Департамент образования города Москвы

Государственное бюджетное профессиональное

образовательное учреждение города Москвы

«Колледж связи №54»

имени П.М.Вострухина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ

Практических занятий

по МДК.05.01. Теоретические основы обеспечения надежности систем автоматизации и модулей мехатронных систем

**ПМ 05 Проведение анализа характеристик и обеспечение**

**надежности систем автоматизации**

для специальности

**220703 Автоматизация технологических процессов и производств**

Москва

2015

Рассмотрено:

на заседании цикловой комиссии

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_ 2015г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_\_\_

Автор : Галкина М.В. преподаватель ГБПОУ « Колледж связи №54»

1. Предисловие
   1. Назначение методических указаний

Методические указания составлены на основе «Требований к разработке методических указаний для студентов по проведению лабораторных работ и практических занятий» и предназначены для обучающихся по специальности СПО 220703 Автоматизация технологических процессов и производств.

Выбор содержания и объем конкретного практического занятия обусловлен сложностью учебного материала для усвоения, междисциплинарными связями и учетом значения конкретного практического занятия для приобретения обучающимися соответствующих умений и компетенций, предусмотренных ФГОС.

* 1. Требования к умениям и общим компетенциям

В результате выполнения заданий практических занятий обучающийся должен

уметь:

- рассчитывать надежность систем управления и отдельных модулей и

подсистем мехатронных устройств и систем;

- определять показатели надежности систем управления;

- осуществлять контроль соответствия устройств и функциональных блоков

мехатронных и автоматических устройств и систем управления;

- проводить различные виды инструктажей по охране труда;

Обучающийся должен овладеть профессиональными и общими компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| **Код** | **Наименование результата обучения** |
| ПК 5.1. | Осуществлять контроль параметров качества систем автоматизации |
| ПК 5.2. | Проводить анализ характеристик надежности систем автоматизации |
| ПК 5.3. | Обеспечивать соответствие состояния средств и систем автоматизации требованиям надежности |
| ОК 2. | Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество |
| ОК 3. | Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность |
| ОК 4. | Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития |
| ОК 5. | Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности |
| ОК 6. | Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями |
| ОК 7. | Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий |
| ОК 8. | Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации |
| ОК 9. | Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности |
| ОК 10. | Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей) |

2. Правила выполнения практических заданий

1. Прежде, чем приступить к выполнению заданий практического занятия, обучающийся должен подготовить ответы на теоретические вопросы к практическому занятию.

2. Перед началом каждой работы проверяется готовность обучающегося к практическому занятию.

3. После выполнения заданий практического занятия обучающийся должен представить отчет о проделанной работе в рабочей тетради и подготовиться к обсуждению полученных результатов и выводов.

4. Обучающийся, пропустивший практическое занятие по уважительной или неуважительной причинам, обязан выполнить работу в дополнительно назначенное время.

5. Оценка за работу обучающемуся выставляется с учетом предварительной подготовки к работе, доли самостоятельности при ее выполнении, точности и грамотности оформления отчета по работе:

- оценка «5» (отлично) ставится: задания практического занятия выполнены в полном объеме, в соответствии с заданием, с соблюдением последовательности выполнения, расчеты выполнены без ошибок, самостоятельно; работа оформлена аккуратно;

- оценка «4» (хорошо) ставится: задания практического занятия выполнены в полном объеме, в соответствии с заданием, с соблюдением последовательности выполнения, частично с помощью преподавателя, присутствуют незначительные ошибки в расчетах; работа оформлена аккуратно;

- оценка «3» (удовлетворительно) ставится: задания практического занятия выполнены в полном объеме, в соответствии с заданием, частично с помощью преподавателя, присутствуют ошибки при замерах и расчетах; по оформлению работы имеются замечания;

- оценка «2» (неудовлетворительно)ставится: обучающийся не подготовился к практическому занятию, при расчетах допустил грубые ошибки, по оформлению работы имеются множественные замечания.

**Практическое занятие № 1**

**Расчет вероятностных характеристик случайных величин**

***Цель работы***: Научиться производить расчет вероятности случайных величин.

**Краткие теоретические сведения**

При классическом определении вероятность события определяется равенством

где m - число элементарных исходов испытания, благоприятствующих появлению события А;

n - общее число возможных элементарных исходов испытания. Предполагается, что элементарные исходы единственно возможны и равновозможны.

Относительная частота события А определяется равенством

где m - число испытаний, в которых событие А наступило;

n - общее число проведенных испытаний.

При статистическом определении в качестве вероятности события принимают его относительную частоту.

**Примеры решения задач**

При перевозке ящика, в котором содержались 21 стандартная и 10 нестандартных деталей, утеряна одна деталь, причем неизвестно какая. Наудачу извлеченная (после перевозки) из ящика деталь оказалась стандартной. Найти вероятность того, что была утеряна а) стандартная деталь; б) стандартная деталь.

Решение: а) Извлеченная стандартная деталь, очевидно не могла быть утеряна; могла быть утеряна любая из остальных тридцати деталей (21 + 10-1= 30), причем среди них было 20 стандартных (21- 1 = 20).

Вероятность того, что была потеряна стандартная деталь

б) Среди тридцати деталей, каждая из которых могла быть утеряна, было 10 нестандартных. Вероятность того, что утеряна нестандартная деталь,

В результате статистического исследования надежности синхронных генераторов типа ЕС мощностью до 100 кВт получены данные за 10 лет. Распределение отказов по основным узлам машин следующее: обмотка ротора – 26, обмотка статора - 22 , блок регулирующий напряжение – 188, подшипниковый узел - 21, контактно-щеточный узел – 72 требуется определить статистическую вероятность отказа каждого из перечисленных узлов.

