

М Ч н мб кк вжфжнйжщ  
, , 6 ПИА ЗЛ М ПП ЖПЖП К  
К ПП Б ПИАДЖ ЛЖ

. , 1, 0 жий вл к гк жи жжитм к жи  
К гк ж гимг жжитм к фжмплімг кмвгйж м лжг

4  
7

4 144

1

1. К гп мвжпфнйжшц п аи а г

2. й лж агкшг гсай щмЧа глж нмвжпфнйжшг

<b>И-1.</b>  -	<b>Сл г</b>  -  <b>Акгг</b>    <b>й вгг</b>  -  -
<b>И-2.</b>	<b>Сл г</b>  -



11. Пжп гкщк пшм мбммЧйад ж лж пмд жв лжжк,

12. С в ж мЧйад ж лж пжгц ллщ пжп гк ,

13. А г л вгдлмп ж Чм щ мЧйад ж ь ч ж н жЧм м

14. Лгим м щг мн мщ ан йглж Чм мв пжп гк,

15. фгли м лмп ж ж кмвгйж м лжг Чм щ пжп гк к пшм мбм мЧйад ж лж .

2, гк ж гшижз нй л

1		6	2		4	
2		6	2			4
3		12	2		4	6
4		6	2			4

5		6	2			4
6		6	2			4
7		14	4		6	4
8		14	4		6	4
9		4	2			2
10		12	2		6	4
11		12	2		6	4
12		12	2		6	4
13		14	2		6	6
14		12	2		6	4
15		8	2			6
		144	34		50	60

3, жвщмч см гй лмв вг гй лми ж

С л ж йгифжмплмбм жн  
, цлм лщг нмл ж гм жжпйа злщ н мфгшм ,

0, м ми пмчц жз ж п мвп жий пжжжж фж ,

1, мйгвм гй лми ж пмчц жз ж пйа злщ гйж жл п с ллщ фгн К им ,

4, влм мвлщг К им пжж н мфгшщ пм п г лщк жйжк пми м лжз ,

3, г ч жп н мфгшщ,

4, малм пимг в ждглжж,

7-6, К им пжж н мфгшщ,

9- ., П фжмл лщг н мфгпщ,

11. Пмвг д лжг н гвкг с в жжкг мвщ гм жжк пшм мбм мЧйад ж лж ,

12. Пжп гкщ к пшм мбм мЧйад ж лж п нм г кж

13. Пжп гкщ к пшм мбм мЧйад ж лж пмд жв лжжк,

14. С в ж мЧйад ж лж пкгц ллщ пжп гк ,

15. А г л вгдлмж ж Чм щ мЧйад ж ь ч ж н жЧм м

16. Лгим м щг мн мщ ан йглж Чм мв пжп гк,

17. фгли м лмж жжкмвгйж м лжг Чм щ пжп гк к пшм мбм мЧйад ж лж

Й Чм м лщг Чм щ

Й Чм м л Чм 1-2. Основные понятия теории случайных процессов. Поток событий, их свойства и классификации

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

**С в лж вй авж м лмв Чм щ8**

[10

**С в лж вй п кмн м гй лмв Чм щ8**

[10

**Й Чм м л Чм 3-4. Стационарные процессы**

---

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

**С в лж вй авж м лмв Чм щ8**

[10

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**С в лж вй п кмн м гй лмв Чм щ8**

[10

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Й Чм м л Чм 5-7. Преобразование случайных процессов динамическими системами**

---

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

**С в лж вй авж м лмв Чм щ8**

[10

**С в лж вй п кмн м гй лмв Чм щ8**

[10

**Й Чм м л Чм 8-10. Процессы «гибели и размножения»**

---

1. —
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

**С в лж вй авж м лмв Чм щ8**

[10

23, 24, 25, 26, 27, 28.

**С в лж вй п кмн м гй лмв Чм щ8**

[10

23, 24, 25, 26, 27, 28.

**Й Чм м л Чм 11-13. Марковские процессы с дискретным множеством состояний. Цепи Маркова.**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

[10

С в лж вй п км м гй лмв Чм щ8

[10

Й Чм м л Чм 14-16. Марковские процессы с непрерывным временем и дискретным множеством состояний.

