

Государственный университет аэрокосмического приборостроения

Кафедра №11

Сборник задач по дисциплине  
«Надежность авиационных приборов  
и измерительно-вычислительных комплексов»

Санкт-Петербург

2019

### Задача №1

Определить характеристики надежности невосстанавливаемого элемента технической системы: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, среднюю наработку до отказа и коэффициент готовности.

Исходные данные:

Закон надежности – экспоненциальный, интенсивность отказов  $0.15 \cdot 10^{-3}$  1/час; продолжительность работы 2500 час.

### Задача №2

Определить вероятности безотказной работы элемента технической системы на двух временных интервалах, а именно, на интервале от 1000 до 1500 часов и на интервале от 2000 до 2500 часов. Интенсивность отказов в соответствии с задачей №1.

### Задача №3

На испытание поставлено 400 изделий. После 3000 часов работы зафиксировано 200 отказавших изделий. За последующий интервал времени, равный 100 часам, отказало ещё 100 изделий. Требуется оценить вероятности безотказной работы изделий на моменты времени 3000 и 3100 часов, а также интенсивность отказов изделий на интервале от 3000 до 3100 часов.

### Задача №4

Под наблюдением в течение 900 часов находилась группа однотипных элементов в количестве 1000 штук. В процессе работы зафиксированы отказы элементов, которые сгруппированы по интервалам времени 100 часов и представлены в таблице. По этим данным необходимо произвести расчет и построить график  $\lambda$  – характеристики.

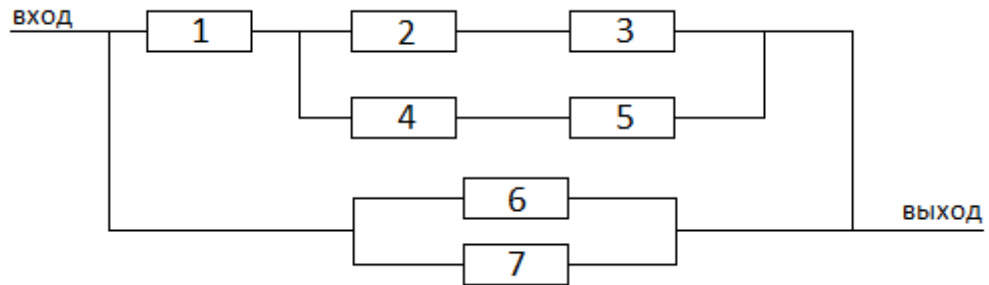
Наработка, час	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800	800-900
Количество отказов	20	26	31	24	15	13	12	9	9

### Задача №5

В состав технического устройства входят элементы 3-х типов в количестве 320, 1560 и 650 штук, имеющие интенсивности отказов ( $\lambda$ ) соответственно  $2 \cdot 10^{-5}$ ;  $0.35 \cdot 10^{-5}$  и  $0.1 \cdot 10^{-5}$  1/час. Считая техническое устройство с точки зрения надежности простой системой, определить её ВБР в течение 1, 10 и 100 часов работы.

### Задача №6

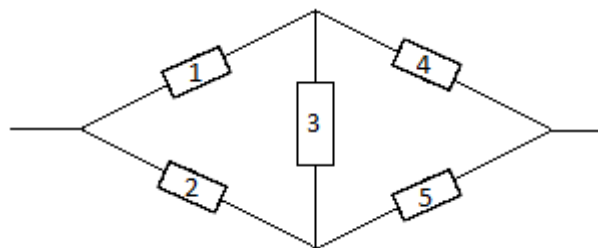
Рассчитать вероятность безотказной работы сложной системы, схема надежности которой изображена на рисунке.



Закон изменения надежности – экспоненциальный, время работы – 10 часов. Интенсивности отказов элементов (1/час) равны: эл.№1 – 0.01; элементы со 2-го по 5-тый - 0.05; элементы 6-й и 7-ой – 0.03.

### Задача №7

Рассчитать вероятность безотказной работы системы, изображенной на рисунке, за 10 часов работы.



Характеристики надежности системы:

Интенсивности отказов (1/час) равны: для 1-го и 2-го элементов 0.0075; для 3-го элемента 0.008; для 4-го и 5-го элементов 0.0095.

### Задача № 8

Определить коэффициент готовности восстанавливаемой технической системы, если параметр потока её отказов равен 0,02 1/час, а среднее время восстановления равно 10 часам.

### Задача № 9

Определить вероятность восстановления отказавшей системы электрооборудования самолета, если до планируемого вылета по расписанию осталось 2 часа, а математическое ожидание времени восстановления равно полутора часам.

### Задача №10

Определить рациональную периодичность регламентных работ технической системы по критерию безотказности, если интенсивность отказов заменяемых в случае отказа элементов системы равна  $5.0 \cdot 10^{-3}$  1/месяц, а уровень надежности не должен быть ниже 0,985.

