

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН



ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТИИИМСХ)

Факультет «Энергообеспечение сельского и  
водного хозяйства»



Кафедра «Электротехнологии и эксплуатация  
электрооборудования»

**Учебная дисциплина: «Эксплуатация и ремонт  
электрооборудования» (ЭиРЭО).**



*Лектор:   Доцент кафедры «Электротехнологии и  
эксплуатация электрооборудования»   Юнусов Рустем Фаикович*



ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ  
ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Учебная дисциплина: **«Эксплуатация и ремонт  
электрооборудования» (ЭиРЭО).**

## **Лекция №4**

**23.09.2020 г.**



**Тема занятия: Дестабилизирующие и  
компенсирующие воздействия на  
электрооборудование.**



**Доцент кафедры «Электротехнологии и эксплуатация  
электрооборудования» Юнусов Рустем Фаикович**

# Список литературы

## Основная литература

1. Эксплуатация электрооборудования / Г.П.Ерошенко, А.П.Коломиец, Ю.А.Медведько, М.А.Таранов. – М.: КолосС, 2008. – 344 с.- (Учебник для студентов высш. учеб. заведений).
2. [David Herres](#). Troubleshooting and repairing commercial electrical equipment. 4t edition. McGraw-Hill Companies. USA., 2009. – 684 p.
3. William A. Chisholm, Electrical Design of Overhead Power Transmission Lines. New York, Chicago, San Francisco, 2013. – 368 p.
4. Рахматов А.Д., Исаков А.Ж., Байзаков Т.М., Юнусов Р.Ф. Электр ускуналар эксплуатацияси ва таъмирлаш. Дарслик. – Т.: ТИМИ, 2014. – 200 б.
5. Raхmatov A.D., Isaqov A.J., Bayzakov T.M., Yunusov R.F. Elektr uskunalar ekspluatatsiyasi va ta'mirlash. Darslik. – Т.: ТИМИ, 2013. – 200 b.

## Дополнительная литература

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. – Т.: Ўзбекистон, 2016. – 56 б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қаътий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – хар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак. – Т.: Ўзбекистон, 2017. – 104 б.
8. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамыз. – Т.: Ўзбекистон, 2017. – 485 б.
9. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигини гарови. – Т.: Ўзбекистон, 2017. – 48 б.
10. Мирзиёев Ш.М. Ўзбекистонни ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси. – Т.: Ўзбекистон, 2017. – 126 б.
11. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. Учебник. – М.: Агропромиздат, 1999. – 362 с.
12. Ерошенко Г.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий. – Ростов-на-Дону: ООО «Терра»; НПК «Гефест», 2001. – 592 с.
13. Ерошенко Г.П., Пястолов А.А. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации электрооборудования. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.- (Учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений).
14. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 191 с.
15. Рахматов А.Д., Исмаилов М.И. Электр ускуналар эксплуатацияси ва таъмирлаш. Ўқув қўлланма. – Т.: ТИМИ, 2008. – 224 б.
16. Семёнов В.А. Саноат корхоналари электр жиҳозларини ремонт қилувчи ёш электромонтёрлар учун справочник. – Т.: Ўқитувчи, 1988. – 196 б.
17. Кокорев А.С. Электр машиналарини ремонт қилувчи электрослесар. – Т.: Ўқитувчи, 1990. – 246 б.

### Интернет сайты

18. [www.gov.uz](http://www.gov.uz)– Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
19. [www.lex.uz](http://www.lex.uz)– Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
20. <http://www.uzbekenergo.uz/rus/>
21. <http://www.gov.uz/ru/section.scm?>
22. <http://www.agro.uz/uzb/>
23. <http://www.intsyseurope.fr/ElectronicsWorkbench/facts.html>
24. <https://www.scadahacker.com/resources.html>

# План занятия

1. Актуальность эксплуатационной деятельности.
2. Классификация причин отказов электрооборудования.
3. Классификация воздействий на электрооборудование.
4. Влияние окружающей среды на электрооборудование.
5. Влияние технологических объектов и процессов на электрооборудование.
6. Влияние качества электрической энергии на электрооборудование.
7. Основы технической эксплуатации.

# Актуальность эксплуатационной деятельности

Современные производства Агропромышленного комплекса (АПК) имеют большое число поточных линий, цехов и заводов по приготовлению кормов, крупных птицефабрик, животноводческих комплексов и ферм, агрофабрик защищённого грунта, автоматизированных установок водоснабжения и орошения, высокопроизводительных поточных агрегатов по сортировке и сушке зерна и т. д.

Парк электрооборудования, используемого в производствах АПК, непрерывно увеличивается. Кроме количественного роста электроустановок, применяемых при электрификации сельского хозяйства, происходят качественные изменения электроэнергетической базы.

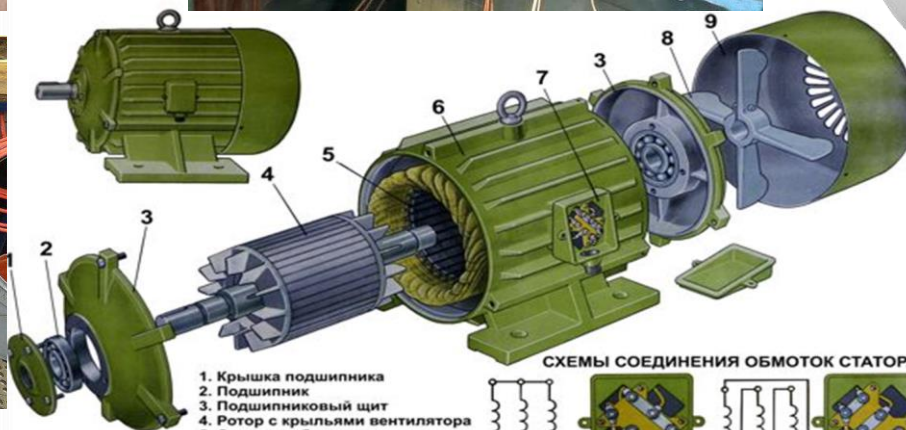
Так, животноводческие комплексы имеют сложные сети внутреннего и внешнего электроснабжения от нескольких трансформаторных подстанций, присоединенных к различным районным сетям. В технологических процессах используется до 1000 электродвигателей, большое число электронагревательных, осветительных и облучательных установок, сложных систем автоматики и пускозащитной аппаратуры.

## Взаимосвязь отраслей и производств АПК и электрооборудования при их ресурсо- и энергосберегающей эксплуатации

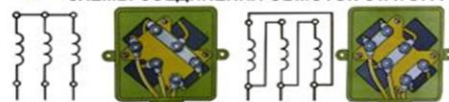


ПС – производственная система, ТО – технологическое оборудование, ЭО – электрооборудование, СЭ – система электрификации.