- 1.
- 2.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

[10 . 4, 35.

С в лж вй п км м гй лмв Чм щ8

Й Чм м л Чм 5-18. Системы массового обслуживания с потерями

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

Необходимо спроектировать такую автоматическую телефонную станцию, чтобы она обладала пропускной способностью, при которой вероятность получения абонентом отказа в обслуживании не превосходила  $p_n \leq 0,01$ . АТС проектируется из условия, что поток вызовов характеризуется плотностью  $\lambda = 0,5$  вызовов в минуту. Считается, что средняя продолжительность разговора равна  $t_{0bc} = 2$  мин. Определить необходимое число линий связи.



Оценить эффективность некоторой противокатерной обороны соединения кораблей, состоящей из трех единиц ( $n=3$ ), когда катера противника производят атаку с плотностью  $\lambda=1$  группа/мин. Группа может состоять с равной вероятностью из одного, двух или трех катеров противника. Время, необходимое противокатерному средству на обстрел одного катера, равно 1 мин.

С в лж вй п км м гй лмв Чм щ

Готовые электроизмерительные приборы подвергаются проверке на надежность работы перед отправкой с завода на базу. Бригада рабочих проверяет одновременно один прибор. На заводе имеются три бригады рабочих, причем одна из них состоит из рабочих, которые работают давно и поэтому обладают высоким опытом проверки приборов. Среднее время, необходимое этой бригаде на проверку одного прибора, равно 0,5 час. Вторая бригада состоит из менее опытных рабочих, и среднее время на контроль прибора у них равно одному часу. Третья бригада укомплектована неполностью, и поэтому время на контроль прибора ей требуется больше и равно в среднем 0,75 час. Завод производит в среднем 2 прибора в час. Те приборы, которые были подвергнуты выборочному контролю на заводе и обеспечивают выполнение технических требований, отправляются непосредственно на базу и дальнейшему контролю не подлежат. Приборы, которые не проверялись на заводе и отправлены на базу, подвергаются выборочному контролю, который осуществляет одна бригада. Время, необходимое этой бригаде на контроль одного прибора, равно одному часу. Определить, какой процент приборов будет подвергнут контролю на надежность работы на заводе и на базе?

Й Чм м л Чм 7-20. Системы массового обслуживания с ожиданием

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

Ателье по ремонту различной радиоаппаратуры имеет  $n=5$  опытных мастеров. В среднем в течение рабочего дня от населения поступает в ремонт  $\lambda=10$  радиоаппаратов. Общее число радиоаппаратов, находящихся в эксплуатации у населения, очень велико, и они независимо друг от друга в различное время выходят из строя. Поэтому есть все основания полагать, что поток заявок на

ремонт аппаратов является случайным, пуассоновским. В очереди, каждый аппарат в зависимости от характера неисправности также требует различного, случайного времени на ремонт. Время на проведение ремонта зависит во многом от серьезности полученного повреждения, квалификации мастера и множества других причин. Пусть среднее время, необходимое для устранения неисправности для каждого из мастеров в ателье равно  $\mu=2,5$  радиоаппарата. Требуется оценить работоспособность ателье по ремонту радиоаппаратуры.

С в л ж в й п к м л м г й л м в Ч м ш

Имеется  $n=3$  мастерских по ремонту 10 образцов определенного вида вооружения, которые распределены по различным частям и подразделениям. Обслуживание можно организовать силами подвижных мастерских, которые всякий раз могут быть направлены в то подразделение, где имеется потребность в ремонте, или стационарных достаточно мощных мастерских с хорошо организованным технологическим потоком, куда будет доставляться неисправная техника. В обоих случаях время, необходимое для ремонта неисправного вооружения, будет складываться по-разному. В первом случае оно будет состоять из времени, необходимого для вызова мастерской, ее движения к месту ремонта и развертывания, и времени, нужного для проведения осмотра и собственно ремонта. Во втором случае оно будет определяться временем, необходимым для доставки неисправного вооружения в тыловую ремонтную мастерскую, просмотра ее и ремонта. В рассмотренных случаях соответствующие составляющие времени обслуживания будут разные. Полагаем, что время обслуживания — случайная величина с показательным законом распределения с параметром  $\mu$ , где

