

1 ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЛОК

Цель УСР:

- овладение учебным материалом дисциплины в объеме, требуемом учебной программой;
- формирование навыков самообразования в учебной, научной, производственной и управленческой деятельности;
- развитие учебных способностей, умений, навыков и принятия самостоятельных решений в профессиональной деятельности.

1.1 План управляемой самостоятельной работы студентов

№ темы, занятия	Название темы, вопросы	Количество часов	Форма реализации	Форма контроля
2	Тема Количественные показатели надежности. <u>Вопросы:</u> 1. Показатели надежности — случайные величины. 2. Единичные показатели надежности. 3. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. 4. Комплексные показатели надежности.	2	Подготовка мультимедийной презентации	Защита мультимедийной презентаций
3	Тема Элементы теории вероятности и математической статистики, применяемые в теории надежности. <u>Вопросы:</u> 1. Показатели надежности - случайные величины. 2. Дискретные и непрерывные случайные величины. 3. Относительная частота и вероятность появления событий. 4. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Теорема полной вероятности событий. 5. Критерии согласия Колмогорова и Пирсона.	2	Подготовка мультимедийной презентации	Защита мультимедийной презентаций
30	Тема Особенности проектирования, реконструкции и организации работ ремонтных мастерских хозяйств. <u>Вопросы:</u> 1. Состав, особенности проектирования подразделений мастерской. 2. Типовые проектные решения. 3. Техничко-экономическая оценка ремонтной мастерской.	2	Подготовка мультимедийной презентации	Защита мультимедийной презентаций
32	Тема Научная организация труда и техническое нормирование на ремонтных предприятиях. <u>Вопросы:</u> 1. Научная организация труда. 2. Сущность и задачи технического нормирования. 3. Нормы времени и выработки.	2	Подготовка мультимедийной презентации	Защита мультимедийной презентаций

1.2 Рекомендации по выполнению заданий.

Задания выполняются согласно утвержденному графику.

УСР обучающихся должна отвечать следующим требованиям:

- УСР должна быть выполнена лично студентом или являться самостоятельно выполненной частью коллективной работы;
- УСР должна быть выполнена в установленные преподавателем сроки согласно графику контроля;
- результаты УСР должны быть оформлены в соответствии с установленными в университете требованиями;
- результаты УСР должны демонстрировать достаточную компетентность автора в раскрываемых вопросах;
- результаты УСР должны иметь учебную, научную или практическую направленность и значимость (если это учебно-исследовательская работа).

1.3 Требования к оформлению заданий.

Мультимедийные презентации выполняются в принятых в БарГУ шаблонах (<https://www.barsu.by/rio/umk.php> - под названием «Шаблоны презентаций для электронных учебно-методических комплексов»).

Мультимедийная презентация выполняется в электронном виде в формате PowerPoint. Объем каждой презентации – не менее 10 слайдов (включая список источников).

Основные требования к оформлению мультимедийных презентаций:

Структура мультимедийной презентации	Структура мультимедийной презентации должна быть оформлена со следующими разделами: Титульный лист Оглавление Введение Цели и задачи работы Слайды с текстом Заключение (выводы) Список используемых источников Глоссарий (при необходимости) Приложения (при необходимости)
Содержание титульного листа	На титульном листе должна размещаться следующая информация: Учреждение образование «Барановичский государственный университет» Инженерный факультет Кафедра технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии Тема презентации Номер группы Контактные данные (e-mail, адрес сайта, телефон) студента Ф.И.О. и должность Вашего руководителя (если работа выполнена под чьим то руководством) Год защиты.
Оформление слайдов	Не размещайте на слайдах много текста. Шрифт и рисунки должны хорошо просматриваться с любого места в аудитории. Единый стиль презентации, соответствующий тематике.
Стиль	Соблюдайте единый стиль оформления (на базе одного шаблона). Избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации. Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должна преобла-

	дать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).
Фон	Для фона предпочтительно холодные тона. Будьте осторожны с пёстрыми фонами. Фон не должен напрягать глаза и мешать работе с объектами на слайде.
Использование фона	На одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста. Для фона и текста используйте контрастные цвета. Обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования). Таблица сочетаемости цветов в приложении.
Иллюстрации	Иллюстрации должны быть в одном стиле, одного размера и формата. Не растягивайте небольшие графические файлы, делая их размытыми или искажая пропорции, лучше поищите подходящего размера другие
Анимационные эффекты	Использование анимационных эффектов должно быть оправдано и осторожно. Ничего лишнего и раздражающего. Не присваивайте анимацию к объектам на титульном слайде и к заголовкам. Не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

Основные требования к предоставлению информации мультимедийных презентаций:

Содержание информации	Используйте короткие слова и предложения. Минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных. Заголовки должны быть краткими и привлекать внимание аудитории. В мультимедийных презентациях желательно свести информацию к минимуму, заменив ее схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимациями, фрагментами фильмов.
Расположение информации на странице	Предпочтительно горизонтальное расположение информации. Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Если на слайде располагается картинка, надпись должна располагаться под ней. Материалы располагаются так, чтобы слева, справа, сверху, снизу от края слайда оставались свободные поля.
Способы выделения информации	Следует использовать: рамки; границы, заливку; штриховку, стрелки; рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.
Объем информации	Не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений. Наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
Виды слайдов	Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов: с текстом; с таблицами; с диаграммами.
Заголовок	Точка в конце заголовка и подзаголовках, выключенных отдельной строкой, не ставится. Если заголовок состоит из нескольких предложений, то точка не ставится после последнего из них. Порядковый номер всех видов заголовков, набираемый в одной строке с текстом, должен быть отделен пробелом независимо от того, есть ли после номера точка.
Текст	Шрифт: для заголовков – не менее 24;

	<p>для информации – не менее 18; шрифты без засечек легче читать с большого расстояния (например Arial, Verdana, Times New Roman); нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации; Нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных). Для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание. Не рекомендуется использовать переносы слов. Нужно выверять все слайды на наличие возможных грамматических, пунктуационных и синтаксических ошибок.</p>
Изображение	<p>Каждое изображение должно нести смысл: желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилевого оформления. Необходимо использовать изображения только хорошего качества. Восприятие изображения должны быть четким. Недопустимо в изображениях: искажение пропорций; нарушение тонового и цветового баланса фотоизображений; использование изображений с пониженной резкостью; видимость пикселей на изображении; использование необработанных сканированных изображений; например - изображений с "грязным"(серым, желтым) фоном вместо белого, неконтрастных, размытых и т.п. Иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом, пояснительная надпись преимущественно располагается под рисунком. Изображения лучше помещать левее текста: поскольку мы читаем слева направо, то взгляд зрителя вначале обращается на левую сторону слайда. Сложный рисунок или схему следует выводить постепенно. Не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.</p>
Формула	<p>Формулы в текстовых строках набора научно-технических текстов должны быть отделены от текста на пробел или на двойной пробел. Формулы, следующие в текстовой строке одна за другой, должны быть отделены друг от друга удвоенными пробелами.</p>
Таблица	<p>У каждой таблицы должно быть название, или таким название может служить заголовок слайда. Элементы таблицы и сам текст должны быть хорошо читаемы издалека. Рекомендуется использовать контраст в оформлении шапки и основных данных таблицы.</p>
Диаграммы	<p>У диаграммы должно быть название или таким названием может служить заголовок слайда. Диаграмма должна занимать примерно 50-75% всего слайда. Линии и подписи должны быть хорошо видны. Цвета секторов диаграммы должны быть контрастных цветов.</p>
Звуковая информация	<p>Звуковое сопровождение должно отражать суть или подчеркнуть особенность темы слайда, презентации. Необходимо выбрать оптимальную громкость, чтобы звук был слышен всем слушателям, но не оглушал. Фоновая музыка не должна отвлекать внимание слушателей и заглушать слова докладчика.</p>
Список используемых источников	<p>Соблюдайте авторские права. Обязательно размещайте в презентации ссылки на источники использованных материалов.</p>

Дополнительная литература по оформлению мультимедийной презентации:

1. «MS PowerPoint 2016» Методическое пособие для студентов и преподавателей. Авторский коллектив: и.о.доц., к.ф.-м.н. Урусова И.Р., ст.преп., к.п.н. Сейтеева М.Д., преп. Сандыбаев Ж.С., ст.преп. Нарботоева Н.Т., преп. Близнюк С.П. – Б.: КГЮА, 2018. - 74 с.

2. Якубович Д.А. Разработка учебных презентаций средствами MS PowerPoint: учеб.-метод.пособие / Д.А.Якубович, Е.С.Еропова; Мин-во науки и высшего образования Рос.Федерации, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г.Столетовых». – Владимир: ВлГУ ; Издательство «Шерлок-пресс», 2019. – 64 с.