# Асинхронные электрические двигатели



СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК СТАТОРА



СОЕДИНЕНИЕ ЗВЕЗДОЙ

СОЕДИНЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКОМ





# Асинхронные электрические двигатели

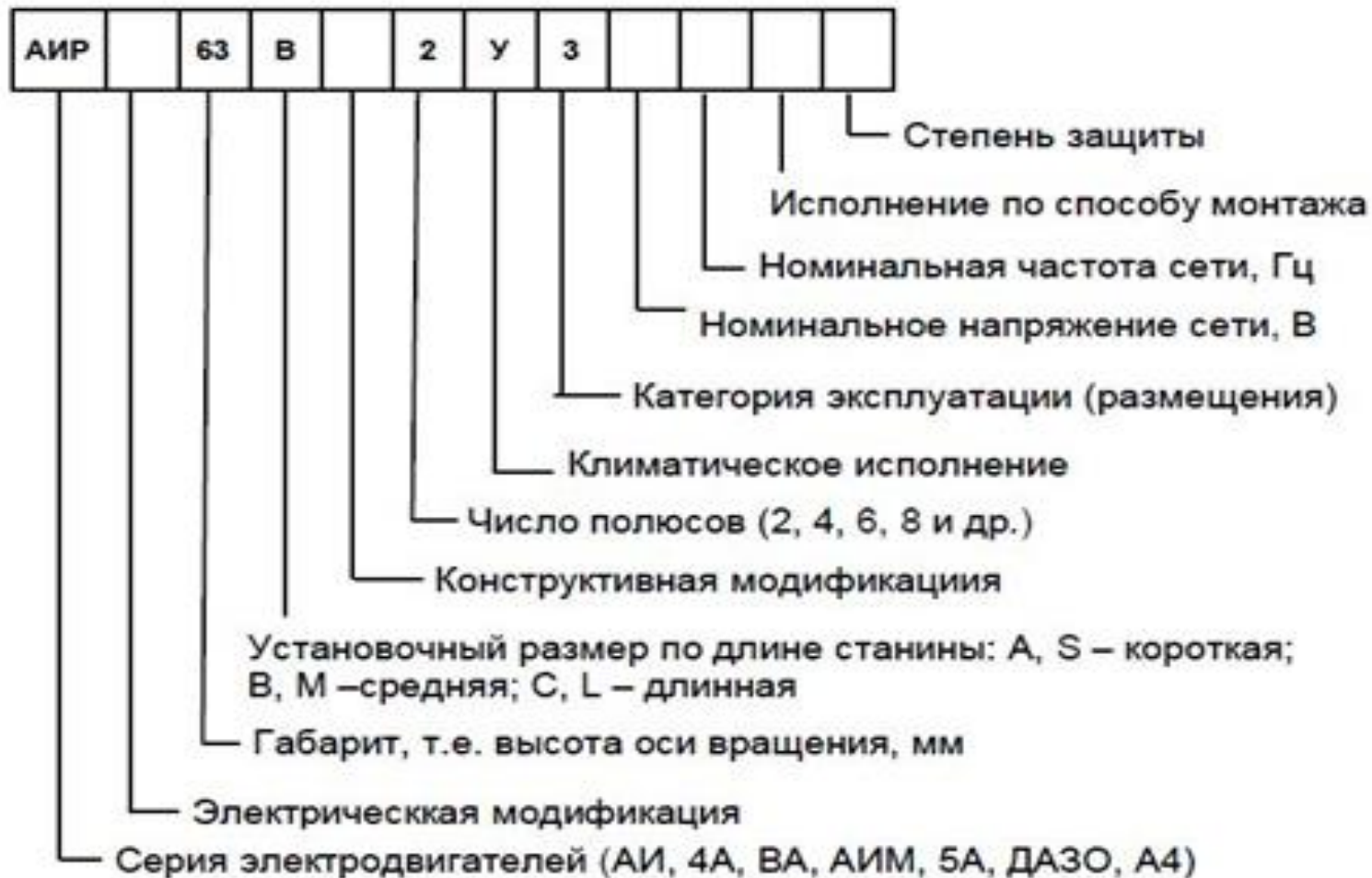
РАСШИФРОВКА НАИМЕНОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ —  
СМОТРИМ НА ПРИМЕРЕ

Александр Коваль | Сен 23, 2015 | Электродвигатели и редукторы | 0 ● | ★★★★★

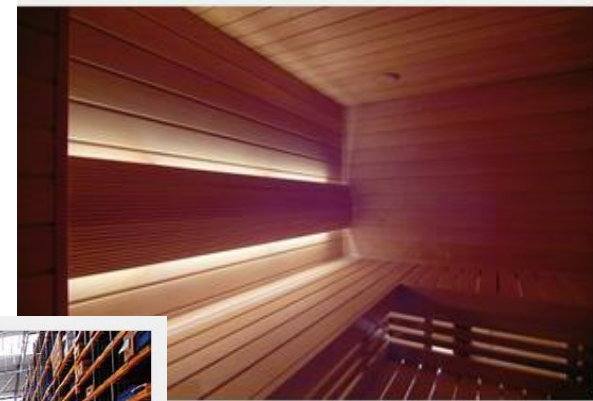


# Асинхронные электрические двигатели

СТРУКТУРА НАИМЕНОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ:



# Использование и эксплуатация электро-осветительных и облучательных установок



# Монтаж и эксплуатация электроосветительных установок



# Примерное содержание предмета изучения



## Классификация причин отказов ЭО

Общее представление о причинах и закономерностях появления отказов оборудования можно получить при анализе надёжности его отдельных элементов.

Рассмотрим, к примеру, обмотку асинхронного двигателя и выясним причины ее неработоспособности. Известно, что обмотка работоспособна до тех пор, пока имеет правильное соединение и достаточную прочность (электрическую, тепловую и механическую). Нарушение любого из названных параметров приводит к выходу обмотки из строя.

Такие нарушения могут возникнуть из-за выбора заниженного класса изоляции электродвигателя при конструировании, а также из-за повреждения проводов при укладке обмотки в статор при изготовлении и ошибочном включении двигателя на повышенное напряжение при эксплуатации. Все это образует группу субъективных причин отказов.

# Понятия о надёжности и отказах ЭО

- Под **отказом** понимается событие, заключающееся в потере работоспособности оборудования, после которого оно не может выполнять свои функции.
- Под **надёжностью** понимается свойство оборудования выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования.
- **Невосстанавливаемыми** являются элементы, работоспособность которых после отказа восстановлению не подлежит (тиристор, лампа накаливания).
- **Восстанавливаемыми** являются элементы, работоспособность которых после отказа подлежит восстановлению в процессе эксплуатации за счёт проведения ремонта (трансформатор, линия электропередачи).

# Понятия о надёжности и отказах ЭО

- **Безотказность** – свойство оборудования непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени. Эта наиболее общая и наиболее важная характеристика надёжности определяется следующим показателями:
  - вероятностью безотказной работы;
  - интенсивностью отказов и наработкой до отказа (невосстанавливаемые элементы);
  - параметром потока отказов и наработкой на отказ (восстанавливаемые элементы).
- **Долговечность** – свойство оборудования сохранять работоспособность до наступления предельного состояния. Предельное состояние оборудования определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации вследствие экономической неэффективности, требований безопасности или морального износа. При достижении предельного состояния оборудование подлежит капитальному ремонту или утилизации.