**Решение:** Общее число зафиксированных отказов

Статистическая вероятность отказов соответственно :

для обмотки ротора

для обмотки статора

для блока регулирования напряжения

для подшипникового узла

для контактно-щеточного узла

В ящике содержится 10 одинаковых деталей, помеченных номерами 1, 2, ..., 10 наудачу извлечены 6 деталей. Найти вероятность того, что среди извлеченных деталей окажутся: а) деталь № 1; б) детали № 1 и № 2.

Решение: а) Общее число возможных элементарных исходов испытания равно числу способов, которыми можно извлечь 6 деталей из десяти, т.е

.

Посчитаем число исходов, благоприятствующих интересующему нас событию: среди отобранных шести деталей есть деталь № 1 и, следовательно, остальные 5 деталей имеют другие номера. Число таких исходов, очевидно, равно числу способов, которыми можно отобрать 5 деталей из оставшихся девяти, т.е

.

Искомая вероятность равна отношению числа исходов, благоприятствующих интересующему нас событию, к общему числу возможных элементарных исходов:

б) Число исходов, благоприятствующих интересующему нас событию (среди отобранных деталей есть детали № 1 и № 2, следовательно, 4 детали имеют другие номера), равно числу способов, которыми можно отобрать 4 детали из оставшихся восьми, т.е. .

Искомая вероятность

**Задачи для самостоятельного решения**

1. Абонент забыл последнюю цифру номера телефона и поэтому набирает её наугад. Определить вероятность того, что ему придётся звонить не более чем в 3 места.
2. Абонент забыл последние 2 цифры телефонного номера, но помнит, что они различны и образуют двузначное число, меньшее 30. С учетом этого он набирает наугад 2 цифры. Найти вероятность того, что это будут нужные цифры.
3. На шахматную доску случайным образом поставлены две ладьи. Какова вероятность, что они не будут бить одна другую?
4. Цифры 1, 2, 3, …, 9, выписанные на отдельные карточки складывают в ящик и тщательно перемешивают. Наугад вынимают одну карточку. Найти вероятность того, что число, написанное на этой карточке: а) четное; б) двузначное.
5. На полке в случайном порядке расставлено 40 книг, среди которых находится трехтомник Пушкина. Найти вероятность того, что эти тома стоят в порядке возрастания номера слева направо, но не обязательно рядом.
6. В партии из N деталей имеется n стандартных. Случайным образом отобрано М деталей. Найти вероятность того, что среди отобранных деталей ровно m стандартных.
7. При входном контроле из 200 испытанных образцов проводов оказались пробитыми 18. Найти статистическую вероятность пробоя.
8. В партии из произвольно расположенных 20 двигателей с номерами 101, 102 … 120 случайным образом берутся 2 двигателя. . Найти вероятность того, что извлечены двигатели с номерами 101 и 120
9. В партии 100 машин, из них 10 бракованных. Для контроля произвольно отобраны 4 машины. Найти вероятность того, что среди этих четырех машин: а) нет бракованных, б) нет годных.
10. Пускорегулирующее устройство состоит из пяти элементов, из которых два изношены. При включении устройства случайным образом включаются 2 элемента. Найти вероятность того, что включенными окажутся неизношенные элементы

**Контрольные вопросы:**

1. Какая величина называется случайной?
2. В чем разница в классическом и статистическом определении вероятности события?
3. Чему равно сумма вероятностей событий, если они составляют полную группу?
4. Как рассчитать число неповторяющихся комбинаций по К элементов из общего множества М?

**Практическое занятие № 2**

**Расчет полной вероятности события.**

***Цель работы***: Научиться производить оценку полной вероятности событий.

**Краткие теоретические сведения**

Вероятность события А, которое может наступить лишь При появлении одного из несовместных событий (гипотез) B1, B2 … Bn образующих полную группу событий, равна сумме произведений вероятностей каждой из гипотез на соответствующую условную вероятность события А

*(\*)*

где Р(В1) + Р(В2) + ...+Р(Вn) = 1

Равенство (\*) называют формулой полной вероятности.

**Примеры решения задач**

В урну, содержащую 2 шара, опущен белый шар, после чего из нее наудачу извлечен один шар. Найти вероятность того, что извлеченный шар окажется белым, если равновозможны все возможные предположения о первоначальном составе шаров (по цвету).

**Решение:** Обозначим через А событие—извлечен белый шар. Возможны следующие предположения (гипотезы) о первоначальном составе шаров: B1 — белых шаров нет, В2—один белый шар, Вз - два белых шара.

Поскольку всего имеется три гипотезы, причем по условию они равновероятны, и сумма вероятностей гипотез равна единице (так как они образуют полную группу событий), то вероятность каждой из гипотез равна 1/3

Р(В1) = Р(В2) = Р(В3) = 1/3

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне не было белых шаров,

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне был один белый шар,

Условная вероятность того, что будет извлечен белый шар, при условии, что первоначально в урне было два белых шара,

Искомую вероятность того, что будет извлечен белый шар, находим по формуле полной вероятности

Три группы станков производят одни и те же детали, но качество деталей различно. Станки первой группы производят 94% стандартных деталей; второй группы – 90%, третьей группы – 85%. Все детали отправлены на выборочный контроль. Определить вероятность того, что произвольно взятая деталь будет соответствовать требрваниям стандарта, если число станков первой группы равно пяти, второй – трем, третьей – двум.