3. Валгина, Н.С. Теория текста. Учебное пособие / Н.С.Валгина. – М.: Логос, 2003. – 173 с.

1.4. Теоретические вопросы к изучению.

УСР № 1

Количественные показатели надежности

1. Показатели надежности – случайные величины.
2. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.
3. Комплексные показатели надежности.

УСР № 2

Элементы теории вероятности и математической статистики, применяемые в теории надежности

1. Дискретные и непрерывные случайные величины.
2. Относительная частота и вероятность появления событий.
3. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Теорема полной вероятности событий.
4. Критерии согласия Колмогорова и Пирсона.

УСР № 3

Особенности проектирования, реконструкции и организации работ ремонтных мастерских хозяйств

1. Состав, особенности проектирования подразделений мастерской.
2. Типовые проектные решения.
3. Техничко-экономическая оценка ремонтной мастерской.

УСР № 4

Научная организация труда и техническое нормирование на ремонтных предприятиях

1. Научная организация труда.
2. Сущность и задачи технического нормирования.
3. Нормы времени и выработки.

1.5. Список рекомендуемых источников.

Учебный материал

1. Ивашко, В.С. Основы надежности сельскохозяйственной техники: курс лекций / В.С. Ивашко [и др.] — Минск : БГАТУ, 2001. — 146 с.

2. Тарасенко, В. Е. Надежность технических систем : практикум / В. Е. Тарасенко, В. П. Миклуш, А. А. Жешко. – Минск : БГАТУ, 2015. – 204 с.

Учебно-методический материал

3. Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / сост.: В. Е. Тарасенко [и др.]. — Минск : БГАТУ, 2018. — 96 с.

4. Проектирование предприятий технического сервиса: методические указания для выполнения курсового проекта / сост.: М. С. Приказчиков. — Кинель : РИЦ СГСХА, 2010. — 84 с.

2 БЛОК ЗАДАНИЙ

- 2.1. Изучить предлагаемые вопросы по литературным источникам.
- 2.2. Оформить мультимедийную презентацию.
- 2.3. Защитить работу.

Тема 1 Количественные показатели надежности

1.1 Показатели надежности — случайные величины

Надежная работа сельскохозяйственной техники зависит от объективных и субъективных факторов, которые часто находятся в сложной взаимозависимости.

Объективные факторы – воздействия окружающей среды (температура, влажность) и разных процессов (износа, старения, усталости, нагрузки и др.).

Субъективные факторы – те факторы, которые в первую очередь зависят от действий человека: конструкторские решения при проектировании машины, выбора режимов нормальной эксплуатации, организации системы технического обслуживания и ремонта машины.

В результате эксплуатации в различных климатических, дорожных и других условиях сельскохозяйственная техника подвергается не только переменным, но и случайным воздействиям. Зависимость надежности от многочисленных и разнообразных факторов приводит к тому, что появление отказов, а также изменение характеристик надежности носят случайный, стохастический (беспорядочный) характер. Поэтому для анализа и контроля надежности используется теория вероятностей и математическая статистика.

Оценка надежности объектов при помощи математических методов на основании обобщения накопленной статистической информации об их работе в реальных условиях эксплуатации позволяет выявлять вероятностные закономерности и соотношения между случайными факторами, в различной мере влияющими на работоспособность, безотказность и долговечность объектов. Методы исследований надежности основаны на том, что отказ - случайное событие и для его предупреждения необходимо знать физические причины и закономерности его возникновения. Теория вероятностей позволяет изучать массовые явления, т.е. повторяющиеся при многократных испытаниях.

Испытание (опыт) - это практическое создание определенных условий, влияющих на некоторые физические явления. Испытание сопровождается регистрацией результата. Опыт не обязательно должен быть поставлен человеком, он может произойти независимо от него. От человека зависит только решения о наблюдении и те параметры, которые фиксируются.

Событие - это явление, происходящее в результате выполнения определенного комплекса условий, т. е. в результате испытания (опыта). Оно является качественным результатом испытаний.

События подразделяют на достоверные, возможные (случайные), совместные, несовместные, единственно возможные, равновозможные, зависимые и независимые.

Достоверным называется событие, которое в результате данного испытания обязательно произойдет (например, появлении негодной детали в партии забракованных).

Возможным или случайным называют такое событие, которое в процессе испытания может произойти, а может и не произойти (например появление бракованной детали в партии деталей, изготовленных при неустановившемся технологическом процессе). Появление отказов при определенной наработке - случайное событие.

Невозможным называют событие, если в результате испытания оно произойти не может (появление годной детали в партии негодных).

Совместными называют два события, если при испытании появление одного из них не исключает появления другого (например, когда, при контроле бракованной детали проходная и непроходная стороны калибра, «проскакивают»).

Несовместными называют два такие события, когда появление одного из них исключает возможности появления другого (например, при контроле годной детали проходная и непроходная стороны калибра не могут идти «на проход»).

Единственно возможными называют события, когда, при испытании произойдет хотя бы одно из них (например, при контроле деталей единственно возможными событиями будут появление годных и бракованных деталей).

Равновозможными называют несколько возможных событий, появившихся в процессе испытания, и при этом нет основания предполагать, что появление одних возможно появление других (например, при извлечении из партии деталей, содержащей десять пронумерованных бракованных, возможно появление бракованной детали с любым номером).

Независимыми считаются такие события, если появление одних не исключает вероятность появления других (например, независимый отказ).

Полной группой называют количество не совместных событий с которых при одном испытании проявиться хотя бы одно. В случае, когда полная группа складывается с двух событий, такие события называются противоположными.

Событие противоположное данному A , обозначается \bar{A} . Для полной группы событий достаточно иметь два несовместных события A и \bar{A} . Пример противоположных событий - запуск или не запуск двигателя.

Случайная величина – это такая величина, которая в результате опыта может принимать различные значения в определенных пределах. Она может быть непрерывной и дискретной.

При решении практических задач не всегда необходимо полное и подчас весьма сложное описание случайной величины в виде функции распределения. Зачастую достаточно знать ее основные числовые характеристики, выражающие наиболее существенные особенности распределения, такие как математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Математическое ожидание дискретной случайной величины подсчитывается по формуле:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i P_i,$$

т.е. оно равно сумме парных произведений возможных значений случайной величины x_i на соответствующие им вероятности P_i . Для непрерывной случайной величины

$$M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx.$$

Математическое ожидание характеризует центр группирования значений случайной величины.

Дисперсия $D(X)$ характеризует степень рассеивания случайной величины от своего математического ожидания. Для дискретной случайной величины:

$$D(X) = \sum_{i=1}^n [x_i - M(X)]^2 P_i$$

Если непрерывная случайная величина задана функцией плотности вероятности $f(x)$, то дисперсия вычисляется по формуле:

$$D(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} [x - M(X)]^2 f(x) dx$$

Дисперсия имеет размерность квадрата случайной величины. Чтобы привести к однозначности случайную величину и дисперсию, из последней извлекают квадратный корень. Полученная величина называется средним квадратическим отклонением или «стандартом»:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}$$

При обработке результатов испытаний (опытов) может возникнуть необходимость сравнивать различные распределения, а также рассеивание разнородных величин. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение для этих целей используются быть не могут, так как величины будут иметь разную размерность. В качестве отвлеченной меры рассеивания, не зависящей от единиц измерения сравниваемых величин, принимается коэффициент вариации или изменчивости v :

$$v = \frac{\sigma(X)}{M(X)}$$

Он показывает насколько велико рассеивание по сравнению со средним значением случайной величины (математическим ожиданием). Тот из рядов распределения имеет большее рассеивание, у которого больше коэффициент вариации.

1.2 Единичные показатели надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.

Единичные показатели надежности:

- показатели безотказности;
- показатели долговечности;
- показатели ремонтпригодности;
- показатели сохраняемости.