## Классификация причин отказов ЭО

Вместе с тем при эксплуатации на обмотку воздействует много объективных причин – влажность, запыленность, вибрация и т.д.

Те из них, которые приводят к отказам из-за старения или износа элементов электрооборудования, условно называют внутренними объективными причинами, а остальные – внешними.

Таким образом, причины, вызывающие отказы электрооборудования, подразделяют на объективные и субъективные.

К субъективным причинам относят конструкцион-ные, производственные и эксплуатационные, а объективным – внутренние и внешние дестабилизирующие воздействия.

# Классификация причин отказов ЭО



## Анализ причин отказов ЭО

На рисунке приведена примерная классификация причин отказов электрооборудования.

**Для конкретных видов электрооборудования и условий эксплуатации некоторые причины отказов доминируют.**

Например, у асинхронных двигателей отказы происходят в основном за счёт объективных эксплуатационных причин и в целом по сельскому хозяйству распределены следующим образом: из-за увлажнения изоляции – 20%, неполнофазного питания – 20%, перегрузки – 20%, затормаживания ротора – 15%, прочих причин – 25% .

**У конкретных электроприводов структура отказов может значительно отличаться от средних данных.**

Например, электроприводы транспортёров с ручной загрузкой и вакуумных насосов доильных установок наиболее часто подвержены перегрузкам (40%) и затормаживаниям ротора (30%), а электроприводы насосов и вентиляторов – увлажнению (30%) и неполнофазному питанию (30%).

# Классификация причин отказов ЭО

**Конструкционные причины отказов** – ошибки при проектировании оборудования: нарушение требований стандартов, занижение запаса прочности, недостаточная проработка электрических схем или конструкций узлов.

**Производственные причины отказов** – нарушения технологии изготовления, применение некондиционных материалов, недостаточный контроль качества изделий и т. д.

Отказы по конструкционным и производственным причинам (или для упрощения конструкционные и производственные отказы) обычно выявляют в начальный период эксплуатации. Они могут быть обнаружены в процессе испытаний в заводских условиях.

**Эксплуатационные причины отказов** – низкая квалификация электромонтёров или персонала, использующего электрифицированные машины и механизмы, низкое качество питающего напряжения и т.п.

Отказы по этим причинам проявляются в течение всего срока службы электрооборудования.

# Классификация причин отказов ЭО

**По характеру проявления отказы делят на внезапные и постепенные.**

**Внезапные отказы** характеризуются резким, скачкообразным ухудшением качества электрооборудования под воздействием внутренних дефектов, нарушений режимов работы или ошибок обслуживающего персонала. Обычно появлению внезапных отказов предшествуют скрытые изменения свойства или пиковые электрические (механические) перегрузки, которые не всегда удаётся обнаружить.

Для **постепенных отказов** характерны медленные изменения свойств элементов электрооборудования и связей между ними. Отказы – следствие старения, износа, накопления установленных повреждений и изменений параметров рабочего процесса.

При помощи специальных приборов или специальных испытаний можно прогнозировать момент наступления отказов и применять соответствующие меры повышения надёжности электрооборудования.

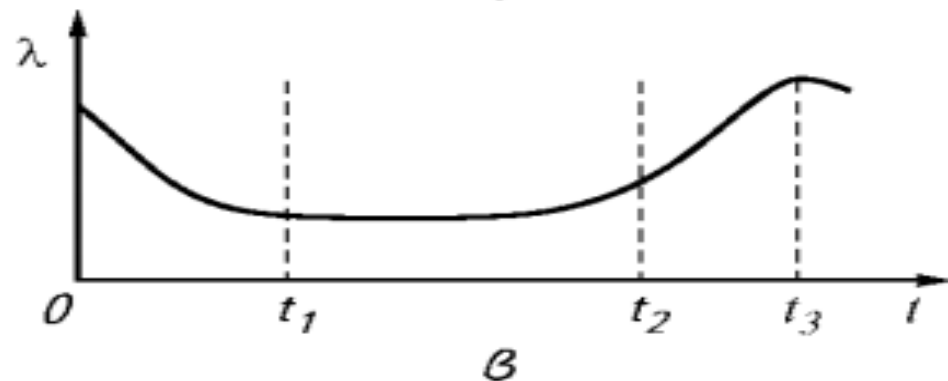
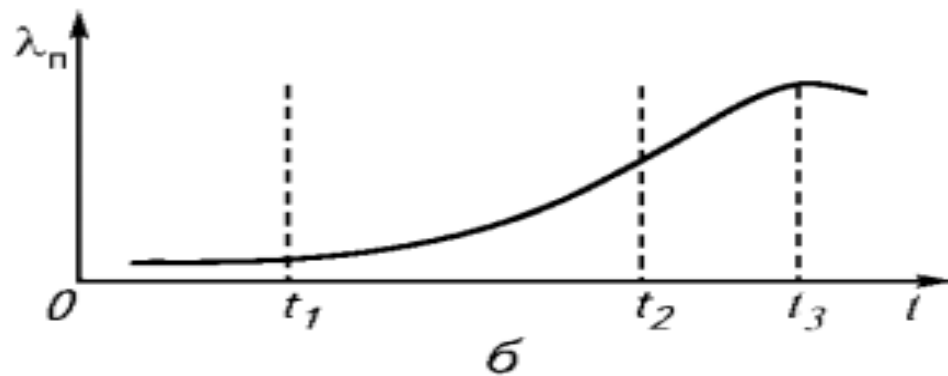
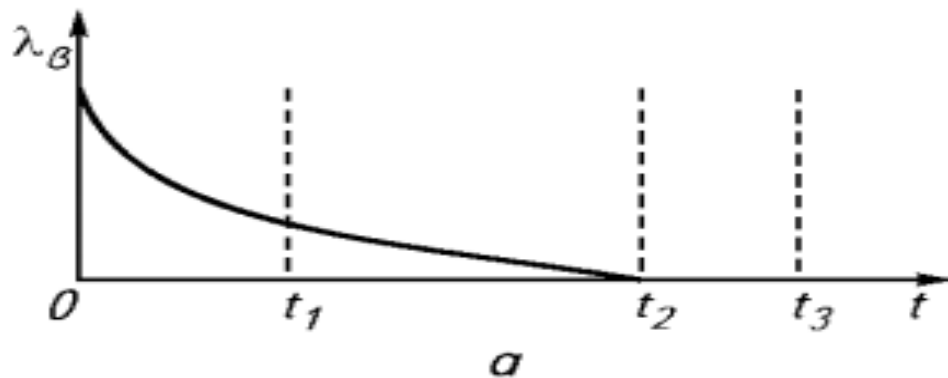
## **Закономерности появления отказов ЭО**

**Интенсивность внезапных и постепенных отказов, а следовательно, и суммарная интенсивность зависят от продолжительности эксплуатации изделия.**

**Установлено, что для всех видов техники эта зависимость имеет три участка, характеризующих общую закономерность появления отказов:**

- период приработки,**
- период нормальной эксплуатации,**
- период износа.**

# Закономерности появления отказов ЭО



Изменение интенсивности внезапных  $\lambda_{\text{в}}$  (а), постепенных  $\lambda_{\text{п}}$  (б) и суммарных  $\lambda$  (в) отказов при эксплуатации.