**Решение:** Событие А – проверенная деталь соответствует требованиям стандарта. Гипотезы В1 – деталь произведена на станках первой группы, В2 – второй группы, В3 – третьей группы. Вероятность каждой гипотезы Р(В1)= 0,5; Р(В2)= 0,3; Р(В3)= 0,2. Условные вероятности при этих гипотезах   
 *, ,*  Вероятность события А:

**Задачи для самостоятельного решения**

1. Два из трех независимо работающих элемента пускорегулирующей аппаратуры отказали. Найти вероятность того, схема работает исправно, если вероятность отказа первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,2; 0,3 и 0,4.
2. Два станка производят одинаковые детали, которые поступают в общий контейнер. Производительность первого станка вдвое больше производительности второго. Первый станок производит 65% деталей высокого качества, а второй – 80%. Найти вероятность того, что взятая из контейнера деталь высокого качества.
3. В трех ящиках находятся одинаковые изделия, в первом 10 изделий, из них 3 нестандартных; во втором – 15 изделий, из них 5 нестандартных; в третьем 20 из них 6 нестандартные. Изделия перемешены и предъявлены на контроль. Найти вероятность того, что взятая на удачу деталь оказалась стандартной.
4. Известно, что 95% выпускаемой продукции удовлетворяет требованиям стандарта. По упрощенной схеме контроля признается пригодной стандартная продукция с вероятностью 0,98 и нестандартная с вероятностью 0,06. Определить вероятность того что партия будет принята в результате контроля.
5. Вероятность того, что при работе вычислительной машины произойдет сбой в считывающем устройстве, в оперативной памяти, в других устройствах, относятся как 3:2:5, вероятности обнаружения сбоев 0,8; 0,9; 0,9 Найти вероятность того, что возникший сбой будет обнаружен.
6. Два станка выполняют одну и ту же операцию, производительность станков одинакова. Вероятность брака на первом станке равна 0,05; на втором 01. Найти вероятность того, что взятая для контроля деталь окажется бракованной
7. Из 1000 ламп 380 принадлежат к 1 партии, 270 – ко второй партии, остальные к третьей. В первой партии 4% брака, во второй - 3%, в третьей – 6%. Наудачу выбирается одна лампа. Определить вероятность того, что выбранная лампа – бракованная.
8. Сотрудники отдела маркетинга полагают, что в ближайшее время ожидается рост спроса на продукцию фирмы. Вероятность этого они оценивают в 80%. Консультационная фирма, занимающаяся прогнозом рыночной ситуации, подтвердила предположение о росте спроса. Положительные прогнозы консультационной фирмы сбываются с вероятностью 95%, а отрицательные – с вероятностью 99%. Какова вероятность того, что рост спроса действительно произойдет?
9. Из 30 стрелков 12 попадает в цель с вероятностью 0,6, 8 - с вероятностью 0,5 и 10 – с вероятностью 0,7. Наудачу выбранный стрелок произвел выстрел, поразив цель. с какой вероятностью цель будет поражена с одного выстрела, произведенным случайно выбранным стрелком.
10. Из 40 деталей 10 изготовлены в первом цехе, 25 - во втором, а остальные - в третьем. Первый и третий цехи дают продукцию отличного качества с вероятностью 0,9, второй цех - с вероятностью 0,7. Какова вероятность того, что взятая наудачу деталь будет отличного качества?

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте как определяется полная вероятность события?
2. Что означает понятие «полная группа событий?
3. Чему равна вероятность каждой из 6 гипотез, если известно, что гипотезы равновероятны?
4. Что понимают под гипотезой?
5. Что называют условной вероятностью события?

**Практическое занятие № 3**

**Переоценка вероятности события по формуле Бейеса**

**Краткие теоретические сведения**

Пусть событие А может наступить лишь при условии появления одного из несовместных событий (гипотез) Bi; В2,..., Вп> которые образуют полную группу событий. Если событие А уже произошло, то вероятности гипотез могут быть переоценены по формуле Бейеса

Где

**Примеры решения задач**

Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер. Производительность первого автомата вдвое больше производительности вто­рого. Первый автомат производит в среднем 60% деталей отличного качества, а второй— 84%. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась отличного качества. Найти вероятность того, что эта деталь произведена первым автоматом.

**Решение:** Обозначим через А событие — деталь отличного качества. Можно сделать два предположения (гипотезы): B1 — деталь произведена первым автоматом, при­чем (поскольку первый автомат производит вдвое больше деталей, чем второй)

В2— деталь произведена вторым автоматом, причем

Условная вероятность того, что деталь будет отличного качества, если она произведена первым автоматом,

Условная вероятность того, что деталь будет отличного качества, если она произведена вторым автоматом,   
  
Вероятность того, что наудачу взятая деталь окажется отличного качества, по формуле полной вероятности равна

Искомая вероятность того, что взятая отличная деталь произведена первым автоматом, по формуле Бейеса равна

Имеются три партии деталей по 20 деталей в каждой. Число стандартных деталей в первой, второй и третьей партиях соответственно равно 20, 15, 10. Из наудачу выбранной партии наудачу извлечена деталь, оказавшаяся стандартной. Деталь возвращают в партию и вторично наудачу извлекают деталь, которая также оказывается стандартной. Найти вероятность того, что детали были извлечены из третьей партии.

Решение. Обозначим через А событие — в каждом из двух испытаний (с возвращением) была извлечена стандартная деталь.

Можно сделать три предположения (гипотезы): В1— детали извлекались из первой партии; В2 — детали извлекались из второй партии; В3—детали извлекались из третьей партии.

Так как детали извлекались из наудачу взятой партии, то вероятности гипотез одинаковы:

Найдем условную вероятность РВ1(А), т. е. вероятность того, что из первой партии будут последовательно извлечены две стандартные детали. Это событие достоверно, так как в первой партии все детали стандартны, поэтому

Найдем условную вероятность РВ2(А), т. е. вероятность того, что из второй партии будут последовательно извлечены (с возвращением) две стандартные детали:

Найдем условную вероятность РВЗ(А), т. е. вероятность того, что из третьей партии будут последовательно извлечены (с возвращением) две стандартные детали:

Искомая вероятность того, что обе извлеченные стандартные детали взяты из третьей партии, по формуле Бейеса равна