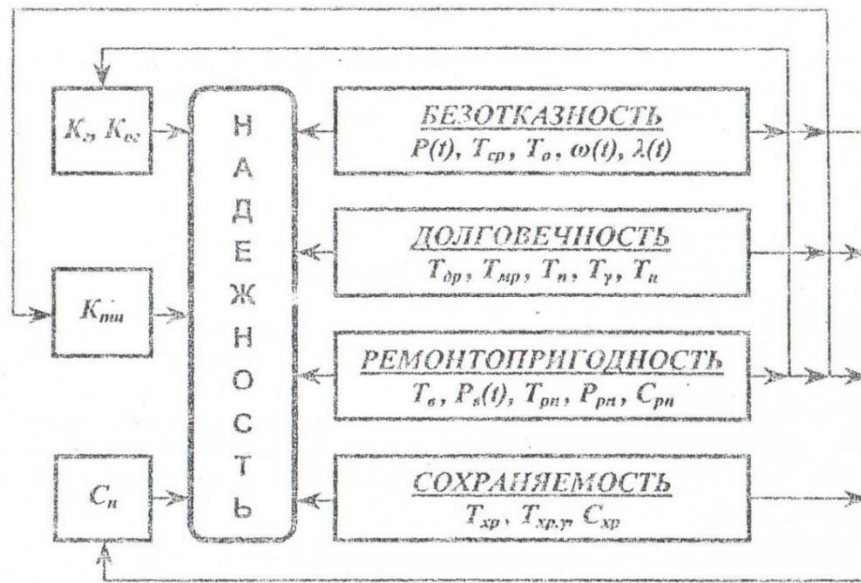


Рисунок 1 — Структура показателей надежности машины

Показатели безотказности.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не возникнет.

$$P(t) = \frac{N - m(t)}{N} = 1 - \frac{m(t)}{N},$$

где N – общее число наблюдаемых объектов;

$m(t)$ – число отказавших объектов до наработки t .

Средняя наработка до отказа T_{cp} – математическое ожидание наработки до первого отказа.

$$T_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{1i},$$

где t_{1i} – наработка на первый отказ i -ого объекта.

Средняя наработка на отказ T_o – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

$$T_o = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_i,$$

где m – суммарное число отказов у N наблюдаемых объектов;

t_i – наработка i -го объекта.

В связи с тем, что характеристика потока отказов не постоянна, величина наработки на отказ зависит от продолжительности периода, в течение которого она определяется.

Параметр потока отказов $\omega(t)$ – отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки.

$$\omega(t) = \frac{m(t + \Delta t) - m(t)}{N\Delta t},$$

где $m(t + \Delta t)$ – суммарное число отказов до наработки $t + \Delta t$;

$m(t)$ – суммарное число отказов до наработки t ;

Δt – величина интервала наработки.

Параметр потока отказов характеризует среднее число отказов в единицу времени или скорость возникновения отказов в рассматриваемый момент времени.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ – показатель надежности невосстанавливаемых изделий, равный отношению среднего числа отказавших в единицу времени (наработки) объектов к числу объектов, оставшихся работоспособными.

$$\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t},$$

где $N(t)$ – число объектов, работоспособных к моменту времени t ;

$N(t + \Delta t)$ – число объектов, работоспособных к моменту времени $(t + \Delta t)$.

По другому интенсивность отказов определяется как условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, при условии, что до этого момента отказ не возник.

Показатели долговечности.

Технический ресурс (сокращенно ресурс) – наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния. Различают:

доремонтный ресурс $T_{др}$ – ресурс до первого капитального ремонта;

межремонтный ресурс $T_{мр}$ – ресурс между смежными капитальными ремонтами;

полный ресурс $T_{п}$ – ресурс до списания.

Срок службы – календарная продолжительность от начала эксплуатации или её возобновления после капитального ремонта до перехода в предельное состояние.

Стандартизованными являются следующие показатели долговечности.

Средний ресурс (срок службы) \bar{T} – математическое ожидание ресурса (срока службы).

Гамма-процентный ресурс (срок службы) T_γ – наработка (календарная продолжительность эксплуатации) объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

Назначенный ресурс (срок службы) T_H – суммарная наработка (календарная продолжительность эксплуатации) объекта, при достижении которой его применение по назначению должно быть прекращено независимо от его состояния.

Показатели ремонтпригодности.

Среднее время восстановления работоспособного состояния T_B – математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния.

$$T_B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{B,i},$$

где $t_{B,i}$ – время восстановления i -го объекта.

Вероятность восстановления работоспособного состояния $P_B(t)$ – вероятность того, что время работоспособного состояния объекта не превысит заданного. Она представляет собой значение функции распределения времени восстановления при $T_B = T_3$, где T_3 – заданное время восстановления.

Кроме того, для оценки ремонтпригодности используют технико-экономические показатели: удельные затраты времени $T_{рп}$, труда $P_{рп}$, и денежных средств $C_{рп}$ на поддержание работоспособности.

$$T_{рп} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_{то,i} + T_{р,i} + T_{о,i}}{T_{др(мр)}},$$

$$P_{рп} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{P_{то,i} + P_{р,i} + P_{о,i}}{T_{др(мр)}},$$

$$C_{рп} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{C_{то,i} + C_{р,i} + C_{о,i}}{T_{др(мр)}},$$

где T_i, P_i, C_i – суммарные затраты времени, труда и денежных средств на проведение технических обслуживаний (индекс «то»), ремонта (индекс «р») и устранения эксплуатационных отказов (индекс «о») за доремонтный (межремонтный) период работы i -ой машины.

Показатели сохраняемости.

Сохраняемость оценивается показателями, аналогичными тем, которые применяются для оценки долговечности.

Средний срок сохраняемости T_{xp} – математическое ожидание срока сохраняемости. Он характеризует среднюю продолжительность хранения объекта в заданных условиях.

Гамма-процентный срок сохраняемости $T_{xp,\gamma}$ – срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

Кроме того, сохраняемость оценивают и средними удельными затратами C_{xp} на хранение объекта.

$$C_{xp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{C_{xp.сум.i}}{T_i},$$

где $C_{xp.сум.i}$ – суммарные затраты на заработную плату, материалы, амортизацию зданий и сооружений машинных дворов при хранении i -ой машины.

1.3 Комплексные показатели надежности

Как уже отмечалось, они характеризуют несколько свойств надежности одновременно.

Коэффициент готовности K_r – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b}.$$

Коэффициент готовности характеризует одновременно безотказность и ремонтпригодность объекта, следовательно, зависит от числа и сложности отказов и приспособленности изделия к их устранению.

Коэффициент оперативной готовности $K_{ог}$ – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

Если вероятность безотказной работы объекта $P(t_p)$ в течение времени t_p не зависит от момента начала работы, то значение коэффициента оперативной готовности определяют по формуле:

$$K_{ог} = K_r P(t)$$

Коэффициент оперативной готовности используется для характеристики надежности техники, применяемой для уборки урожая, кормоприготовительных машин животноводческих комплексов и т.д.

Коэффициент технического использования $K_{\text{ти}}$ – отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и времени простоев, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтном за тот же период.

$$K_{\text{ти}} = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{р}} + t_{\text{о}}},$$

где $t_{\text{сум}}$ – суммарная наработка всех наблюдаемых объектов;

$t_{\text{р}}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых ремонтов всех объектов;

$t_{\text{о}}$ – суммарное время простоев из-за плановых и внеплановых технических обслуживаний всех объектов. Время простоев по организационным причинам здесь не учитывается.

Коэффициент технического использования зависит от трех свойств надежности: безотказности, долговечности и ремонтпригодности. Численно этот коэффициент представляет вероятность того, что в любой произвольно взятый момент машина используется, а не простаивает в ремонте или на обслуживании. Коэффициент технического использования повышается при более четкой организации ремонта и технического обслуживания, при агрегатном методе ремонта, при проведении технических обслуживаний вне периода полевых работ или в нерабочее время, при достаточном наличии материалов и запасных частей.

К комплексным показателям надежности относятся также суммарная и удельная (в расчете на единицу наработки) трудоемкость технического обслуживания и ремонтов, суммарные и удельные затраты на поддержание и восстановление работоспособности за определенный период эксплуатации и др. Наиболее обобщающим показателем надежности является удельная стоимость надежности $C_{\text{н}}$ – это средняя стоимость приобретения, технического обслуживания, ремонта и хранения машины, отнесенная к единице наработки.

$$C_{\text{н}} = C_{\text{м}} + C_{\text{рп}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{хр}}$$

где $C_{\text{м}}$ – удельная стоимость новой машины;

$C_{\text{рп}}$ – удельная стоимость ремонтпригодности;

$C_{\text{пр}}$ – удельная стоимость простоев;

$C_{\text{хр}}$ – удельная стоимость хранения.

Тема 2: Элементы теории вероятности и математической статистики, применяемые в теории надежности

2.1 Дискретные и непрерывные случайные величины

Дискретная случайная величина – это величина, принимающая только отдельные определенные значения, которые можно заранее перечислить (например, число отказов, возникающих в течение какого-либо интервала времени, число неисправных объектов в партии и т.д.).