# Закономерности появления отказов ЭО

Участок  $0-t_1$  называют **периодом приработки**. В это время проявляются конструкционные и производственные (технологические) отказы внезапного характера, а постепенные – практически отсутствуют. За счёт устранения дефектных элементов и мест некачественной сборки, а также по мере приработки деталей интенсивность отказов снижается в конце периода до некоторого наименьшего значения (рис. а).

Участок  $t_1-t_2$  называют **периодом нормальной эксплуатации**. На этом интервале внезапные конструкционно-технологические отказы продолжают уменьшаться (рис. а), но одновременно возрастает доля постепенных отказов (рис. б). Суммарная интенсивность остается наименьшей и примерно одинаковой (рис. в). Участок нормальной эксплуатации обычно в десятки раз продолжительнее периода приработки. На этом участке показатели надёжности описывают экспоненциальным распределением случайных величин.

Участок  $t_2-t_3$  называют **периодом износа**. На этом интервале преобладают постепенные отказы из-за износа и старения электрооборудования. Интенсивность отказов постепенно растёт, причём темпы роста трудно прогнозировать. Для описания показателей надёжности в большей мере подходят закономерности нормального распределения случайных величин.



## Закономерности появления отказов ЭО

В результате анализа закономерностей появления отказов можно сделать следующие выводы по организации рациональной эксплуатации электрооборудования.

**В период его приработки необходим более тщательный надзор за каждым элементом и постоянный контроль за режимом работы.**

**В период нормальной эксплуатации нельзя нарушать периодичность обслуживания электрооборудования, так как это увеличит интенсивность отказов и преждевременно наступит период износа.**

**Электрооборудование должно быть направлено в капитальный ремонт или снято с эксплуатации в начальный период износа.**

В результате анализа закономерностей появления отказов можно сделать следующие выводы по организации рациональной эксплуатации электрооборудования.

**В период его приработки необходим более тщательный надзор за каждым элементом и постоянный контроль за режимом работы.**

**В период нормальной эксплуатации нельзя нарушать периодичность обслуживания электрооборудования, так как это увеличит интенсивность отказов и преждевременно наступит период износа.**

**Электрооборудование должно быть направлено в капитальный ремонт или снято с эксплуатации в начальный период износа.**

# Последствия отказов электрооборудования

Электрифицированное сельскохозяйственное производство принципиально отличается от механизированного и ручного. Отличие состоит в том, что нормальный технологический процесс возможен только при исправном состоянии всех элементов электрооборудования. Отказ любого из них приводит к отрицательным последствиям.

Самые опасные последствия связаны с электротравматизмом людей и животных, возникающим при отказах защитных устройств, систем заземления и зануления. Эти же отказы приводят к пожарам, имеющим катастрофические последствия.

Не менее опасны отказы электроосветительных и электронагревательных установок, а также электроприводов, используемых в составе поточных технологических линий, на животноводческих комплексах и птицефабриках. Это оборудование нельзя быстро и равноценно заменить, поэтому весь технологический процесс нарушается. В результате возможны гибель или заболевание животных, снижение объёма выпуска и качества продукции, перерасход электроэнергии и т.д. Например, отказ простейшего магнитного пускателя может привести к значительному экономическому ущербу.

# Последствия отказов электрооборудования

Когда электрифицированный объект не участвует в технологическом потоке, а работает отдельно, размер ущерба может быть меньше. Но всегда необходимы дополнительные трудовые и денежные ресурсы для устранения отказа и ремонта неисправного оборудования.

**В таблице указаны возможные последствия отказов электрооборудования для различных объектов и технологических процессов на них.**

Из практики электрификации сельского хозяйства известно, что наибольшую опасность представляет не факт отказа электрооборудования, а продолжительность его устранения. Если оперативный электротехнический персонал успеет устранить отказ за малое время, не превышающее допустимую по технологии процесса продолжительность простоя, ущерб будет иметь наименьшее значение.

Чтобы выявить чувствительность объекта к отказу, целесообразно использовать понятие относительного технологического ущерба  $y^*$ , определяемого отношением стоимости технологического ущерба при отказе к стоимости ремонта отказавшего электрооборудования. Установлено, что для ответственных поточных линий  $y^* = 4,0...8,0$ , а для второстепенных  $y^* = 0...1,0$ .

## Влияние отказов электрооборудования на технологические процессы

Технологический процесс	Последствие отказов
<i>Молочные фермы крупного рогатого скота</i>	
Машинное доение коров	Затраты на привлечение дополнительных доярок для ручной дойки. Снижение удоев при переходе на ручную дойку. Заболевание животных и снижение их продуктивности
Первичная обработка молока (охлаждение, сепарирование и др.)	Порча продукции. Использование дополнительного транспорта
Приготовление и раздача кормов, доставка воды, уборка помещения и т. д.	Затраты на привлечение дополнительной рабочей силы или транспорта. Снижение продуктивности животных. Дополнительные потери корма
Обеспечение микроклимата	Заболевание животных и снижение их продуктивности. Повышенный расход кормов
<i>Свиноводческие и овощеводческие фермы, откорм крупного рогатого скота</i>	
Приготовление и раздача кормов, поение животных	Простой производственного персонала. Привлечение дополнительных рабочих или транспорта. Недополучение продукции. Дополнительные потери корма
Обеспечение микроклимата	Заболевания животных. Брак и снижение выхода продукции. Повышенный расход кормов

## Влияние отказов электрооборудования на технологические процессы

Технологический процесс	Последствие отказов
	<i>Птицеводческие фермы</i>
Инкубация цыплят	Нарушение оптимальных условий инкубации. Уменьшение числа выведенных здоровых цыплят
Выращивание птицы	Снижение яйценоскости птицы. Привлечение дополнительной рабочей силы. Бой яиц
Производство бройлеров	Гибель цыплят. Снижение привеса
Электрообогрев цыплят	Гибель цыплят. Увеличение доли выбракованных цыплят
Обработка продукции	Затраты на привлечение дополнительной рабочей силы. Дополнительные затраты, связанные с передержкой птицы в птичниках

# Влияние отказов электрооборудования на технологические процессы

Технологический процесс	Последствие отказов
<i>Теплично-парниковые хозяйства</i>	
Обеспечение параметров микроклимата	Гибель растений. Снижение урожайности
<i>Кормопроизводство</i>	
Приготовление витаминизированной травяной муки	Недовыпуск продукции. Простой полевых рабочих. Простой транспорта и полевой техники. Порча продукции и сырья. Привлечение дополнительной рабочей силы. Дополнительный расход горючего
<i>Подсобные предприятия</i>	
Переработка и хранение продукции	Порча сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Простой персонала. Получение продукции низкого качества. Затраты на привлечение дополнительной рабочей силы или транспорта

## Расчёт экономического ущерба от отказов ЭО

Высокую производительность и качество продукции при малых энергозатратах можно получить лишь при надёжной работе электрооборудования. Отказ любого электрооборудования нарушает весь ход технологического процесса, снижает объём выпуска и качество продукции.