**Задачи для самостоятельного решения**

1. Два из трех независимо работающих элемента пускорегулирующей аппаратуры отказали. Найти вероятность того, откажут первый и второй элементы, если вероятность отказа первого, второго и третьего элементов соответственно равны 0,2; 0,3 и 0,4.
2. Два станка производят одинаковые детали, которые поступают в общий контейнер. Производительность первого станка вдвое больше производительности второго. Первый станок производит 65% деталей высокого качества, а второй – 80%. Найти вероятность того, что взятая из контейнера деталь высокого качества выпущена на втором заводе
3. В трех ящиках находятся одинаковые изделия, в первом 10 изделий, из них 3 нестандартных; во втором – 15 изделий, из них 5 нестандартных; в третьем 20 из них 6 нестандартные. Изделия перемешены и предъявлены на контроль. Найти вероятность того, что взятая на удачу деталь оказалась стандартной и она изначально находилась в третьем ящике
4. На склад поступило 2 партии изделий: первая – 4000 штук, вторая – 6000 штук. Средний процент нестандартных изделий в первой партии составляет 20%, а во второй – 10%. Наудачу взятое со склада изделие оказалось стандартным. Найти вероятность того, что оно: а) из первой партии, б) из второй партии
5. Вероятность того, что при работе вычислительной машины произойдет сбой в считывающем устройстве, в оперативной памяти, в других устройствах, относятся как 3:2:5, вероятности обнаружения сбоев 0,8; 0,9; 0,9 Найти вероятность того, что возникший сбой будет обнаружен в оперативной памяти
6. Два станка выполняют одну и ту же операцию, производительность станков одинакова. Вероятность брака на первом станке равна 0,05; на втором 0,1. Найти вероятность того, что взятая для контроля деталь окажется годной и будет произведена на первом станке
7. Из 1000 ламп 380 принадлежат к 1 партии, 270 – ко второй партии, остальные к третьей. В первой партии 4% брака, во второй - 3%, в третьей – 6%. Наудачу выбирается одна лампа. Определить вероятность того, что выбранная лампа – бракованная и принадлежит третьей партии.
8. Двигатель работает в трёх режимах: нормальном, форсированном и на холостом ходу. В режиме холостого хода вероятность его выхода из строя равна 0,05, при нормальном режиме работы – 0,1, а при форсированном – 0,7. 70% времени двигатель работает в нормальном режиме, а 20% – в форсированном. Какова вероятность выхода из строя двигателя во время работы?
9. Из 30 стрелков 12 попадает в цель с вероятностью 0,6, 8 - с вероятностью 0,5 и 10 – с вероятностью 0,7. Наудачу выбранный стрелок произвел выстрел, поразив цель. с какой вероятностью цель будет поражена с одного выстрела стрелками из разных групп
10. Из 40 деталей 10 изготовлены в первом цехе, 25 - во втором, а остальные - в третьем. Первый и третий цехи дают продукцию отличного качества с вероятностью 0,9, второй цех - с вероятностью 0,7. Какова вероятность того, что взятая наудачу деталь будет отличного качества будет произведена в третьем цехе.

**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте теорему гипотез? Для чего используется формула Бейеса?
2. Чему равна вероятность каждой из 7 гипотез, если известно, что гипотезы равновероятны?
3. Что понимают под гипотезой?
4. Что называют условной вероятностью события?

**Практическое занятие № 4**

**Расчет показателей надежности мехатронных узлов при нормальном законе распределения вероятности безотказной работы**

***Цель работы***: научить студентов определять показатели надежности, которые подчиняются нормальному закону распределения

**Краткие теоретические сведения**

Одним из наиболее часто встречающихся распределений является нормальное распределение. Оно играет большую роль в теории вероятностей и занимает среди других распределений особое положение. Нормальный закон распределения является предельным законом, к которому приближаются другие законы распределения при часто встречающихся аналогичных условиях.

Если предоставляется возможность рассматривать некоторую случайную величину как сумму достаточно большого числа других случайных величин, то данная случайная величина обычно подчиняется нормальному закону распределения. Суммируемые случайные величины могут подчиняться каким угодно распределениям, но при этом должно выполняться условие их независимости (или слабой зависимости). При соблюдении некоторых не очень жестких условий указанная сумма случайных величин подчиняется приближенно нормальному закону распределения и тем точнее, чем большее количество величин суммируется.

Ни одна из суммируемых случайных величин не должна резко отличаться от других, т. е. каждая из них должна играть в общей сумме примерно одинаковую роль и не иметь исключительно большую по сравнению с другими величинами дисперсию.

Для примера рассмотрим изготовление некоторой детали на станке-автомате. Размеры изготовленных деталей несколько отличаются от требуемых. Это отклонение размеров от стандарта вызывается различными причинами, которые более или менее независимы друг от друга. К ним могут относиться: неравномерный режим обработки детали; неоднородность обрабатываемого материала; неточность установки заготовки в станке; износ режущего инструмента и деталей станков; упругие деформаций узлов станка; состояние микроклимата в цехе; колебание напряжения в электросети и т. д. Каждая из перечисленных и подобных им причин влияет на отклонение размера изготовляемой детали от стандарта. Таким образом, общее отклонение размера, фиксируемое измерительным прибором, является суммой большего числа отклонений, обусловленных различными причинами. Если ни одна из этих причин не является доминирующей, то суммарное отклонение является случайной величиной, имеющей нормальный закон распределения.

Так как нормальному закону подчиняются только непрерывные случайные величины, то это распределение можно задать в виде плотности распределения вероятности.

***http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/BD14868_8.GIF Определение: Непрерывная случайная величина Х имеет нормальное распределение (распределена по нормальному закону), если плотность распределения вероятности f(x) имеет вид***

***http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek156.gif***

*где а и*σ—*некоторые постоянные, называемые параметрами нормального распределения.*

*Функция распределения F(x) в рассматриваемом случае принимает вид*

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek157.gif

*Параметр а- есть математическое ожидание НСВХ, имеющей нормальное распределение,*σ*- среднее квадратическое отклонение, тогда дисперсия равна*

*http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek191.gif*

 Выясним геометрический смысл параметров распределения *а*и σ . Для этого исследуем поведение функции f(x). График функции f(x) называется нормальной кривой.