Рассмотрим случайную величину ξ , возможные значения которой образуют конечную или бесконечную последовательность чисел x_1, x_2, \dots, x_n . Пусть задана функция $p(x)$, значение которой в каждой точке $x=x_i$ ($i=1,2, \dots$) равно вероятности того, что величина ξ примет значение x_i :

$$p(x_i) = P(\xi = x_i)$$

Такая случайная величина ξ называется дискретной (прерывной). Функция $p(x)$ называется законом распределения вероятностей случайной величины, или кратко, законом распределения. Эта функция определена в точках последовательности x_1, x_2, \dots, x_n . Так как в каждом из испытаний случайная величина ξ принимает всегда какое-либо значение из области ее изменения, то:

$$p(x_1) + p(x_2) + \dots + p(x_n) + \dots = 1$$

Кроме дискретных случайных величин, возможные значения которых образуют конечную или бесконечную последовательность чисел, не заполняющих сплошь никакого интервала, часто встречаются случайные величины, возможные значения которых образуют некоторый интервал.

Непрерывная случайная величина – такая, которая в некотором интервале может принимать любое значение (например, скорость изнашивания деталей, уровень зерна в бункере комбайна, время безотказной работы объекта и др.).

Примером такой случайной величины может служить отклонение от номинала некоторого размера детали при правильно налаженном технологическом процессе. Такого рода, случайные величины не могут быть заданы с помощью закона распределения вероятностей $p(x)$. Однако их можно задать с помощью функции распределения вероятностей $F(x)$. Эта функция определяется точно так же, как и в случае дискретной случайной величины:

$$F(x) = P(\xi < x)$$

Таким образом, и здесь функция $F(x)$ определена на всей числовой оси, и ее значение в точке x равно вероятности того, что случайная величина примет значение, меньшее чем x .

2.2 Относительная частота и вероятность появления событий

Вероятность события называется отношение числа случаев, благоприятствующих наступлению данного события, ко всему числу несовместных, единственно возможных и равновозможных вариантов. Она численно характеризует возможность появления (или не появления) события, (отказа).

Вероятность события всегда есть рациональная правильная дробь $0 \leq P(A) \leq 1$ или в процентах $0 \leq P(A) \leq 100 \%$.

Различают математическую (теоретическую) и экспериментальную (статическую) вероятности.

Математическая вероятность события – отношение количества случаев, которые приводят к появлению данного события к общему всех возможных событий.

Математическая вероятность события A определяется формулой:

$$P(A) = \frac{M}{N},$$

где $P(A)$ – математическая вероятность события A ;

M – число случаев, благоприятствующих наступлению события A ;

N – общее число всех возможных событий при испытании (несовместных, вероятных и равновозможных).

Вероятность достоверного события равно единице, невозможного – нулю.

При решении технических задач имеют дело не с достоверными и практическими событиями, а с вероятными и практически невозможными событиями.

Вероятным называют событие, вероятность которого близка к единице, практически невозможным – событие, вероятность которого равна нулю. Данные события в одном опыте (или опробовании) всегда сопровождают друг друга.

При испытании машины на надежность определить математическую вероятность значения показателя надежности сельскохозяйственной техники практически невозможно, поэтому ограничиваются определением статической вероятностью.

Относительная частота (статической вероятностью события), (отказа) называют отношение количества случаев появления события к общему количеству проведенных испытаний.

Статическая вероятность определяется формулой:

$$W(A) = \frac{m}{n} \text{ или } W(A) = \frac{m}{n} \cdot 100\%,$$

где $W(A)$ – вероятность события A ;

m – количество произошедших событий A ;

n – общее количество проведенных опытов.

Пример:

При испытании 50 тракторов в течении 2000 мото-ч проявилось 5 отказов двигателя и 4 отказа коробок передач (КП). Какая статическая вероятность отказа коробки перед и двигателя ща период испытаний.

Рассуждение. Количество появления событий (отказов) КП $m = 4$; общее количество испытаний объектов $n = 50$.

Тогда подставив значение в формулу, определяем $W(A)$:

$$W = \frac{4}{50} = 0,08 \text{ или } 8\% \text{ (коробка передач);}$$

$$W = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ или } 10\% \text{ (двигатель).}$$

Статическая вероятность отказа коробки передач трактора на 2000 мото-ч 0,08 или 8%, а двигателя $5/50=0,1$ или 10%.

2.3 Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Теорема полной вероятности событий.

Сложения вероятностей.

Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий.

Формулы сложения вероятностей

Для несовместных событий:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = \sum_{i=1}^n P(A_i),$$

где $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n)$ – вероятность появления событий A_1 или A_2 или A_n (A_1, A_2, A_n – соответственно несовместимые события);

$P(A_1), P(A_2), P(A_n)$ – вероятности событий A_1, A_2, A_n соответственно.

Для двух совместных событий:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB),$$

где AB – совместные события A и B ;

$P(A + B)$ – вероятность появления события A или события B ;

$P(A), P(B)$ – вероятность появления события A или B , соответственно;

$P(AB)$ – вероятность совместного появления события A и B .

Пример:

В результате испытаний установлено, что вероятность отказа ножного тормоза автомобиля на 100 тыс.км. пробега $P(A) = 0,05$, а вероятность отказа ручного тормоза - $P(B) = 0,01$. Определить вероятность отказа тормозной системы автомобиля $P_{\text{тор}}$.

Рассуждения. Поскольку отказ ножного или ручного тормоза может происходить одновременно, т.е. событие одновременны, то для определения отказа

тормозной системы в целом можно воспользоваться формулой для двух совместных событий.

Подставив значения величин в формулу определяем:

$$P_{\text{тор}} = P(A + B) = 0,05 + 0,01 - 0,05 \cdot 0,01 = 0,0595.$$

Умножения вероятностей.

Вероятность произведения двух событий (совместного появления этих событий) равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого, вычисленную при условии, что первое событие уже наступило.

Вероятность совместного наступления нескольких независимых событий равна произведению вероятностей этих событий, т.е.:

$$P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n) = \prod_{i=1}^n P(A_i)$$

где $P(A_1 A_2 \dots A_n)$ – вероятность совместного проявления событий $A_1, A_2 \dots A_n$ соответственно;

$P(A_i)$ – вероятность события A_i .

Пример:

Вероятность безотказной работы коробки передач трактора составила $P(A_1) = 0,8$, а двигателя $P(A_2) = 0,75$. Определить вероятность безотказной работы трактора $P_{\text{тр}}$.

Рассуждения. При рассмотрении безотказной работы коробки передач и двигателя как независимых друг от друга событий, определяем вероятность безотказной работы трактора по формуле:

$$P_{\text{тр}} = P(A_1)P(A_2) = 0,8 \cdot 0,75 = 0,6$$

Теорема полной вероятности событий.

Пусть некоторое событие A может произойти вместе с одним из несовместных событий, составляющих полную группу событий. Пусть известны вероятности этих событий и условные вероятности наступления события A при наступлении события H_i .

Теорема. Вероятность события A , которое может произойти вместе с одним из событий, равна сумме парных произведений вероятностей каждого из этих событий на соответствующие им условные вероятности наступления события A .

Формула полной вероятности позволяет вычислить вероятность интересующего события A через вероятности его произойти при выполнении гипотез с заданной вероятностью. Формула полной вероятности требуется, когда необходимо узнать вероятность совершения некоторого события, если его совершение зависит от нескольких условий.

Если события H_1, H_2, \dots, H_n образуют полную группу, а событие A происходит в результате появления одного и только одного из событий H_i , то:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(A|H_i)P(H_i)$$

Пример 1: 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?

Решение: Обозначим за событие A – выбранная деталь отличного качества, тогда событие H_i – выбранная деталь изготовлена в i -ом цехе (где $i=1,2,3$).

$$P(H_1) = \frac{10}{40} = \frac{1}{4}$$

$$P(H_2) = \frac{25}{40} = \frac{5}{8}$$

$$P(H_3) = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$$

По условию задачи, вероятности производства продукции отличного качества в каждом цехе:

$$P(A|H_1) = P(A|H_2) = \frac{9}{10}$$

$$P(A|H_3) = \frac{7}{10}$$

Теперь воспользуемся формулой полной вероятности для нахождения искомой вероятности:

$$P(A) = \sum_{i=1}^3 P(A|H_i)P(H_i) = \frac{9}{10} \cdot \frac{1}{4} + \frac{9}{10} \cdot \frac{5}{8} + \frac{7}{10} \cdot \frac{1}{8} = 0,775$$

Пример 2: Имеются 3 одинаковые урны с шарами. В первой их них находится 3 белых и 4 черных шара, во второй – 2 белых и 5 черных, а в третьей – 10 черных шаров. Из случайно выбранной урны наудачу вынут шар. С какой вероятностью он окажется белым?