Совокупность отрицательных последствий в денежном выражении называют **технологическим ущербом**. Его размер главным образом зависит от качества работы энергетической службы.

**Снижение технологического ущерба – основной результат от внедрения проекта электротехнической службы.**

Исходный и достигаемый ущерб зависит от многих факторов. Обычно определяют верхнюю границу ущерба. При этом учитывают главные составляющие: недовыпуск продукции из-за простоя оборудования и рабочих, а также затраты на преждевременный ремонт оборудования.



## Методика расчёта экономического ущерба от отказов ЭО

Ущерб по  $i$ -му процессу:

$$Y_i = \left[ y_1 + \left( 1 - \frac{\lambda_{\text{норм}}}{\lambda_a} \right) y_2 \right] (\tau_{\text{факт}i} - \tau_{\text{доп}i}) P_{i\Sigma} n_i, \quad (2.1)$$

где  $y_1, y_2$  — удельные ущербы из-за недовыпуска продукции и преждевременного ремонта электрооборудования, руб./( $\text{kBт} \cdot \text{ч}$ );  $\lambda_{\text{норм}}, \lambda_{\text{факт}}$  — нормативная и фактическая интенсивности отказов электрооборудования,  $\text{год}^{-1}$ ;  $\tau_{\text{факт}}, \tau_{\text{доп}}$  — фактическая и допустимая продолжительности простоев по  $i$ -му процессу, ч;  $P_{i\Sigma}$  — суммарная мощность простаивающего оборудования;  $n_i$  — количество простоев в год на  $i$ -м процессе.

Справочные данные для расчета ущерба до и после внедрения новых способов эксплуатации приведены в таблице 2.2. Фактические данные определяют по результатам обследования сельскохозяйственного предприятия и выполняют расчеты по отдельным объектам, а затем суммируют результат.

## Данные для расчёта экономического ущерба от отказов ЭО

Электрифицированный объект	Удельный ущерб, руб./( $\text{kBt} \cdot \text{ч}$ )		Допустимая продолжи- тельность простоя, ч	Мощность простаиваемого оборудования, $\text{kBt}$
	$Y_1$	$Y_2$		
Поточные технологические линии в животноводстве и птицеводстве	30	10	0,5...3,0	30...100
Машины для кормопроизводства	20	15	1,0...3,0	1...30
Доильные установки и другое молоч- ное оборудование	40	20	0,5...3,0	5...50
Машины для уборки животноводче- ских помещений	3	10	4,0...20,0	4...30
Машины для растениеводства	10	5	4,0...6,0	2...20
Поточные технологические линии в растениеводстве	10	5	4,0...6,0	15...80
Прочие рабочие машины	5	10	3,0...7,0	2...20

## Расчёт экономического ущерба от отказов ЭО

**Пример.** На молочной ферме с полной электрификацией процессов и привязном содержании 400 коров происходят отказы электродвигателя молочного насоса с интенсивностью  $\lambda_{\text{факт}} = 0,25 \text{ г}^{-1}$ . После создания ЭТС интенсивность отказов снизилась до  $\lambda_{\text{факт}} = 0,1 \text{ г}^{-1}$ . Фактическая продолжительность простоя  $\tau_{\text{факт}} = 5 \text{ ч}$ . Определить снижение ущерба на один простой после создания ЭТС при  $P_{\Sigma} = 12 \text{ кВт}$ ,  $\tau_{\text{доп}} = 2 \text{ ч}$ .

Используя данные таблицы 2.2, по формуле (2.1) получим ущерб при старой  $Y_c$  и новой  $Y_n$  системе эксплуатации:

$$Y_c = \left[ 30 + \left( 1 - \frac{0,1}{0,25} \right) \cdot 20 \right] \cdot (5 - 2) \cdot 12 \cdot 1 = 1512 \text{ руб.},$$

Снижение ущерба  $Y_c - Y_n = 432 \text{ руб.}$

Иногда общий годовой ущерб оценивают по укрупненным данным, исходя из того, что средний ущерб от преждевременного выхода из строя электродвигателя составляет 10 тыс. руб.

## Классификация воздействий на электрооборудование

В процессе эксплуатации на электрооборудование воздействуют многие факторы.

Те из них, которые ухудшают его свойства и снижают надёжность, называют дестабилизирующими воздействиями. Их число велико особенно в условиях сельского хозяйства.

Наибольшее дестабилизирующее воздействие оказывают: окружающая среда, характер нагрузки, качество электрической энергии, нестабильная занятость в течение года и суток.

Условия эксплуатации – это совокупность всех внешних факторов, от которых зависит эффективность эксплуатации оборудования. К ним относят условия использования, окружающей среды, электроснабжения и обслуживания.

## Классификация воздействий на электрооборудование

**Условия использования зависят от особенностей технологического объекта. Их оценивают режимом работы, характером и уровнем нагрузки, занятостью в течение суток, месяца и года, а также ответственностью объекта, которую характеризуют размером технологического ущерба, возникающего при отказе электрооборудования.**

**Условия окружающей среды определяют дестабилизирующие воздействия на электрооборудование в период работы и простоя. В этой группе выделяют климатические условия, место размещения, запыленность, загазованность, влажность, уровень вибрации и другие воздействия, вызывающие ухудшение свойств электрооборудования.**

**Условия электроснабжения влияют на надёжность работы электрооборудования. Их характеризуют качеством напряжения в установившемся и пусковом режимах.**

**Условия обслуживания определяют качество технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов, оперативность устранения отказов и затраты ресурсов на все эксплуатационные работы.**

# Классификация воздействий на электрооборудование

Электротехническая служба должна компенсировать дестабилизирующие воздействия и поддерживать работоспособность электрооборудования на требуемом уровне.

## **К компенсирующим воздействиям относят:**

- правильное комплектование электроустановок,
- качественное и своевременное проведение технического обслуживания и ремонта,
- соблюдение нормативов хранения,
- правильный выбор режимов использования,
- своевременную замену и модернизацию оборудования.

Можно считать, что главной проблемой технической эксплуатации электрооборудования служит выбор и реализация мер по устранению или ослаблению дестабилизирующих воздействий.

## Влияние окружающей среды на электрооборудование

Факторы внешней среды подразделяют на климатические, биологические и механические.

Климатические факторы могут быть естественными – при размещении электрооборудования на открытом воздухе (наружные установки) – или искусственными – при размещении электрооборудования внутри сельскохозяйственных помещений (внутренние установки).

Основные климатические параметры – температура, влажность и загрязненность атмосферы. По этим признакам Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Правилами технической эксплуатации (ПТЭ) предусмотрена классификация производственных помещений и наружных установок.