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_p},$$

$$\bar{t}_p = \bar{t}_{\text{выз}} + \bar{t}_{\text{дв. м}} + t_{\text{ос м}} + \bar{t}_{\text{раз}} + t_{\text{с в}} + \bar{t}_{\text{рем}},$$

$\bar{t}_{\text{выз}}$  — среднее время, необходимое для вызова мастерской;

$\bar{t}_{\text{дв. м}}$  — среднее время движения мастерской;

$t_{\text{ос м}}$  — среднее время осмотра;

$\bar{t}_{\text{раз}}, \bar{t}_{\text{с в}}$  — среднее время развертывания и свертывания мастерской;

$\bar{t}_{\text{рем}}$  — среднее время ремонта;

$\bar{t}_p$  — среднее суммарное время, необходимое для производства ремонта вооружения.

На основании статистики получено, что для вызова мастерской и ремонта техники в среднем требуется около 6 дней,  $\mu=5$  образцов в месяц. По аналогичной схеме можно определить среднее время  $\bar{t}_p$  для обслуживания полустационарных мастерских. Поток поступающих заявок на ремонт ограничен числом

Й Чм м л Чм 21-22. Задачи обслуживания в смешанных системах

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

В магазин поступают фрукты нового урожая из отдаленных хозяйств с  $\lambda=10$  т в декаду. Время доставки фруктов из колхозов в город является величиной случайной. Вероятность поступления фруктов в магазин из нескольких колхозов одновременно очень мала. Среднее количество поставок фруктов в магазин в период сбора урожая более или менее стабильно. Перечисленные причины позволяют принять предположение о пуассоновском потоке поставок фруктов в магазин. Сроки хранения фруктов в магазине зависят от их состояния, условий доставки, степени зрелости и других причин. Естественно предположить, что время хранения их является величиной случайной. Пусть среднее время хранения равно  $\bar{t}_{ож} = 1,7$  суток. Тогда значение параметра  $\nu=6$ . В течение декады магазина может продать в среднем  $\mu=10$  т. Среднесуточная продажа является величиной случайной. Например, в предпраздничные, праздничные, предвыходные и воскресные дни продажа фруктов будет более интенсивной.

Требуется оценить работу магазина и целесообразность открытия ряда дополнительных палаток по продаже фруктов в течение сезона. Для простоты расчетов примем, что пропускная способность палаток по продаже фруктов равноценна магазину.

У нападающей стороны имеется два образца вооружения. Для обстрела маневрирующей цели в среднем требуется 2 мин ( $\bar{t}_{обс} = 2 \text{ мин}$ ). Вероятности поражения

нападающей стороны считается потерянной, так как поражена быть не может.

Необходимо определить эффективность вооружения нападающей стороны по поражению появляющихся целей, определить, сколько единиц вооружения необходимо иметь нападающей стороне, чтобы ее потери не превосходили в среднем 10%, если цель противника в случае ее непоражения может нанести ответный удар с эффективностью  $W_{пр} = 0,5$ .

С в л ж в й п к м м г й л м в Ч м ш

1.

На станцию текущего ремонта сельскохозяйственной техники поступают в случайные моменты времени различные машины (косилки, сеялки, плуги и т. д.). Станция имеет одно помещение для одного технологического потока ремонта. Во дворе станции имеется небольшая крытая площадка, где одновременно может находиться, ожидая очереди, не более трех машин.

В зависимости от характера неисправности, наличия запасных частей и квалификации ремонтных рабочих время на ремонт каждой машины затрачивается случайное. Статистика ремонтного времени

в этой мастерской показала, что оно распределено по показательному закону со средним значением  $\bar{t}_{обс} = 2$  суток.

Неисправная техника в мастерскую поступает из близлежащих хозяйств. Случайные, независимые друг от друга, моменты выхода из строя сельскохозяйственных машин и разное удаление мест их эксплуатации от ремонтной мастерской позволяет предположить, что поток поступающей неисправной техники в мастерскую простейший со средней плотностью  $\lambda = 0,5$  машин в сутки. Необходимо определить:

- пропускную способность мастерской;
- среднее время простоя мастерской;
- среднее число машин, ожидающих ремонта.

Интересно определить, насколько изменятся эти характеристики если оборудовать второе помещение с новым технологическим потоком для ремонта техники.