Решение: Будем считать события H_1, H_2, H_3 выбором урны с соответствующим номером, а событие A – выбором белого шара. По условию задачи все события выбора урны равновероятны, значит:

$$P(H_1) = P(H_2) = P(H_3) = \frac{1}{3}$$

Теперь найдем вероятность события А при выборе каждой урны:

$$P(A|H_1) = \frac{3}{7}, P(A|H_2) = \frac{2}{7}, P(A|H_3) = 0$$

В результате получаем:

$$P(A) = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{7} + \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{7} + \frac{1}{3} \cdot 0 = 0,238$$

2.4 Критерии согласия Колмогорова и Пирсона

Проверка совпадений опытной информации с теоретическим законом распределения осуществляется с помощью критериев согласия. Применительно к показателям надежности сельскохозяйственной техники чаще всего используют критерии согласия Пирсона χ^2 или критерий Колмогорова λ .

Критерий согласия Пирсона χ^2 при большом числе наблюдений сводит ошибки к минимуму, чем выгодно отличается от других критериев согласия. Он представляет собой сумму квадратов отклонений опытных и теоретических частот в каждом интервале статического ряда информации:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n_y} \frac{(m_{on_i} - m_{t_i})^2}{m_{t_i}},$$

где n_y – число интервалов в укрупненном статическом ряду;

m_{on_i} – опытная частота в i -ом интервале статического ряда;

m_{t_i} – теоретическая частота в i -ом интервале.

Теоретическая частота (количество точек информации) в i -ом интервале для любого закона распределения определяется по формуле:

$$m_{t_i} = N[F(t_{k_i}) - F(t_{н_i})]$$

или:

$$m_{t_i} = N A f(t_{c_i}),$$

где N – число всех точек информации;

$F(t_{k_i})$ и $F(t_{н_i})$ – интегральные функции соответственно в конце и начале i -го интервала значений показателя надежности;

A – ширина i -го интервала;

$f(t_{c_i})$ – значение дифференциальной функции, соответствующее середине i -го интервала.

Перед определением критерия χ^2 составляют укрупненный статический ряд, соблюдая правило: $n_y \geq 4, m_{on_i} \geq 5$. При этом объединяются те интервалы, у которых $m_{on_i} < 5$.

После нахождения χ^2 определяют число степеней свободы:

$$r = n_y - k,$$

где n_y – число интервалов укрупненного статического ряда;

k – число обязательных связей (ЗНР и ЗРВ $k = 3$).

В строке таблицы Пирсона, равной числу степеней свободы r , находят рассчитанное значение χ^2 и по нему в верхней строке таблицы определяют вероятность согласия $P(\chi^2)$. Если $P(\chi^2) < 0,1$ (или 10%), выбранный для выравнивания теоретический закон распределения следует считать непригодным.

Критерий согласия Колмогорова λ определяется из выражения:

$$\lambda = D_{max} \sqrt{N},$$

где:

$$D_{max} = |F_{on_i} - F(t_{k_i})|_{max}$$

По значению λ в таблице Колмогорова находят вероятность согласия $P(\lambda)$. Если вероятность согласия $P(\lambda) < 0,05$, то выбранный закон следует считать непригодным для выравнивания опытной информации.

Тема 3: Особенности проектирования, реконструкции и организации работ ремонтных мастерских хозяйств

3.1 Состав, особенности проектирования подразделений мастерской

Важнейшими задачами развития ремонтно-обслуживающих предприятий сельского хозяйства являются: внедрение высокоэффективного оборудования, новых прогрессивных технологических процессов, резкое улучшение использования производственных площадей и основных фондов, разработка новых прогрессивных систем организации ремонта машин и оборудования, обеспечивающих высокую рентабельность предприятия, увеличение межремонтного периода и снижение себестоимости ремонтных работ. Эти задачи должны лежать в основе проектирования и реконструкции существующих ремонтных предприятий.

Проектирование ремонтной мастерской начинается с определения объема работа выполняемой в данной мастерской. Исходя из количества единиц техники проектируется генеральный план ремонтно-обслуживающей базы.

При проектировании схемы генерального плана ремонтно-обслуживающей базы хозяйства необходимо обосновать состав зданий и сооружений, выполнить расчет площадей складских помещений и площадок, определить технико-экономические показатели генерального плана. Ремонтно-обслуживающая база хозяйства – это комплекс построек, сооружений и площадок, оснащенных необходимым оборудованием для технического обслуживания, ремонта и хранения тракторов, автомобилей, комбайнов и сельскохозяйственных машин, необходимых материалов, запасных частей, обменного фонда агрегатов и топливо-смазочных материалов.

3.2 Типовые проектные решения

При создании или реконструкции РОБ следует руководствоваться типовыми материалами для проектирования (ТМИ) 816-01-201.90, в которых разработаны схемы планировок баз трех типов.

Тип А – для коллективных хозяйств с парком 75, 100, 150 и 200 тракторов, в которых кроме РОБ на центральной усадьбе во всех производственных подразделениях предусмотрены собственные базы для размещения и обслуживания закрепленных машин.

Тип Б – для хозяйств с парком 50, 75 и 100 тракторов, в которых на центральной усадьбе базируется техника одного из производственных подразделений.

Тип В – для хозяйств с парком 25, 50 и 75 тракторов, в которых весь машинно-тракторный парк базируется на одной (центральной) усадьбе.

В схемах планировок РОБ предусматривают здания и сооружения по действующим типовым проектам. Ремонтно-обслуживающие базы всех типов разбиты по технологическим секторам, что дает возможность их поэтапного строительства.

Очередность строительства секторов определяется исходя из производственной необходимости, финансовой возможности, наличия строительных конструкций и т. п. Основными секторами РОБ являются: - сектор технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники и межсменного хранения машин; - сектор

стоянки и технического обслуживания автомобильного транспорта; - сектор длительного хранения машин или машинный двор; - сектор хранения и выдачи нефтепродуктов с постами заправки машин. Кроме технологических секторов предусматриваются также служебные и бытовые здания (административно-бытовой сектор), где размещают комнату отдыха, гардероб, санузлы, источники тепло-, водо- и электроснабжения, зону отдыха и др. Состав инженерно-технических объектов РОБ, обеспечивающих работоспособное состояние сельскохозяйственной техники и сохранность ее в нерабочий период, зависит от количества машин в хозяйстве и закрепления их за производственными участками (подразделениями).

Каждый тип РОБ центральной усадьбы предусматривает различные способы и средства хранения машин.

На базах типа А на машинном дворе хранят только длительно используемые тракторы, автомобили, зерноуборочные комбайны и другие сложные сельскохозяйственные машины, а также новые машины и оборудование, поступившие в хозяйство, до их передачи подразделениям и машины, ожидающие ремонта. Простые 50 сельскохозяйственные машины и орудия (плуги, культиваторы, лушильники, бороны, сеялки и др.) хранят на РОБ подразделений. Для хранения сложной техники на машинном дворе должно быть предусмотрено необходимое количество закрытых стоянок.

На машинном дворе базы типа Б кроме сложных машин устанавливают на межсезонное (длительное) хранение всю технику одного подразделения. Поэтому для хранения должны быть предусмотрены дополнительно площадки с твердым покрытием.

Если вся сельскохозяйственная техника на длительное хранение устанавливается на машинном дворе центральной усадьбы (тип базы В), при разработке схемы генерального плана необходимо предусмотреть больше площадок с твердым покрытием и стоянок для размещения машин.

После выбора типа базы приступают к компоновочному плану центральной ремонтной мастерской.

При обосновании варианта компоновочного плана определяют ширину и длину здания. Ширина здания ремонтной мастерской принимается исходя из стандартных пролетов, ширина которых равна 6, 12, 18, 24 и 30 м. Например, приняв в центральной части пролет 18 м для размещения ремонтно-монтажного участка, на который будет заезжать техника, и пролет 6 м для размещения производственных участков (слева или справа от центрального пролета), получим суммарную ширину здания 24 м. Тогда длина здания будет равна частному от деления суммарной площади ремонтной мастерской на принятую ширину (24 м). Полученную длину корректируют в большую или меньшую сторону, принимая условие, что длина должна быть кратной 12 м. Например, суммарная площадь ремонтной мастерской по расчету равна 984 м², ширина здания – 24 м. Длину определяем как $984 / 24 = 41$ м. Определяется кратность: $41 / 12 = 3,4$. При кратности 3 длина здания составит 36 м, при кратности 4 – 48 м.

Затем приступают к составлению компоновочного плана. Производственные и некоторые вспомогательные помещения (кладовые, склады комплекточные, компрессорная, вентиляционные камеры и др.) по возможности размещают в одном здании.

Строительство общего корпуса удешевляет стоимость предприятия и одновременно сокращает грузовые потоки, а следовательно, облегчает производственные взаимосвязи между отдельными подразделениями.

Расположение административных и бытовых помещений также может быть предусмотрено в общем производственном корпусе или в отдельном административно-бытовом здании.