# Влияние окружающей среды на электрооборудование

## К производственным помещениям относят следующие.

**Сухие** – помещения с относительной влажностью не выше 60% (конторы, красные уголки, клубы, школы, больницы, жилые комнаты, подсобные помещения в ремонтных мастерских, отапливаемые склады, инкубатории и т.д.).

**Влажные** – помещения с относительной влажностью от 60 до 70 %, пары и конденсирующая влага выделяются лишь временно и притом в небольших количествах (залы столовых, лестничные клетки, сени и кухни жилых домов, неотапливаемые склады, чердачные помещения, чердаки и т.д.).

**Сырые** – помещения с относительной влажностью, длительно превышающей 75% (овощехранилища, доильные залы, молочные, кухни столовых, животноводческие помещения, оборудованные установками микроклимата, и т.д.).



## Влияние окружающей среды на электрооборудование

**Особо сырые** – помещения с относительной влажностью, близкой к 100%, поверхности помещений покрыты влагой (мочные в мастерских, кормоцехи влажных кормов, теплицы, душевые), а также установки под навесом и в неотапливаемых помещениях со средой, практически не отличающейся от наружной.

**Пыльные** – помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль, оседающая на электрооборудовании и проникающая внутрь его (помещения для дробления концентрированных кормов, комбикормовые цехи и заводы и т.д.).

**Особо сырые с химически активной средой** – помещения с относительной влажностью, близкой к 100%, с постоянным или длительным содержанием паров аммиака, сероводорода или других газов невзрывоопасной концентрации или образующих отложения, действующие разъедающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования (животноводческие помещения без микроклимата, склады минеральных удобрений и т.п.).

## Влияние окружающей среды на электрооборудование

**Пожароопасные (класс П)** – помещения, в которых изготавливают, хранят, перерабатывают или применяют горючие вещества. При этом помещения, в которых сжигают твердое или газообразное топливо, например газовые котельные, не относят к пожароопасным.

**С точки зрения требований к электрооборудованию различают следующие категории помещений этого класса:**

- ✓ **класс П-I** – помещения, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45 °С (склады минеральных масел, установки по регенерации этих масел и др.);
- ✓ **класс П-II** – помещения, в которых выделяется горючая пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние, степень измельчения и влажности которых не превышает низшего предела взрыва – 65 г/м<sup>3</sup> (деревообрабатывающие цехи, мало запылённые помещения мельниц и элеваторов, зернохранилища);
- ✓ **класс П-11а** – помещения, в которых содержат твёрдые или волокнистые горючие вещества (дерево, ткани и др.), а также складские помещения, в которых на чердаках хранят сено и солому.

# Влияние окружающей среды на электрооборудование

**Взрывоопасные (класс В)** – помещения, в которых по условиям технологического процесса могут образовываться взрывоопасные смеси газов или паров с воздухом или горючей пылью или волокон с воздухом (сильно запылённые помещения мельниц и т.п.).

**С точки зрения требований к электрооборудованию различают следующие категории помещений этого класса:**

- **класс В-I** – помещения, в которых взрывоопасные смеси могут образовываться при нормальных, недлительных режимах работы (хранение и переливание легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, содержащихся в открытых сосудах, и т.п.);
- **класс В-Ia** – помещения, в которых взрывоопасные смеси могут образовываться только в аварийных ситуациях или при неисправном электрооборудовании (аккумуляторные, нефтебазы и т.п.);
- **класс В-II** – помещения, в которых образуются взрывоопасные смеси горючей пыли или волокон во взвешенном состоянии с воздухом при нормальных недлительных режимах работы (загрузка или разгрузка технологических аппаратов и т.п.).

## Влияние окружающей среды на электрооборудование

К наружным установкам относят следующие.

Пожароопасные (класс П-III) – установки, в которых применяют или хранят горючие жидкости с температурой вспышки газов выше 45°С (открытые или под навесом склады минеральных масел, угля, торфа, дерева и т.д.).

Взрывоопасные (класс В-Ig) – установки, где взрывоопасные смеси образуются только в результате аварии или неисправности (нефтебазы и т. п.).

## Влияние окружающей среды на электрооборудование

Почти 50% всех видов электрооборудования размещены во влажных, сырых и очень сырых сельскохозяйственных помещениях. Под воздействием влаги ухудшаются свойства изоляции, создаются условия для образования на деталях электрооборудования плесени. При относительной влажности выше 60% активно проявляется атмосферная коррозия металлов.

В животноводческих помещениях с естественной вентиляцией условия для работы электрооборудования наиболее тяжёлые, так как относительная влажность в них приближается к 100%, а содержание наиболее агрессивного компонента (аммиака) превосходит зоогигиеническую норму в несколько раз (до 10), всегда имеют место сероводород и углекислый газ.

Влажность среды, аммиак, всегда содержащийся в атмосфере животноводческих помещений, и резкопеременные температуры оказывают отрицательное воздействие на электрооборудование, особенно на его изоляцию, вызывают повышенную коррозию металлических частей, в том числе подшипниковых узлов электродвигателей. В результате такого воздействия сокращается срок службы электрооборудования.

## Влияние окружающей среды на электрооборудование

Около 10% электрооборудования работает в атмосфере с повышенной запыленностью (на зернотоках, мельницах, в кормоцехах и т.п.). Наличие в пыли абразивных частиц приводит к повышенному износу вращающихся элементов оборудования. Пыль многих материалов хорошо поглощает из атмосферы агрессивные газы и влагу, что приводит к образованию коррозии, снижению сопротивления изоляции и пробоем по поверхности. Осаждающаяся пыль ухудшает теплоотдачу электрооборудования, вызывает повышенный нагрев изоляции и сокращает срок службы электрооборудования.

Технологические объекты, использующие электрооборудование, влияют на него не только через окружающую среду. Каждому объекту свойствен ряд специфических воздействий.

## Влияние технологических объектов и процессов на ЭО

Использование электрооборудования характеризуют его занятостью в течение суток и в течение года, нагрузочными и пусковыми режимами, а также требованиями электрифицированных объектов к его надёжности.

Сельскохозяйственное производство имеет ярко выраженный сезонный характер и суточную цикличность работ технологического оборудования. Эти особенности ограничивают годовое число часов использования электрооборудования.

Например, около 30% двигателей используют менее 500 ч/год, 50% – до 1000 и лишь остальные – более 1000 ч/год. Часть двигателей (12%) работают всего 1,5...2,0 ч/сут. Средняя продолжительность использования в сельском хозяйстве не превышает 800 ч/год, хотя двигатели проектируют на занятость в течение 1500 ч/год.

По режимам работы электроприводы технологических объектов могут иметь восемь вариантов: продолжительный  $S1$ , кратковременный  $S2$ , повторно-кратковременный  $S3$  и т.д.

Эти режимы обычно учитывают при расчёте мощности электродвигателя. В действительности они существенно влияют на эксплуатационные свойства асинхронного двигателя.

