (5 баллов)</li> </ol>	$\Delta t$ , ч	n	0 – 200	10	200 – 400	5	400 – 600	15	600 – 800	2	800 – 1000	4
$\Delta t$ , ч	n													
0 – 200	10													
200 – 400	5													
400 – 600	15													
600 – 800	2													
800 – 1000	4													

## 7. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
--	-----------------------	---

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Контрольная работа	<p>Контрольная работа проводится в письменной форме во время аудиторных занятий. Студенту выдается индивидуальный вариант с задачами, по пройденной теме. Студент должен представить в письменном виде решение предложенных задач, оформленных соответствующим образом. При оформлении задач обязательно делается краткая запись условия задачи, перевод внесистемных величин в СИ, поясняющий рисунок, записываются законы и формулы, делаются промежуточные выкладки и расчеты, указываются единицы измерения (размерность) записывается окончательный ответ.</p> <p>Преподаватель проверяет работу и выставляет оценку.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <p>10 баллов - работа выполнена отлично, решены все задачи.</p> <p>8 баллов - работа выполнена хорошо, есть неточности в работе.</p> <p>6 баллов - работа выполнена удовлетворительно, есть ошибки или недочеты в оформлении, решены не все задачи.</p>
2.	Проверочная работа	<p>Проверочные работы выполняются студентом после каждого практического занятия для закрепления материала и выработки навыков по расчету задач. Прикрепляются работы в электронном курсе.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полнота и правильность решений</li> <li>– наличие расчетных формул и пояснения к ним</li> <li>– наличие выводов по полученным расчетным данным.</li> </ul>
3.	ИДЗ	<p>Индивидуальное домашнее задание выполняется в письменной форме, работа прикрепляется в электронном курсе.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полнота и правильность решений</li> <li>– наличие расчетных формул и пояснения к ним</li> <li>– наличие выводов по полученным расчетным данным.</li> <li>– оформление работы.</li> </ul>
4.	Практическая работа	<p>Работа выполняется на практических занятиях. Студент получает баллы за выполнение задач у доски.</p> <p>Критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полнота и правильность решений</li> <li>– наличие расчетных формул и пояснения к ним</li> <li>– наличие выводов по полученным расчетным данным.</li> </ul>
5.	Экзамен	<p>Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса и одно практическое задание. Ответы на</p>

	<b>Оценочные мероприятия</b>	<b>Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания</b>
		вопросы записываются и передаются преподавателю в письменном или печатном виде.