На первом этапе разработки анализируют различные варианты компоновки, добиваясь наиболее удобных производственных взаимосвязей между участками. При размещении участков в производственном здании необходимо учитывать следующие требования:

- ремонтируемые агрегаты и громоздкие детали должны перемещаться по кратчайшему пути;

- участки по ремонту сборочных единиц располагают таким образом, чтобы взаимосвязь их с участками разборки и сборки соответствовала ходу технологического процесса и направлению основного грузопотока;

- тепловые участки (кузнечно-сварочный, медницко-радиаторный, термический, полимерный, аккумуляторный, обкатки и испытания двигателей) рекомендуется располагать у наружных стен и изолировать от других огнестойкими перегородками;

- мотороремонтный участок целесообразно располагать рядом с участком обкатки и испытания двигателей; - участки с легковоспламеняющимися материалами (обойный, окрасочный, ремонта топливной аппаратуры и др.) не допускается размещать вблизи тепловых участков;

- необходимо изолировать участки с вредными выделениями и шумами (гальванические, полимерные, аккумуляторные, испытательные) согласно санитарно-гигиеническим требованиям.

Здания ремонтных мастерских для хозяйств проектируют одноэтажными, чаще всего со встроенным вторым этажом, где размещаются административные и бытовые помещения, венткамеры и электрощитовые. В некоторых типовых проектах к одноэтажному двухпролетному производственному корпусу пристраивают двухэтажный административно-бытовой корпус.

3.3 Технико-экономическая оценка ремонтной мастерской

Полная смета расходов определяется по формуле:

$$C_c = P_3 + H_p,$$

где P_3 – прямые затраты, руб.;

H_p – накладные расходы, руб.

Прямые затраты определяются:

$$P_3 = Z_{np} + C_{зч} + C_{рм},$$

где Z_{np} – заработная плата производственным рабочим, руб.;

$C_{зч}$ – стоимость запасных частей, руб.;

$C_{рм}$ – стоимость ремонтных материалов, руб.

Основная заработная плата:

$$Z_{np} = Z_o + Z_{omn} + Z_n + Z_d,$$

где Z_o – основная заработная плата, руб.;

Z_{omn} – оплата отпуска (8,5% от Z_o) руб.,

Z_n – начисления на основную заработную плату (26 % от Z_o и Z_{omn}), руб.,

Z_d – дополнительная заработная плата (20 % от суммы Z_o , Z_{omn} , Z_n), руб.

$$Z_o = t_n C_u K_t,$$

где t_n – плановая годовая норма времени на выполнение всего объема работ ремонтного предприятия, численно равна величине общей трудоемкости работ, ч.;

C_u – часовая ставка исчисляемая по среднему разряду, руб.;

K_t – коэффициент, учитывающий доплату к основной заработной плате за сверхурочные работы, равный 1,025...1,03.

Стоимость запасных частей $C_{зч}$ и ремонтных материалов $C_{рм}$ могут быть определены в процентном отношении к заработной плате производственных рабочих:

$$C_{зч} = (3...3,5) Z_{np},$$

$$C_{рм} = (0,17...0,2) Z_{np}$$

Накладные расходы определяются:

$$H_p = (1,5...1,7) Z_{np},$$

Рассчитывается себестоимость ремонта единицы продукции:

$$C_z = C_{\text{с}} / N_{yз},$$

Для определения технико-экономических показателей работы мастерской подсчитываются основные производственные фонды:

$$C_{оф} = C_{зд} + C_{об} + C_{ин},$$

где $C_{зд}$ и $C_{об}$ – соответственно стоимости производственного здания и производственного оборудования, руб.;

$C_{ин}$ – стоимость приборов, приспособлений, инструмента, руб.

$$C_{зд} = C_{зд}^I F_n,$$

где $C_{зд}^I$ – стоимость строительства здания, отнесенная к 1 м² производственной площади, руб.

F_n – производственная площадь, м².

$$C_{об} = C_{об}^I F_n,$$

где $C_{об}^I$ – стоимость оборудования, отнесенная к 1 м² производственной площади мастерской, руб.

$$C_{nu} = C_{nu}^1 F_n,$$

где C_{nu}^1 – стоимость приборов, приспособлений, инструмента отнесенная к 1 м² производственной площади мастерской, руб.

Сумма прибыли определяется по формуле:

$$П = (C_{np} - C_3) N_{уч},$$

где C_{np} – прейскурантная цена, руб.

Показатель прибыльности:

$$П_n = П / C_{оф} + C_{об}$$

Уровень рентабельности, % – характеризует степень использования фондов предприятия:

$$П_p = П / C_3 + C_c * 100 \%$$

Производительность труда, руб/чел:

$$B = C_3 N_{yз} / P,$$

где P – численность ремонтных рабочих, чел.

$$P = M_{произв} + M_{вспом.}$$

Коэффициент фондоотдачи:

$$K_{ф} = C_3 N_{yз} / C_{оф}$$

Срок окупаемости капитальных вложений – характеризует время, в течение которого окупаются вкладываемые в новое строительство или реконструкцию капитальные затраты, лет:

$$\underline{O_{н}} = C_{оф} / П.$$

Тема 4: Научная организация труда и техническое нормирование на ремонтных предприятиях

4.1 Научная организация труда

Научная организация труда (НОТ) на ремонтном предприятии — это комплекс научно обоснованных мероприятий, направленных на совершенствование существующей организации и обслуживания рабочих постов и участков; создание благоприятных условий труда и отдыха рабочих, а также упорядочения нормирования и оплаты их труда; развитие творческой активности, инициативы, рационализации и изобретательства у рабочих и персонала предприятий.

Комплексная система управления качеством на ремонтных предприятиях способствует научной организации труда и является ее составной частью.

Аппарат НОТ состоит из совета и творческих бригад. Руководство работой НОТ в мастерских сельхозтехники или хозяйства возлагаются на главного инженера, а на заводах — на главного инженера или главного технолога. В совет входят: инженеры, экономисты, мастера, рабочие и представители общественности. Совет осуществляет общее руководство по НОТ, определяет основные направления, рассматривает и утверждает планы и готовит рекомендации по совершенствованию производственной работы. Члены совета участвуют в организации и проведении работы по НОТ в качестве ответственных руководителей творческих бригад. Непосредственными исполнителями являются члены творческих бригад, организуемых в цехах, отделениях из числа передовых рабочих и инженерно-технических работников.

При анализе состояния нормирования выявляют качество действующих расчетных и типовых норм, степень их прогрессивности с точки зрения, используемого оборудования, инструмента и приспособлений; процент технически обоснованных норм в общих трудовых затратах; производительность труда в целом по отделению и по каждому посту. Одновременно выявляются причины невыполнения норм выработки. На основе анализа даются рекомендации.

Анализ условий труда и отдыха. Проводится с целью создания работниками предприятия благоприятной обстановки для работы и отдыха. Изучению при анализе подлежат: микроклимат помещения (температура и относительная влажность); естественная и искусственная освещенность цеха, отделения, рабочего места; окраска помещений и оборудования; загрязненность воздуха в помещении пылью, парами, токсическими газами; производственные шумы и вибрация; культура труда и отдыха.

При изучении и анализе физиологических условий труда на рабочих местах выявляют: зону обзора, досягаемости, удобства позы, затрату физических усилий, темп и ритм производства, монотонность работ и т. д. При изучении и анализе санитарно-гигиенических условий труда выявляют обеспеченность ремонтных мастерских и предприятий спецодеждой и спецобувью, питьевой водой, душевыми, туалетами, аптечками, комнатами отдыха, буфетами, столовыми и т. п.

Анализ организации и обслуживания рабочих постов. При анализе проверяют: оснащенность рабочего места оборудованием, приспособлениями, инструментом, подъемно-транспортными средствами, технической документацией; пла-

нировку рабочего места с точки зрения размещения оборудования, инструмента и приспособлений, влияющую на удобство и безопасность выполнения работ; расстановку оборудования в соответствии с нормами; соответствие выполняемой работы запланированному технологическому процессу; организацию работ с точки зрения обслуживания рабочего места; подготовку производства; разделение труда между основными и вспомогательными рабочими; организацию рабочих мест ИТР и служащих.

Творческая активность и инициатива работников ремонтных предприятий выражается:

- в рационализации и изобретательстве. При этом особое внимание обращают на соответствие тематики профилю данного ремонтного предприятия, число и содержание поступающих предложений, экономическую эффективность от внедрения предложений;

- в проведении социалистического соревнования. При этом выявляют: число работников, участвующих в нем; гласность, своевременность проверки и подведения итогов; число человек и бригад коммунистического труда;

- в соблюдении производственной трудовой дисциплины. При этом выявляют число прогулов и опозданий; текучесть кадров разных категорий работников и ее причины; меры, принимаемые по укреплению дисциплины;

- в повышении культурно-технического уровня работников предприятия. При этом изучают существующие и намечают новые формы работы по повышению образования, квалификации и технических знаний рабочих, ИТР и служащих ремонтного предприятия.