***http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/BD14868_8.GIF Рассмотрим свойства функции f(x):***

1°. Областью определения функции f(x) является вся числовая ось.

2°. Функция f{x) может принимать только положительные значения, т. е. f(x}>0.

3°. Предел функции f(x) при неограниченном возрастании |х| равен нулю, т. е. ось ОХ является горизонтальной асимптотой графика функции.

      4°. Функция f{x) имеет в точке х =*a* максимум, равный

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek160.gif

5°. График функции f(x) симметричен относительно прямой х =*а*.

6°. Нормальная кривая в точках х = а +σ  имеет перегиб,

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek159.gif

На основании доказанных свойств построим график плотности нормального распределения *f(x)*.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek161.gif |

Как видно из рисунка, нормальная кривая имеет колоколообразную форму. Эта форма является отличительной чертой нормального распределения. Иногда нормальную кривую называют *кривой Гаусса.*

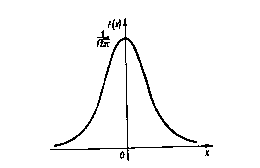
При изменении параметра *а* форма нормальной кривой не изменяется. В этом случае, если математическое ожидание (параметр *а)* уменьшилось или увеличилось, график нормальной кривой сдвигается влево или вправо .

При изменении параметра  sизменяется форма нормальной кривой. Если этот параметр увеличивается, то максимальное значение  функции *f(x)* убывает, и наоборот. Так как площадь, ограниченная кривой распределения и осью *Ох,*должна быть постоянной и равной 1, то с увеличением параметра  кривая приближается к оси *Ох* и растягивается вдоль нее, а с уменьшением *s* кривая стягивается к прямой *х=а* .

|  |
| --- |
|  |
|  | http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek163.gif |

Использование формул  f(x) и F(x) для практических расчетов затруднительно. Но решение задач по этим  формулам  можно упростить, если от нормального распределения с произвольными параметрами *а* и *s* перейти  к нормальному распределению с параметрами*а*=0, σ= 1.

***http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/BD14868_8.GIF Функция плотности нормального распределения f(x) с параметрами а=0,*σ*=1называется плотностью стандартной* *нормальной случайной величины и ее график имеет вид:***

**

Функция плотности и интегральная функция стандартной нормальной СВ будут иметь вид:

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek165.gif

Для вычисления вероятности попадания СВ в интервал (a, b) воспользуемся функцией   Лапласа: http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek166.gif

Перейдем к стандартной нормальной случайной величине

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek167.gif

Тогда

http://apollyon1986.narod.ru/docs/TViMS/NP/lekziitv/lek168.gif

Значения функции Ф(u) необходимо взять из таблицы приложений "Таблица значений функции Ф(х)" .

**Примеры решения задач**

По результатам наблюдений за работой средняя наработка на отказ равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа для значения наработок 1000, 2500 и 3000 часов, закон распределения отказов – нормальный.

**Решение:** Определяем значение квантили нормированного нормального распределения *Up* по формуле (2.14) и соответствующей ей функции Лапласа.

Для наработки 1000 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно

 ; .

Для наработки 2500 часов

 ; .

Для наработки 3000 часов

 ; .

Вероятность безотказной работы для показателей подчиняемых закону нормального распределения определяем по формуле (2.12):

 – при наработке 1000 часов;

; – при наработке 2500 часов;

. – при наработке 3000 часов.

Вероятность отказа определяем по формуле (2.15):

 – при наработке 1000 часов;

; – при наработке 2500 часов;

. – при наработке 3000 часов.

**Ответ:** при наработке 1000 часов: ;; при наработке 2500 часов: ;; при наработке 3000 часов ; .

На испытания установлено 100 изделий. Средняя наработка на отказ составила 600 часов, коэффициент вариации ресурса 0,1. Определить количество отказавших изделий при наработке 720 часов.

**Решение.** Так как коэффициент вариации равен 0,1 – закон распределения наработки нормальный.

Находим среднее квадратичное отклонение, выразив его из формулы (2.6),

,



Для наработки 720 часов квантиль и функция нормированного нормального распределения соответственно равны

 ; .

Вероятность отказа при наработке 720 часов определяем по формуле (2.15):

.

Количество отказов при наработке 720 часов равно

изд.

**Ответ:** 587 изделий.

**Задачи для самостоятельного решения**

По результатам наблюдений за работой объекта средняя наработка до отказа равна 2000 часов, среднеквадратическое отклонение 400 часов. Определить значения наработок до отказа, которые соответствуют вероятности отказа 0,9; 0,5; 0,005. Закон распределения отказов – нормальный.

Предельно допустимое значение ресурса составляет 7000 часов, среднее квадратическое отклонение 1000 часов. Определить средний ресурс, вероятность отказа и вероятность безотказной работы при 5000 часах.

В результате изучения процесса изнашивания клыка роторного экскаватора установлено, что средняя величина износа соответствует 5 мм, дисперсия 0,01 мм2. Какова вероятность того, что найденное значение износа превышает среднее, не более чем на 5 %.

Средняя наработка на отказ соответствует 1500 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.

Среднее квадратическое отклонение ресурса равно 400 часам, коэффициент вариации 0,3. Определить показатели надежности для наработок 1000 часов, 2000 часов, 3000 часов.

На испытания установлено 200 задвижек. Через 1000 часов работы отказало 50 задвижек, через 2000 часов еще 20 задвижек. Определить количество отказавших задвижек в промежутке времени от 1500 часов до 3000 часов работы, если среднее квадратическое отклонение ресурса 500 часов.

На испытания установлено 100 долот. Через 150 часов работы отказало 50 долот, через 50 часов еще 2 долота. Определить количество отказавших долот в промежутке времени от 200 часов до 250 часов работы, если коэффициент вариации ресурса 0,1.