Например, режим  $S2$  крайне неблагоприятен при работе во влажной среде, так как из-за малого периода работы температура не достигает установившегося значения и изоляция не успевает высохнуть. Режимы  $S4...S8$  вызывают тепловые, коммутационные и механические воздействия на обмотку и подшипники из-за частых пусков и реверсов.

*Условия пуска* оценивают не только кратностью пускового момента, но и частотой пусков: от 0,2 до 10 пусков в час.



**Коэффициент загрузки** асинхронного двигателя в сельском хозяйстве может быть менее или более 1. Около 30% электроприводов имеют случайный характер нагрузки, при котором нарушается стабильность всех процессов в асинхронном двигателе.

**Уровень вибраций** рабочих машин может превышать 10 мм/с.

Для обобщённой оценки перечисленных факторов условия эксплуатации разделяют на лёгкие, нормальные, жёсткие и особо жёсткие. Лёгкие условия: один или несколько факторов ниже номинального значения. Жёсткие условия: один из факторов (например, запылённость) выше номинального значения. Особо жёсткие условия: два и более факторов выше номинального значения.

## Влияние технологических объектов и процессов на ЭО

Перечисленные условия учитывают в первую очередь при разработке электроустановок, предусматривая для особо жестких условий дополнительные способы повышения надёжности электрооборудования. Однако даже при таком подходе интенсивность отказов и долговечность асинхронного двигателя существенно зависят от условий эксплуатации.

Технологические объекты существенно отличаются друг от друга по последствиям отказов электрооборудования. Например, на птицеводческих фабриках внезапный выход из строя электрооборудования наносит большой материальный ущерб, в небольших ремонтных мастерских – ущерб незначителен. Кроме размера предприятия на ущерб влияет, как уже говорилось, продолжительность устранения отказа (табл.1).

В животноводческих и птицеводческих помещениях, а также на зернотоках и зерноскладах микроорганизмы, насекомые и грызуны повреждают узлы аппаратуры, электрические провода, выполненные из органических материалов, и выводят из строя всю электроустановку.

Сказанное выше поясняет влияние технологических объектов на работу электрооборудования.

# Влияние технологических объектов и процессов на ЭО

## Допустимая продолжительность простоев электрооборудования

Объект	Производственный процесс	Длительность простоя, ч
Фермы крупного рогатого скота	Доеение в стойлах	1,0
	Доеение на доильных площадках	0,25...1,0
	Первичная обработка молока	3,0
	Водоснабжение	7,0
Птицеводческая ферма	Дополнительное освещение	1,0
	Вентиляционно-отопительные агрегаты	0,5
Инкубаторы	В целом	0,3...1,0
Свиноферма	—	3,0
Теплицы и парники с электрообогревом	—	0,5

## Влияние качества электрической энергии на ЭО

Электроснабжение сельских потребителей имеет свои особенности. В отличие от промышленных потребителей с трёхфазной нагрузкой, питающихся от кабельных сетей, сельские потребители питаются от воздушных разветвленных электрических сетей. Сельские потребители имеют относительно небольшие, но равные по мощности нагрузки, которые удалены одна от другой на большие расстояния даже в пределах одного хозяйства.

Неравномерный график потребления электроэнергии в течение суток усложняет проблему получения высокого качества электроэнергии, увеличивает потери энергии в сельских электроустановках. Использование однофазной осветительной нагрузки и однофазных силовых потребителей (сварочных трансформаторов, электродрелей, бытовых электронасосов, электродвигателей, электроплит и т.п.) всегда приводит к неравномерности токов по фазам и, как следствие, к несимметрии напряжения по фазам.

В сельскохозяйственном производстве применяют полупроводниковую технику с нелинейными характеристиками. Это приводит к появлению гармонических составляющих и искажений синусоидальной формы кривой напряжения в сетях и вызывает дополнительные потери мощности и электроэнергии в сельских установках.

## Влияние качества электрической энергии на ЭО

Таким образом, схемы электроснабжения сельских потребителей, их структура и режим работы имеют особенности, которые снижают качество электроэнергии и увеличивают её потери.

### Показатели качества электрической энергии (ГОСТ 13109-87):

- отклонение частоты — разность между фактическим и номинальным значениями, усредненная за 10 мин. Допустимо отклонение частоты  $\pm 0,1$  Гц в номинальном режиме;

- колебание частоты — разность между наибольшим и наименьшим значениями частоты при достаточно быстром ее изменении (не менее 0,2 Гц/с). Допустимо колебание частоты не более 0,2 Гц сверх отклонения частоты;

- отклонение напряжения — разность между фактическим и номинальным значениями напряжения за длительный промежуток времени.

Норма отклонения напряжения: на зажимах электродвигателей в пределах от  $-5$  до  $+10$  %, остальных электроприёмников  $\pm 5$  %. Исследованиями ВИЭСХ установлено, что указанные нормы следует принимать для крупных животноводческих ферм и комплексов. В других случаях электроснабжения сельского хозяйства отклонение напряжения на зажимах электродвигателей от  $-7,5$  до  $+10$  %, на зажимах остальных электроприёмников  $\pm 7,5$  %. Эти нормы утверждены специальной инструкцией Минэнерго;

## Влияние качества электрической энергии на ЭО

- колебания напряжения — кратковременные и частые отклонения напряжения. Например, при шести колебаниях в час их значение не должно превышать 2 % сверх допустимого отклонения напряжения;
- несинусоидальность формы кривой напряжения — отношение действующего значения напряжения всех высших гармоник к действующему значению напряжения основной гармоники. Это отношение должно быть не более 0,05;
- смещение нейтрали — отношение напряжения нулевой последовательности к фазному напряжению прямой последовательности:  $k_s = 100 \cdot U_0 / U_{1\phi}$  ( $k_s$  должно быть не более 5%);
- несимметрия напряжений — отношение напряжения обратной последовательности к прямой:  $k_n = 100 \cdot U_{2\phi} / U_{1\phi}$  ( $k_n$  должен быть не более 5%).

## Влияние качества электрической энергии на ЭО

Из всех показателей первостепенное значение имеют отклонение и колебание напряжения, так как они в большей мере влияют на технико-экономические параметры всех видов электрооборудования.

Степень влияния отклонений напряжения зависит от их значения, знака и продолжительности, а также типа электроприёмника. Особенно чувствительны к изменению напряжения осветительные установки. Их основные параметры, световой поток и срок службы имеют прямую и существенную связь с напряжением, выраженным относительно номинального значения.

# Основы технической эксплуатации

Для обеспечения надежной работы разрабатывают и применяют на практике систему технической эксплуатации электрооборудования. Система эксплуатации — это совокупность взаимосвязанных средств, документации, технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему (ГОСТ 18322-78).

На основе существующих положений о технической эксплуатации изделий создают системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования в тех отраслях народного хозяйства, где его используют.

При этом важное значение имеет правильный выбор основных характеристик системы: принципа технической эксплуатации, структуры ремонтного цикла, периодичности работ, типового состава операций обслуживания и ремонта, трудоёмкости и стоимости работ.