Экономическую эффективность от внедрения НОТ определяют по трудовым затратам (уменьшение трудоемкости ремонта), по затратам сырья, материалов, топлива, электроэнергии и др.

Однако эффективность ряда мероприятий по НОТ нельзя оценить количественной величиной (рубли, чел.-ч). Это относится к мероприятиям по улучшению условий труда (микроклимат, освещенность, устранение шумов, вибраций), к соцсоревнованию и др. Но улучшение показателей условий труда, отдыха и других значительно повышает производительность труда.

4.2 Сущность и задачи технического нормирования

Основная задача технического нормирования труда состоит в том, чтобы правильно определить общественно необходимые затраты рабочего времени на производство определенной продукции или на выполнение работы определенного вида. Такие установленные затраты времени, приходящиеся на единицу выполняемой работы, называются технической нормой времени.

Чем меньше тратится времени на единицу работы, тем больше такой работы будет совершено за единицу времени. Например, если токарь на точение детали затрачивает 15 мин, то за час он сделает четыре таких детали, если же будет тратить на деталь 12 мин, то за час сделает пять деталей. По этому наряду с понятием нормы времени на практике широко применяется понятие нормы выработки.

Нормой выработки называется то количество работы (операций, деталей, разобранных узлов, собранных агрегатов и т. п.), которое рабочий или бригада рабочих должны сделать в единицу времени— за 1 мин, 1 ч, за 1 смену.

На величину нормы времени (выработки) влияет целый ряд производственных факторов. К ним относится степень механизации и автоматизации процессов труда, роль рабочего в выполнении конкретной операции, вид и качество исходных материалов, деталей и сырья, состояние и технический уровень орудий труда, принятая на данном производстве технология восстановления (изготовления) продукции, массовость производства, приемы работы, планировка рабочего места и обеспечение его всем необходимым, производственная эстетика в цехах, участках, мастерских.

Норма времени (выработки) служит основой для оплаты труда рабочих, калькуляции себестоимости восстановления (изготовления) детали и изделия. На основе норм времени рассчитывают длительность производственного цикла, необходимое количество рабочих, оборудования и инструментов, определяют производственную мощность цехов, отделений и участков, производят все планирование производства.

Отсюда вытекает необходимость перед установлением нормы времени провести соответствующую подготовку, обеспечивающую наиболее экономное выполнение нормируемой работы. Прежде всего должна быть разработана наиболее рациональная в условиях данного производства технология восстановления (изготовления, сборки) детали, узла, агрегата и т. д. Технологией устанавливаются наиболее оптимальные режимы работы. Рабочая машина (агрегат, станок, стенд) и приспособления, а также инструмент должны быть исправными, в нормальном эксплуатационном состоянии.

Далее должна быть предусмотрена рациональная организация рабочего места и обеспечение работника чертежами, инструментом, материалами, заготовками в соответствии с требованиями научной организации труда. Выполнение работы должно поручаться рабочему соответствующей квалификации.

В норму времени не должны включаться непроизводительные затраты рабочего времени, которые допускаются как из-за неполадок и организационных неувязок на производстве, так и по вине самого работника. К числу таких непроизводительных затрат рабочего времени относятся, например: остановка работы из-за перерывов подачи электроэнергии; задержки в доставке инструментов, материалов, ремонтируемых деталей; несвоевременная выдача нарядов на работу и приемка выполненной работы; хождение рабочего за контролером, наладчиком оборудования; исправление брака; опоздание или преждевременный уход с работы и т. п.

Научно-технический прогресс приводит к тому, что производственные условия и возможности на каждом предприятии с течением времени изменяются. В цехах появляются новые станки, агрегаты, инструмент и приспособления, материалы, внедряются новые совершенные технологические процессы, повышается квалификация и уровень знаний работников, совершенствуется организация производства. Все это вызывает необходимость для нормировщиков, мастеров, начальников смен, участков, цехов, механиков по ремонту и других работников постоянно изучать трудовые процессы, выявлять влияние этих изменений на затраты рабочего времени для определенных работ и операций.

По мере снижения этих затрат нормы времени периодически пересматриваются и корректируются, взамен устаревших вводятся новые.

За одно и то же рабочее время разные работники, имеющие одинаковую квалификацию и опыт и выполняющие аналогичную работу, как правило, производят разное количество продукции, т. е. обладают разной индивидуальной способностью (производительностью). Вновь устанавливаемые нормы времени должны быть меньше средних показателей фактических затрат времени на ремонт или производство данного вида работы на конкретном предприятии, но выше минимальных затрат времени на эти работы, достигнутых передовыми рабочими.

Основное время — это время, в течение которого в результате механической обработки, сварки,ковки, термообработки производится изменение геометрической формы, размеров, структуры, внутренних свойств и внешнего вида изделий или меняется взаимное расположение узлов и деталей сложных изделий при сборке и; разборке. Если этот процесс осуществляется соответствующей машиной, агрегатом или аппаратом без непосредственного участия рабочего, то такое время называется машинным. Если же рабочий процесс совершается машиной или механизмом при непосредственном управлении инструментом или перемещении изделия рукой рабочего, то это время называется машинно-ручным. И, наконец, основное время может быть ручным, если рабочий процесс осуществляется вручную без применения каких-либо механизмов, например, слесарные работы: опилование, шабрение, выпрессовка и т. п.

Вспомогательное время — это время, затрачиваемое рабочими на различные вспомогательные действия, без которых невозможен основной процесс работы и которые повторяются с каждой обрабатываемой деталью, разборкой, сборкой узла или в определенной последовательности. Во вспомогательное время входит: время управления станком (стендом, агрегатом) — пуск в ход, остановка, перемена скорости и подачи; время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента, детали, узла, загрузку и выгрузку предметов труда из оборудования, их перемещение в пределах рабочей зоны; время на промеры деталей (взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т. д.) и на другой контроль изделий; время на переход (управление станком при переходе на обработку другой поверхности, поворот узла на стенде и т. п.).

Следует, насколько это возможно, некоторые вспомогательные действия выполнять во время автоматической работы оборудования и, таким образом, часть вспомогательного времени перекрывать машинным временем. Эта часть вспомогательного времени называется перекрываемым временем в отличие от стальной части, которая называется неперекрываемым временем. Перекрываемое время в норму времени не включается.

Дополнительным называется время, затрачиваемое на организационно-техническое обслуживание рабочего места, отдых и физические потребности рабочего.

Организационно-техническое обслуживание включает в себя уход за рабочим местом и оборудованием в течение смены — очистку, смазку, регулировку и опробование оборудования; раскладку и уборку приспособлений и инструмента.

Как правило, дополнительное время устанавливается суммарно в процентах к оперативному времени.

Подготовительно-заключительное время — это время, которое рабочий затрачивает на первоначальное ознакомление с работой и чтение чертежа, получение наряда, на подготовку рабочего места, настройку оборудования, приспособлений и инструментов для обработки заданной партии изделий, а также сдачу обработанных изделий и чертежей, снятие инструмента и приспособлений по окончании обработки данной партии изделий.

Подготовительно-заключительное время не входит в норму штучного времени и нормируют его отдельно, так как это время затрачивается один раз на всю партию одинаковых изделий, а его величина не зависит от размера партии.

В серийном и единичном производствах, к которым чаще всего относятся ремонтно-механические предприятия автотранспортного хозяйства, подготовительно-заключительное время включают в норму времени в той доле, в какой оно приходится на единицу продукции; (работы).

Очевидно, чем крупнее партия изделий, тем меньше норма штучно-калькуляционного времени. Следовательно, один из экономических резервов производства состоит в увеличении серийности выпуска или ремонта однотипных машин.

Опытно-статистический метод заключается в том, что норму времени устанавливает нормировщик, мастер или технолог, исходя из своего личного опыта работы и знания данного производства, либо на основе статистических данных производства на этом, предприятии или нескольких одинаковых предприятиях. Опытно-статистические нормы отличаются недостаточной точностью, нередко в скрытой форме содержат невыявленные непроизводительные-затраты времени и недостаточно стимулируют развитие производства. Тем не менее такое нормирование применяется довольно часто, особенно в единичном и мелкосерийном производстве, к которому относятся многие предприятия дорожного хозяйства. Связано это с тем, что на таком производстве рабочий часто перестраивается на другую работу, каждый раз по-особому приспособляется к выполнению операции. Отсюда следует, что нормирование труда на таком производстве требует высокой квалификации нормировщика и хороших знаний нормирования труда мастером участка.

Метод сравнения (аналоговый) состоит в том, что норму времени устанавливают путем сравнения данной работы с аналогичной (похожей) работой, выполнявшейся ранее на данном или другом предприятии. Основой таких норм служат нормы, установленные на аналогичную работу одним из существующих методов нормирования.