Минимальная наработка на отказ составляет 3000 часов, средняя наработка 1200 часов. Определить количество отказавших изделий при наработке 9000 часов и характеристики надежности.

Определить вероятность отказа изделия при наработке 1500 часов, если коэффициент вариации равен 0,2, нижнее предельно-допустимое значение наработки составляет 2000 часов.

Предельно допустимое значение наработки на отказ составляет 1600 часов, максимальное значение 2000 часов. Определить вероятность отказа при наработке 1200 часов и характеристики данного распределения.

**Контрольные вопросы:**

1. Что представляет собой закон распределения случайной величины?
2. Для расчета каких показателей и технических систем применяется нормальный закон распределения?
3. Расчет показателей надежности, подчиняющихся нормальному закону распределения.
4. Для расчета каких показателей и технических систем применяется логарифмически нормальное распределение?
5. Расчет показателей надежности, подчиняющихся логарифмически нормальному распределению.

**Литература:**

1. Острейковский В.А. Теория надежности: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 464 с.

**Практическое занятие № 5**

**Разработка графика Планово-предупредительных ремонтов механических узлов**

Цель работы: научиться рассчитывать периодичность работ по плановому ТО и ремонту. Составлять годовой план – график ППР оборудования.

**Теоретические сведения**

Под планово­–предупредительным ремонтом следует понимать восстановление работоспособности станка (точности, мощности и производительности) путем рационального технического ухода, замены и ремонта изношенных деталей и узлов, проводимых по за­ранее составленному плану.

Планово-предупредительный ремонт проводится по определен­ной системе.

Под системой планово-предупредительного ремонта следует по­нимать совокупность организационных и технических мероприятий по техническому уходу и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану (графику) с целью обеспечения безотказной эксплуатации оборудования.

Системой планово-предупредительного ремонта предусматри­вается после отработки каждым агрегатом (станком) заданного количества часов проведение профилактических осмотров и плановых ремон­тов (капитальных, средних, малых).

**Осмотр** производится с целью проверки состояния обору­дования, устранения мелких неисправностей и выявления объема подготовительных работ, подлежащих выполнению при очередном плановом ремонте.

**Малый ремонт** – вид планового ремонта, при котором за­меной или восстановлением изношенных детален и регулированием механизмов обеспечивается нормальная эксплуатация оборудования до очередного планового ремонта.

**Средний ремонт** – вид планового ремонта, при котором производится частичная разборка оборудования, капитальный ремонт отдельных узлов, замена и восстановление значительного количест­ва изношенных деталей, сборка, регулирование и испытание под нагрузкой.

**Капитальный ремонт** — вид планового ремонта, при ко­тором производится полная разборка оборудования, замена изношенных деталей и узлов, ремонт базовых и других деталей и узлов, сборка, регулирование и испытание оборудования под нагрузкой.

Существуют три основные системы планово-предупредительного ремонта оборудования: послеосмотровых ремонтов; стандартных ремонтов; периодических ремонтов.

**В основе системы ППР лежат следующие нормативы:** длительность и структура ремонтного цикла; продолжительность межремонтного периода; нормы трудоемкости и расхода материалов; нормативы технического обслуживания; время простоя оборудования в ремонте. Они приводятся в отраслевых справочниках, инструкциях системы ППР.

**Структура ремонтного цикла** для механической, гидравлической и электрической части станка с ЧПУ представляет собой последовательность выполнения ремонтных работ и осмотров станков с ЧПУ в период между капитальными ремонтами или между вводом станка в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом, т. е. ремонтный цикл состоит из некоторого числа плановых ремонтов.

Следует учитывать, что наибольшую эффективность использования ставка, может обеспечить рациональное чередование и периодичность осмотров и ремонтов, выполняемых с учётом конкретных для каждого отдельного станка условий эксплуатации.

При применении системы периодических ремонтов плановый характер основной части ремонтных работ обеспечивается за счет того, что ремонты проводятся по годовому графику, в заранее известные сроки, вытекающие из установленных **межремонтных периодов.**

Однако и при применении этой системы некоторая часть ремонтных работ имеет неплановый характер, так как не все ремонтные работы могут быть при­урочены к периодическим ремонтам. К числу таких работ относятся: замена деталей, имеющих малые сроки службы; выполнение регулировочных и кре­пежных работ, необходимость в которых возникает чаще, чем производятся периодические ремонты, и некоторые другие работы. Не все из этих работ могут быть выполнены в выходные дни и нерабочие смены. Часть из них приходится производить в рабочие смены. Если таких работ оказывается много, вызывае­мые ими неплановые простои оборудования могут наносить серьезный ущерб производству.

Количество неплановых ремонтных работ и их объем при прочих равных условиях прямо зависят от величины применяющихся межремонтных периодов.

В общем виде можно сказать, что чем больше межремонтные периоды, тем больше и объем неплановых ремонтных работ. Однако при сокращении меж­ремонтных периодов свыше некоторого предела общий объём ремонтных работ плановых и неплановых начинает возрастать. Это объясняется тем, что про­исходящее в результате сокращения межремонтных периодов уменьшение непла­новых ремонтов и объёма собственно ремонтных работ при плановых ремонтах одновременно сопровождается увеличением общего объёма разборочно-сборочных работ из-за более частого выполнения плановых ремонтов.

Поэтому межремонтные периоды должны быть не максимальными, как это иногда рекомендуется, и не минимальными, а оптимальными; причем под опти­мальными ремонтными периодами следует понимать такие, при которых неплано­вые ремонтные работы не могут наносить сколько-нибудь существенного ущерба производству, так как имеют характер и объём, позволяющие выполнять основную их часть в нерабочие дни и обеденные перерывы.

Поскольку неплановые ремонты приносят наибольший ущерб в условиях массового производства и меньший в условиях серийного и индивидуального, межремонтные периоды должны быть разными для разных типов производств. Для оборудования, работающего в массовом и крупносерийном производстве, межремонтные периоды должны быть меньше, а в серийном и индивидуальном — больше.

Продолжительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов определяется по каждой по каждой группе оборудования.

Ремонтный цикл – это промежуток времени между двумя капитальными ремонтами.

Межремонтный период – это время между двумя любыми ремонтами.

Длительность ремонтного цикла для металлорежущего оборудования определяется по формуле:

**Трц=Т\*kсм\*kми\*kт\*kм\*kв\*kэ**

где: Т – продолжительность ремонтного цикла в нормо-часах для металлорежущих станков

kсм – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал (сталь – 1, прочее – 0,75);

kми – коэффициент, учитывающий материал применяемого инструмента (металл – 1, абразив – 0,8);

kт – коэффициент, учитывающий класс точности (Н – 1; П – 1,5; В,А,С – 2);

kм – коэффициент, учитывающий массу станка (до 10 т – 1; от 10 до 100 т – 1,35; свыше 100 т – 1,7);

kв – коэффициент, учитывающий возраст оборудования;

kэ – коэффициент, учитывающий начало эксплуатации.

Для определения длительности ремонтного цикла в годах, необходимо определить действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования.

γ = 5%

Зная номинальный фонд времени год(по производственному календарю) определим действительный фонд времени, а также продолжительность ремонтного цикла в годах.

**Fд=((Дкал-Двых-Дпр)\*tсм\*С-1час\*Дпредпр\*С)\*(1-L/100), час**

где: Дкал – дни календарные;

Двых – дни выходные;

Дпр – дни праздничные;

tсм – продолжительность смены;

С – количество смен;

Дпредпр – дни предпраздничные;

γ – процент простоя оборудования на ремонт и обслуживание (6%).

По производственному календарю:

Дкал=365 дней

Двых+Дпр=112 дней

Определим продолжительность ремонтного цикла в годах:

**Тр.ц.(год)=Тр.ц./Fд**

Для определения продолжительности межремонтного и межосмотровых периодов, необходима структура ремонтного цикла до 20 тонн :

**КР-ТО-ТР-ТО-ТР-ТО-СР-ТО-ТР-ТО-ТР-ТО-СР-ТО-ТР-ТО-ТР-ТР-ТО-КР**

Продолжительность межремонтного периода определяется по формуле:

**tм.р= Тр.ц.(год)/(nс+nт+1)**

Продолжительность межосмотрового периода определяется по формуле:

**tм.о.=(Тр.ц.(год)\*12)/(nс+nт+nо+1)**

Таким образом, мы получили следующие данные:

продолжительность ремонтного цикла – 16 лет;

продолжительность межремонтного периода – 1,78 месяца;

продолжительность межосмотрового периода – 10,67 месяца.

Для измерения **трудоёмкости ремонтов** в типовом положении «Единая система ППР» применяется термин «ремонт­ная единица», однако в этих единицах общий объем плановых ремонтов выражен быть не может, так как под ремонтной единицей здесь понимается оборудование, отнесенное к первой категории ремонтосложности. Эта единица, таким образом, представляет единицу ремонтосложности (е.р.с.), позволяющую определять суммар­ную ремонтосложность оборудования, т. е. сумму категорий ремонтссложности. Суммировать с помощью этой единицы объёмы разных видов планового ремонта нельзя. Поэтому суммирование объёмов плановых ремонтов разных видов для опре­деления общего объёма плановых ремонтов производят сейчас, выражая их в человеко-часах. Но трудозатраты в человеко-часах на плановые ремонты одного и того же оборудования могут быть разными. Они зависят от уровня организации и техники ремонтного дела на заводе, качества эксплуатации оборудования и ухода за ним и ряда других причин. Под влиянием этих причин они могут подвергаться значительным изменениям.

**Нормативы технического обслуживания** включают в себя: нормативы времени на промывку, проверку геометрической точности, осмотры, малый, средний и капитальный ремонты станка, а также нормативы межремонтного обслуживания на одного рабочего в одну смену. Нормативами не учитываются работы, связанные с транспортировкой оборудования и устройством его фундамента.

Нормативами времени на электрослесарные работы не учитывается восстановление старого обмоточного провода электродвигателей и пускорегулирующей аппаратуры.

**Величина простоя оборудования** из-за неисправности или ремонта является важнейшим показателем, характеризующим уровень организации на заводе ремонта оборудования и его техническое состояние. Величина простоя оборудования в неплановых ремонтах позволяет судить о степени удовлетворе­ния плановыми ремонтами потребности оборудования в ремонтных работах, т. е. о соответствии объема ремонтов, выполняющихся в плановом порядке, нормальному для данного оборудования объему ремонтных работ.

Для анализа простоев оборудования по причине ремонта необходимо вести точный учет простоев. Существует ряд способов механизированного учета ра­боты и простоев оборудования с помощью соответствующих приборов и устройств. Однако они не получили еще достаточно широкого распространения. Наи­большее распространение имеет учет простоев и использования оборудования, базирующийся на фиксации производственными мастерами простоев оборудова­ния, связанных с простоем рабочих (в простойных листках), и простоев обо­рудования, не связанных с простоем рабочих (в рапортах о простоях станков, составляемых по сменам на каждом производственном участке). Такой способ учета может быть достаточно точным лишь тогда, когда учитываются простои оборудования не только по причине ремонта, а по всем возможным причинам, что обеспечивает возможность составления полного баланса работы оборудования.