2.

Рыболовецкий колхоз вылавливает в среднем около 10 т рыбы в сутки. Улов зависит от ряда случайных факторов (обнаружения косяка рыбы, расстояния от причала до места лова, погоды и т. д.). Поэтому можно считать, что поток выловленной рыбы имеет пуассоновское распределение. Часть рыбы колхоз перерабатывает на собственном пункте, состоящем из двух одинаковых цехов. Производительность каждого цеха  $\mu=2$  т в сутки. Остальную часть улова колхоз отгружает для отправки на завод переработки рыбы. Колхозный завод имеет холодильник для хранения рыбы объемом 2 т, где она может храниться не более одних суток. Если за это время рыбу не начали обрабатывать, то ее немедленно отправляют на другой завод, который производит ее копчение. В противном случае она испортится.

Необходимо определить, сколько в среднем надо выделить автомашин для перевозки рыбы, если при существующем состоянии дорог и расстоянии до завода переработки машина грузоподъемностью 2,5 т может сделать два рейса в сутки, а до завода копчения — один рейс в сутки.

Й Чм м л Чм 23-24. Учет надежности работы обслуживающих приборов

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

- 1.

Электронно-вычислительная машина состоит из 500 однотипных блоков, каждый из которых имеет надежность работы, характеризующую средней наработкой на один отказ, равной 500 час/отказ. Время выхода каждого блока из строя случайное. Примем, что оно имеет показательное распределение. Вышедший из строя блок поступает в ремонт. Время ремонта является случайной величиной и зависит от ряда факторов: характера неисправности, квалификации оператора, наличия инструмента и ремонтного материала и др. Положим, что время ремонта имеет показательное распределение с параметром  $\mu=1$ . Ремонт производят два оператора. Как только блок выйдет из строя, машина останавливается и не работает до тех пор, пока не будет либо устранена неисправность, либо поставлен исправный блок, причем на замену блока времени затрачивается мало и его можно практически считать равным нулю. Очевидно, для того чтобы машина работала без остановок, необходимо иметь запасные блоки, которыми можно было бы сразу заменять вышедшие из строя блоки. Однако запасные блоки обходятся довольно дорого, поэтому иметь их много неэкономично. Необходимо определить число запасных блоков, если стоимость одного блока  $C_{зап}=100$  ед. стоимости. Стоимость одного часа простоя машины равна  $C_{пр}=0,7$  ед. стоимости.

Для повышения производительности труда на производстве устанавливается автоматизированная система управления процессами, которая состоит из четырех звеньев ( $m=4$ ). Каждое звено имеет электронно-вычислительную машину и пункты сбора и обработки информации. Питание ЭВМ производится от отдельных агрегатов питания. Во время работы агрегаты питания могут выходить из строя и требовать некоторого времени на ремонт. Среднее время наработки на один отказ равно  $\bar{t}_n=100$  час. Ремонт производится одной бригадой ( $c=1$ ). Среднее время восстановления одного неисправного агрегата равно  $\bar{t}_{обс}=10$  час. Чтобы из-за выхода из строя агрегата питания ЭВМ меньше простаивали, имеются два запасных ( $n=2$ ), которые в случае выхода из строя любого из агрегатов питания могут мгновенно заменять их. Если нет исправных запасных агрегатов, то машина простаивает.

От того, сколько в среднем машины будут простаивать, зависит процент увеличения производительности труда. Положим, что повышение производительности труда пропорционально числу работающих ЭВМ и выражается зависимостью (в %)

$$\Delta П = \frac{m - N_0}{m} 100,$$

где  $N_0$  — среднее число ЭВМ, простаивающих из-за того, что нет запасных исправных агрегатов питания;  $m$  — число ЭВМ.

Требуется определить процент увеличения производительности труда от введенной автоматизации процессов.

**С в л ж в й п к м н м г й л м в Ч м ш**

На предприятии имеется пять агрегатов ( $n=5$ ), которые имеют свои идентичные источники электропитания. Время от времени источники могут выходить из строя. Опыт показал, что в среднем время наработки на один отказ для каждого из них равно  $\bar{t}_n=100$  час. Время восстановления вышедшего из строя источника электропитания распределено по показательному закону. Оно зависит от множества случайных факторов: характера неисправности, квалификации рабочих ремонтной бригады и других. Среднее значение параметра  $\mu=0,1$ .