Следовательно, качество (точность) этих норм целиком зависит «от качества исходных данных — аналогов».

Аналитические (поэлементные) методы нормирования заключаются в том, что производственный процесс расчленяется на составляющие элементы и на каждый элемент определяют затраты времени с высокой точностью. Норма времени на весь процесс определяется как сумма этих составляющих. Такое нормирование позволяет создать научно(технически) обоснованные нормы времени.

Разновидностями аналитического нормирования являются аналитически-расчетный и аналитически-исследовательский методы.

Аналитически-расчетный метод использует расчеты по точным математическим формулам для определения основного машинного времени. Затраты вспомогательного, дополнительного и подготовительно-заключительного времени опре-

деляются экспериментально. При этом режимы работы оборудования и движения рабочего должны быть технологически и научно обоснованными.

Аналитически-исследовательский метод заключается в глубоком изучении трудового процесса и расчленении его на отдельные элементы, причем должна быть проведена работа по научной организации труда на рабочих местах. Затем проводятся замеры времени выполнения этих элементов работы. Сумма полученных отрезков времени дает общую норму времени на всю операцию в целом. Этот метод чаще всего применяется при нормировании ручных работ, например, слесарных, слесарно-сборочных и др.

Метод нормирования по укрупненным, типовым и единым нормативам заключается в том, что норму времени устанавливают по научным нормативам, разработанным на основе аналитических методов. Такие нормативы разрабатываются научно-исследовательским институтом труда (НИИТом), а нередко и на самом предприятии с учетом своих производственных возможностей и особенностей.

Данные научно-технических расчетов и исследований сведены в таблицы (карты). Задача нормировщика предприятия состоит в том, чтобы, пользуясь чертежом детали, подлежащей обработке, и утвержденной на предприятии технологией, а также примерами, приведенными в таблицах, подобрать соответствующий аналог, а затем в свою нормативно-расчетную таблицу (ее форма предусмотрена картой НИИТа) выписать пооперационные нормы из соответствующих карт. Сумма этих пооперационных норм времени даст норму времени на весь процесс обработки детали.

Качество норм, установленных по этому методу, соответствует требованиям научно-технического нормирования труда, трудоемкость нормирования значительно сокращается, нормировщик освобождается от большого объема технических работ.

При введении новых станков, другого оборудования и приспособлений, внедрении более современной технологии и организации производства, способствующих росту производительности труда, типовые нормы, принятые на предприятии, должны заменяться новыми, более прогрессивными.

Средствами аналитических методов нормирования являются фотография рабочего дня и хронометраж. Кроме того, фотография и хронометраж должны периодически проводиться на производстве при любых принятых методах нормирования в целях выявления причин потерь времени исполнителя и оборудования, изучения передового опыта, выявления резервов производства.

Фотография рабочего дня — это учет всех без исключения видов затрат рабочего времени рабочим (бригадой) в течение длительного периода при установившемся производстве, например, за несколько смен, смену или ее значительную часть. Учет времени проводят заполнением специального наблюдательного листа.

Разновидностью фотографии рабочего дня является самофотография, выполняемая самим работником. Ее цель — получение обоснованных предложений, направленных на устранение потерь рабочего времени и повышение производительности труда.

Хронометраж применяется для изучения и измерения затрат времени на выполнение всех операций и ее отдельных циклически повторяющихся элементов. Основное назначение хронометража — сбор исходных данных для разработки

нормативов основного и вспомогательного времени и прежде всего ручного и машинно-ручного. Нередко хронометраж применяют для изучения передовых приемов и методов труда в целях их распространения.

Для получения достоверных данных с помощью хронометража нельзя ограничиваться одним наблюдением; напротив, должен быть осуществлен целый ряд наблюдений — так называемый хроноряд.

Комбинированным способом наблюдения является фот о хронометраж, который состоит в том, что наблюдение начинают и проводят аналогично фотографии рабочего дня, а в те периоды, когда рабочий выполняет оперативную работу, наблюдение ведут способом хронометража.

4.3 Нормы времени и выработки

В методических рекомендациях по установлению норм и нормативов для нормирования труда рабочих, утвержденных постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 26.11.2004 № 134, даны следующие определения норм времени и выработки:

– норма времени — это величина затрат рабочего времени, установленная для выполнения единицы работы одним работником или группой работников соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях;

– норма выработки — это установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников соответствующей квалификации обязаны выполнить (изготовить, перевезти) в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических условиях.

Норма времени на изготовление единицы продукции или выполнения единицы работы (H_B) состоит из следующих категорий затрат рабочего времени:

$$H_B = t_{оп} + t_{обс} + t_{отл} + t_{пт} + t_{пз},$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, которое включает основное (t_o) и вспомогательное (t_B) время;

$t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места, которое включает время технического ($t_{тех}$) и организационного обслуживания ($t_{орг}$) рабочего места;

$t_{отл}$ – время на отдых и личные надобности;

$t_{пт}$ – время неустраняемых перерывов, обусловленных технологией и организацией трудового процесса;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время.

Между нормой времени и нормой выработки ($H_{выр}$) существует обратная связь:

$$H_{выр} = 1/H_B.$$

3 КОНТРОЛЬНЫЙ БЛОК

3.1 Перечень контрольных мероприятий.

Контрольные мероприятия включают проверку преподавателем презентации в срок до начала зачетной недели

3.2 Форма контроля знаний.

Проверка подготовленной мультимедийной презентаций (с их устной защитой) производится с выставлением отметки по 10-балльной шкале.

Результаты УСР учитываются при промежуточной аттестации обучающегося.

Критерии оценивания «Мультимедийной презентации»

Критерии оценивания	Количество баллов (1-5)
Оценка структуры презентации: слайд «Титульный лист»: название учебного заведения факультет; название дисциплины; название темы презентации (соответствие темы программе учебного предмета, раздела); группа студента; Ф.И.О. студента; контактные данные (e-mail, адрес сайта, телефон) студента; Ф.И.О. и должность Вашего руководителя (если работа выполнена под чьим то руководством); год защиты. слайд «Введение», «Цели и задачи работы»; слайды «Основная часть (обычно содержит несколько подразделов)»; слайд «Заключение» или «Выводы».	
Оценка основных элементов управления: кнопки перехода из оглавления на начало тем; кнопки перехода со слайда на слайд вперед и назад; кнопка возврата в оглавление; кнопка вызова подсказки; кнопка перехода в словарь терминов; гиперссылки для вывода на экран иллюстраций, таблиц, графиков и пр.	
Оценка стиля оформления: соблюдение единого стиля оформления; избегание стилей, которые отвлекают от самой презентации; вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями); для фона предпочтительны холодные тона; использование на одном слайде не более 3-х цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста; использование разных типов слайдов по необходимости: текстовые, изображения, схемы.	
Оправданность использования графических (графики, таблицы) и анимационных элементов (картинки): читаемость слайдов; контраст фон-текст;	

Критерии оценивания	Количество баллов (1-5)
незагруженность слайдов.	
Оценка оформления шрифта: для заголовков не менее 24; для информации не менее 18; смешивать разные типы шрифтов в одной презентации нельзя; для выделения информации использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание; злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных) нельзя.	
Использование дополнительных эффектов (смена слайдов, звук, графики)	
Соблюдение принципов оформления: лаконичности: размещение на слайде только необходимых, существенных информационных объектов в сжатом виде с сохранением максимальной информативности; структурности: оформление структуры информационного объекта в четкой, легко запоминающейся форме, отражающей его характер; обобщения: графические информационные объекты следует не дробить излишне, исключать из них элементы, обозначающие несущественные детали; унификации: оформление информационных объектов в едином графическом и цветовом решении в пределах всей презентации.	
Оценка содержания информации: текст носит тезисный характер; используются короткие слова и предложения; минимизировано количество предлогов, наречий, прилагательных; заголовки привлекают внимание аудитории; достоверная информация об исторических справках и текущих событиях; все заключения подтверждены достоверными источниками; язык изложения материала понятен аудитории; актуальность, точность и полезность содержания; обращение к источникам; логика построения презентации; яркий финал; язык понятен аудитории; техническая чистота (форматирование текста, отсутствие графических, стилистических, грамматических ошибок).	
Оценка эффекта презентации: общее впечатление от просмотра презентации.	
Защита проекта: умение раскрыть тему; форма представления (творческий подход); умение отвечать на вопросы: лаконичность и аргументированность; соответствие регламенту (10 минут).	

Оценивание презентации

Количество набранных баллов	Оценка
От 20 баллов до 27 баллов	8-10
От 15 баллов до 19 баллов	5-7
От 8 до 14 баллов	3-4
От 7 баллов	1-2