### Задача №11

Надежность элементов авиационной техники, хранящихся на складе, оценивается интенсивностью отказов по контролируемым параметрам 0.067 1/год. Периодически эти элементы подвергаются контролю с целью определения их работоспособного состояния. При этом глубина контроля составляет 0.8. Продолжительность контроля – полчаса. Известно, что интенсивность отказов при контроле (работе) возрастает по сравнению с интенсивностью отказов при хранении как для контролируемых, так и для неконтролируемых параметров в две тысячи раз. Требуется определить вероятность работоспособного состояния хранящихся на складе элементов на конец 10-го года хранения при периодичностях контроля:

- 1) один раз 5 лет
- 2) один раз в год

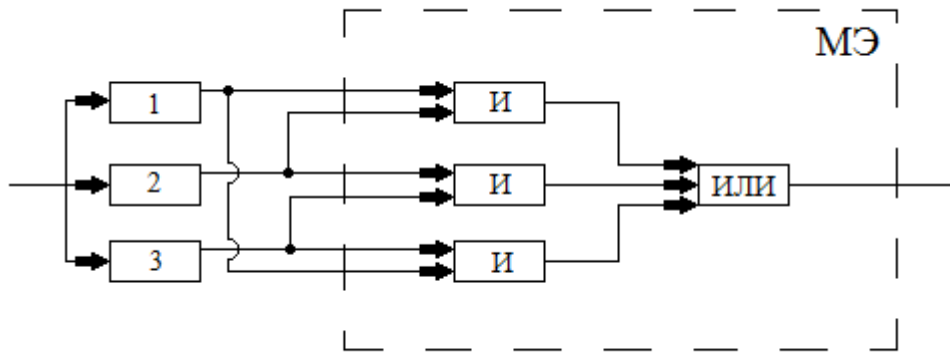
Необходимо выбрать лучший из этих двух вариантов.

### Задача №12

При проверке двух партий одинаковых изделий в количествах 100 и 200 единиц, имевших сроки хранения 1 год и 3 года соответственно, выявлено 5 отказавших изделий в 1-ой партии и 16 отказавших-во второй партии. Оценить интенсивности отказов при хранении и при работе изделий, если время нахождения изделия в рабочем состоянии при проверке составило полчаса.

### Задача №13

Рассчитать вероятность безотказной работы системы с мажоритарным резервированием по принципу «два из трех»



МЭ – мажоритарный (логический) элемент

Характеристики надежности системы:

ВБР элементов  $P_1=P_2=P_3=0.96$ ; ВБР мажоритарного элемента  $P_{МЭ}=0.99$

### Задача №14

Определить требуемое количество однотипных запасных элементов для замены отказавших за время непрерывной работы технической системы в течение 3-х месяцев, если общее число таких элементов в технической системе равно 48, а интенсивность их отказов равна 0.007 1/месяц. Количество запасных элементов должно обеспечивать требуемый уровень гарантии функционирования 0.95.

### Задача №15

Самолет перебазировается на 1 год на другой аэродром. Рассчитать необходимое ему количество запасных частей для замены в случае отказа важного элемента авионики, если требуемый уровень гарантии функционирования должен быть не менее 0.95, а параметр потока отказов таких элементов составляет 0.5 1/год.

### Задача №16

Определить объем заказа запасных элементов авиационной техники, необходимых для замены отказавших в течение года, если интенсивность их отказов равна 0.05 1/год. Количество находящихся в эксплуатации элементов равно 100. При определении объема заказа обеспечить вероятность наличия запасных элементов не менее 0.9. При расчете рекомендуется применять рекуррентное соотношение.

### Задача №17

ВБР одной вычислительной машины для летательного аппарата за время эксплуатации составляет 0.95. Какое количество таких машин, находящихся в горячем резерве, необходимо иметь на борту летательного аппарата для обеспечения заданной заказчиком общей ВБР вычислительного комплекса, равной не менее 0.995.

### Задача №18

Выработать требования к ВБР элементов космического аппарата, находящихся в горячем резерве, если по массо-габаритным ограничениям разместить более 2-х таких элементов на борту космического аппарата не представляется возможным. При этом заказчик требует обеспечить ВБР этой пары элементов не менее 0.995, а один элемент такой надежностью не обладает.

### Задача №19

Определить в общем виде формулу для ВБР системы мажоритарного резервирования по принципу «три из пяти».

### Задача №20

Разработать алгоритм решения и решить с использованием вычислительной техники обратную задачу мажоритарного резервирования, а именно, по заданной заказчиком вероятности безотказной работы системы, равной 0.98, определить необходимый уровень ВБР составляющих систему элементов. При этом ВБР мажоритарного элемента принять равной 0.99.

#### Примечание.

1. Решить задачу для двух вариантов мажоритарного резервирования, а именно для варианта «два из трех» и для варианта «три из пяти».

2. Представить отчет по задаче в отпечатанном виде, в котором должен быть графически показан алгоритм, текст программы на выбранном языке программирования и результаты решения с формулировкой выводов о предпочтительности первого или второго варианта.

3. Никаких рукописных слов и символов в отчете быть не должно.

### Задача №21

Оценить среднее число (математическое ожидание) и долю (%) неработоспособных элементов авиационной техники, поступивших в эксплуатацию после успешного прохождения ими контроля перед установкой на летательные аппараты.

Исходные данные.

Время хранения на базе (складе) до выдачи 1 год.

Характеристики надежности элементов при хранении: интенсивность отказов по контролируемым параметрам 0.0684 1/год; интенсивность отказов по неконтролируемым параметрам 0.0186 1/год; достоверность контроля перед выдачей 0.8; количество контролируемых элементов 80 шт.

Задача №22

Определить максимально допустимое удаление склада изделий авиационно-космической техники от аэродрома (космодрома) для обеспечения необходимого уровня надежности (ВБР) после транспортировки изделий к местам старта летательных аппаратов, если интенсивность отказов этих изделий при движении на автомобиле по грунтовой дороге равна 0.001 1/км, а требуемый уровень надежности 0.99.

Разработал

профессор

Марченко Б.И.