**Порядок выполнения работы:**

1.     Выбрать номер оборудования по варианту(см. в приложении 1)2.    Вносим в пустую форму графика ППР наименование оборудования.3.    На этом этапе определяем нормативы ресурса между ремонтами и простоя:4.    Смотрим приложение №1 «Нормативы периодичности, продолжительности и трудоемкости ремонта» выбираем значения периодичности ремонта и простоя при капитальном и текущем ремонтах, и записываем их в свой график.5.    Для выбранного оборудования нам необходимо определиться с количеством и видом ремонтов в предстоящем году. Для этого нам необходимо определить количество отработанных часов оборудования (расчет условно ведется с января месяца) ( см. приложение2)6.  Определяем годовой простой в ремонте7.    В графе годового фонда рабочего времени указываем количество часов, которое данное оборудование будет находиться в работе за вычетом простоев в ремонте.8.    Сделать вывод

Задание на работу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Оборудование | | |
| 1 | Кран мостовой Q=3.2т | Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б | Машина листогибочная трехволковая ИБ 2216 |
| 2 | Токарно - винторезный станок 1М63 | Зигмашина ИВ 2716 | Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П |
| 3 | Токарно - винторезный станок 16К20 | Ножницы кривошипные Н3118 | Зигмашина ВМ С76В |
| 4 | Наждак | Трансформатор сварочный | Кран мостовой Q=3.2т |
| 5 | Машина листогибочная ИВ 2144 | Зигмашина ВМ С76В | Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П |

*Приложение 1*

**НОРМАТИВЫ ПЕРИОДИЧНОСТИ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование оборудования** | **Нормативы ресурса между ремонтами** | | **Время простоя оборудования** | |
| **Т** | **К** | **Т** | **К** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Кран мостовой Q=3.2т | 6000 | 24000 | 16 | 32 |
| 2 | Токарно - винторезный станок 1М63 | 6720 | 40320 | 8 | 40 |
| 3 | Токарно - винторезный станок 16К20 | 6720 | 40320 | 8 | 40 |
| 4 | Наждак | 12500 | 37500 | 2 | 4 |
| 5 | Машина листогибочная ИВ 2144 | 3000 | 9000 | 2 | 6 |
| 6 | Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б | 3500 | 10500 | 4 | 8 |
| 7 | Зигмашина ИВ 2716 | 20000 | 40000 | 1 | 2 |
| 8 | Ножницы кривошипные Н3118 | 1500 | 6000 | 4 | 8 |
| 9 | Трансформатор сварочный | 1200 | 2400 | 16 | 32 |
| 10 | Машина листогибочная трехволковая ИБ 2216 | 4000 | 12000 | 16 | 32 |
| 11 | Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П | 2800 | 11200 | 4 | 8 |
| 12 | Зигмашина ВМ С76В | 20000 | 40000 | 1 | 2 |

Приложение 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учет времени работы оборудования** | | | | | | | | | | | | | |
|
| № п/п | Наименование оборудования | Месяц года | | | | | | | | | | | |
| январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Кран мостовой Q=3.2т | 28 | 32 | 37 | 29 | 34 | 28 | 35 | 27 | 36 | 30 | 28 | 32 |
| 2 | Токарно - винторезный станок 1М63 | 128 | 157 | 161 | 168 | 152 | 165 | 158 | 160 | 162 | 155 | 164 | 165 |
| 3 | Токарно - винторезный станок 16К20 | 128 | 157 | 165 | 168 | 152 | 165 | 158 | 160 | 162 | 155 | 164 | 165 |
| 4 | Наждак | 35 | 38 | 50 | 57 | 44 | 56 | 48 | 45 | 40 | 35 | 44 | 48 |
| 5 | Машина листогибочная ИВ 2144 | 68 | 70 | 84 | 80 | 70 | 80 | 75 | 82 | 68 | 74 | 78 | 76 |
| 6 | Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б | 95 | 90 | 109 | 115 | 90 | 120 | 105 | 98 | 110 | 96 | 103 | 96 |
| 7 | Зигмашина ИВ 2716 | 58 | 60 | 62 | 64 | 60 | 50 | 59 | 65 | 63 | 54 | 66 | 63 |
| 8 | Ножницы кривошипные Н3118 | 8 | 10 | 6 | 4 | 10 | 7 | 8 | 5 | 6 | 4 | 3 | 8 |
| 9 | Трансформатор сварочный | 120 | 125 | 140 | 140 | 125 | 120 | 130 | 140 | 135 | 123 | 125 | 120 |
| 10 | Машина листогибочная трехволковая ИБ 2216 | 68 | 70 | 84 | 80 | 70 | 80 | 75 | 78 | 82 | 76 | 80 | 74 |
| 11 | Отделочно-расточной вертикальный станок 2733П | 28 | 30 | 32 | 34 | 32 | 30 | 28 | 32 | 30 | 32 | 28 | 31 |
| 12 | Зигмашина ВМ С76В | 39 | 48 | 38 | 52 | 56 | 35 | 33 | 44 | 28 | 27 | 35 | 42 |

Приложение 3

**

СОГЛАСОВАНО УТВЕРЖДЕНО

Главный механик Главный инженер

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г. «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г.

**ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК**

[**планово-предупредительного ремонта оборудования**](http://blanker.ru/doc/remont-plan-grafik) **на \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(наименование предприятия)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  оборудования | Количество  оборудования | Нормативы ресурса между капитальными ремонтами и текущими. | | | Трудоем-кость  одного  ремонта,  чел.-ч. | | Месяц  и  число последнего  ремонта | | Условное обозначение ремонта  (числитель) месяц и время простоя в ремонте,  ч (знаменатель) | | | | | | | | | | | | Годовой простой оборудования в ремонте | Годовой фонд рабочего времени |
| январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| Т | | К | Т | К | Т | К |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Главный механик \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы:**

1. Что понимают под системой планово-предупредительных ремонтов?
2. Из каких элементов складывается время планово-предупредительного ремонта?
3. На какой период составляется график планово-предупредительного ремонта на предприятии?
4. От чего зависит величина простоя оборудования?
5. Из чего складывается время технического обслуживания?

**Литература:**

1. Острейковский В.А. Теория надежности: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2008. – 464 с.
2. Проников А.С. Надежность машин учебник для вузов. М: Машиностроение 1978. – 592 с