Когда источник электропитания неисправен, агрегат не работает. Для повышения общего времени работы агрегатов решено иметь один источник питания в качестве скользящего резерва. Требуется определить надежность снабжения электропитанием каждого агрегата.

квалификации операторов в ремонтной бригаде и др. Опыт эксплуатации равноплуатации показал, что в среднем время восстановления 10 час ( $\bar{t}_{вос} = 10$  час).  
 работает исправно. Требуется определить, что производство работ

И Ч м л Ч 25. Некоторые вопросы управления работой систем

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.

С в лж вй авж м лмв Чм щ8

$$n=3$$

$$\lambda =$$

С в лж вй п км м гй лмв Чм щ

$$\lambda = 2$$

П кми м гй л Чм

•

•

гкщвй п кми м гй лмбмжа глж  
1.

2.

3.

6. И ж г жкмфгж лж гсай м ми мглж вжпфжнйжщ кмвай

4, , фгкм лщг п гвп жи ж г жкмфгж лж вй гич гз гп фжж

фгкм лщг п гвп

I. Имл мй лщг мн мщ вй н м г иж гм г ж гпимв нмвбм м иж и  
н и ж гпимжа с л жь ,



II. СВЛЖВЙ П КММ ГЙ ЛМВ ЧМЩ,

III. ИМЛ МЙ ЛЩГ ЧМЩ НМВЖФЖЙЖЛГ,

---


$$Y(t)$$

$$Y(t) = e^{-\lambda t} \quad t > 0,$$

X-

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad (x > 0, \lambda > 0).$$

Y(t)

$$p_{ij} \quad (i, j = 1, 2)$$

$$p_{12} = 1/3, \quad p_{21} = 1/4.$$

S

S1

S2

S1

$\lambda(t)$

S2

S2

$\mu(t)$

$t = 0$

$$Y(t) = W e^{-Ut},$$

-

W

$m_w, \sigma_w$

U

$a); t > 0, a > 0$

W U

$X(t)$ ,

$S_x(\omega)$

$c$

$$S_x(\omega) = \begin{cases} c & \text{при } \omega \in (\omega_1, \omega_2), \\ 0 & \text{при } \omega \notin (\omega_1, \omega_2). \end{cases}$$

**И ж г жкмфгжж лж имп мй лмв Чм щ**

1.

			*)
1			0.75
2			0..5
3			1.5
4			
5			

(\*)

1		4,75-5
2		3,75-4,5
3		3-3,5
4		

-1

3.

$\lambda =$

			*)
1			

2			
3			

(\*)

2.

1		4,75-5
2		3,75-4,5
3		3-3,5
4		

**4,0, фГЛМ ЛЩГ П ГВП ЖИ Ж Г ЖЖМФГЛЖ ЛЖ ВЙ Н ЖСГД а М ЛМВ ГП ФЖЖ**

**МН МЩВЙ НМВБМ М ИЖИ С Г а**

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

12.

13..

14.

15.

17

18

19.

20.

21.

22.  
23

26.

**Ч сгфнжп кгллмбмс в лж л с г г**

3.

$$Y(t) = V \cos(\psi t - \theta),$$

$V$     $\theta$

$V$

$m_v, \sigma_v; \psi$   
 $\pi$ .

$\theta$

$$S_{x_k}(\omega)$$

$$X_k(t) = V_k \cos \omega_k t + U_k \sin \omega_k t.$$

**И ж г жкмфлж лж м г л с г г**

1.

1		1,7
2		

(\*)

2.

1		4,75-5
2		3,75-4,5
3		3-3,5
4		

**5, г г гл млм лмв жвмнмїлж гї лмв а гЧмв йж г а щ**

1.

2-

ISBN 978-5-

- 
- 
- 
- 

<http://biblioteka.smolgu.ru>

<http://www.intuit.ru>

<http://exponenta.ru>

<http://www.mathnet.ru>

6, К г ж й лм г лж гшмг мЧпнг глжг

WWW-

7, мб кклмг мЧпнг глжг

WWW-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022