# Основы технической эксплуатации

Принцип технической эксплуатации — правило выбора момента контроля и восстановления свойств оборудования. Известны три принципа: **послеотказовый, профилактический и послесмотровый.**

**Послеотказовый принцип** — это обслуживание по необходимости, когда восстановительные работы осуществляют лишь после выхода из строя электрооборудования; плановые профилактические мероприятия не проводят.

**Профилактический принцип** состоит в том, что независимо от технического состава электрооборудования проводят профилактические мероприятия в плановые сроки; при выходе из строя элементов или устройств в целом осуществляют их восстановление (замену).

Профилактические мероприятия могут быть **календарными** или **регламентными**. В первом случае их выполняют через строго определенные календарные периоды независимо от режима использования электрооборудования. Во втором — после регламентированной наработки, учитывающей загрузку, суточную, сезонную и годовую занятость электрооборудования.

# Основы технической эксплуатации

Послесмотровый принцип — это обслуживание по состоянию электрооборудования, при котором в плановом порядке проводят лишь диагностические проверки (осмотры), а необходимые профилактические (восстановительные) работы назначают с учетом фактического состояния оборудования.

Для правильного выбора вида технической эксплуатации следует учесть характеристики надежности электрооборудования, особенности его применения и состояния ремонтно-обслуживающей базы. Установлено, что послеотказовый принцип оправдан при выполнении одного из следующих условий: интенсивность отказов не увеличивается со сроком службы электрооборудования; затраты на аварийный ремонт и технологический ущерб не превосходят затрат на профилактические работы (при любом характере изменения интенсивности отказов); расчётная оптимальная периодичность профилактических работ больше срока службы электрооборудования.

# Основы технической эксплуатации

Профилактический принцип имеет более широкую область применения благодаря следующим его преимуществам:

- за счёт периодических профилактик, выполняемых через определенное, правильно установленное время использования, суммарный объем работ по технической эксплуатации снижается до некоторого наименьшего значения, достаточного для поддержания технического состояния электрооборудования на требуемом уровне;
- за счёт плановых систематических профилактик каждой единицы электрооборудования наименьший уровень работ по технической эксплуатации неизменного парка электрооборудования остаётся практически постоянным;
- весь ряд профилактических работ, выполняемых в течение срока службы электрооборудования, состоит из последовательно повторяющихся однотипных циклов работ.

# Основы технической эксплуатации

**Структура ремонтного цикла — это совокупность и последовательность работ, выполняемых при технической эксплуатации оборудования. В соответствии с ГОСТ 18322-78 основными эксплуатационными работами служат: техническое обслуживание, текущий ремонт и капитальный ремонт.**

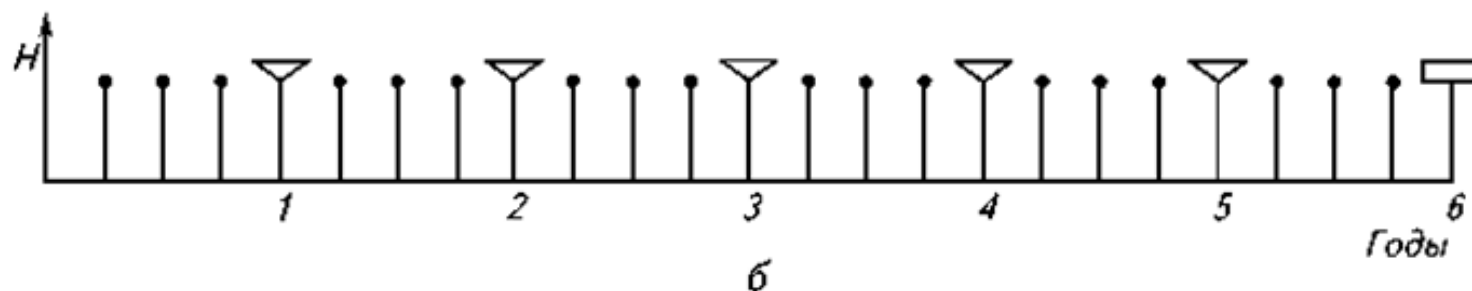
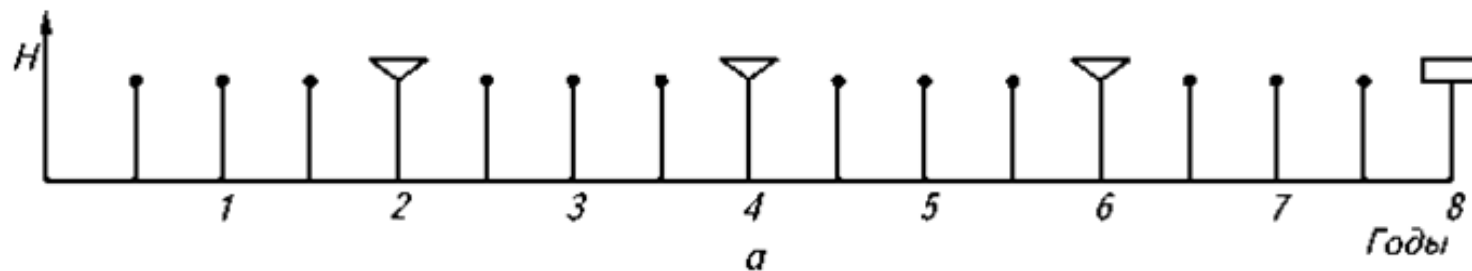
***Техническое обслуживание (ТО)* — это комплекс операций для поддержания исправности или работоспособности оборудования при его использовании по назначению, хранении и транспортировании. Цель ТО — обеспечение исправности (работоспособности) за счет своевременного устранения мелких неисправностей, которые могут вызывать отказ. То проводят на месте установки оборудования без нарушения технологического производственного процесса.**

***Текущий ремонт (ТР)* — это ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделия и состоящий в замене или восстановлении отдельных его частей. Цель ТР — обеспечение работоспособности всего изделия за счет своевременной замены недолговечных элементов (частичное восстановление). ТР выполняют на месте установки электрооборудования или в ремонтной мастерской.**

***Капитальный ремонт (КР)* — это ремонт, выполняемый для восстановления исправности изделия и полного или близкого к полному восстановлению ресурса любых его частей, включая базовые. Такие работы выполняют специализированные электроремонтные предприятия.**

# Основы технической эксплуатации

[ЕГП-КоломиецАП - Эксплуатация ЭО - 2.pdf](#)



$H$  — начало эксплуатации

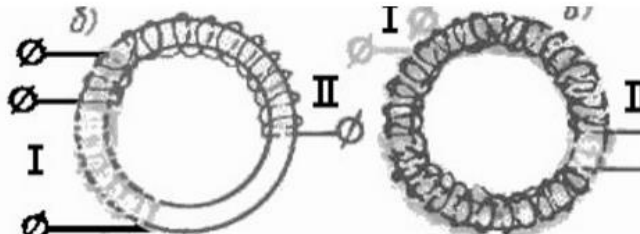
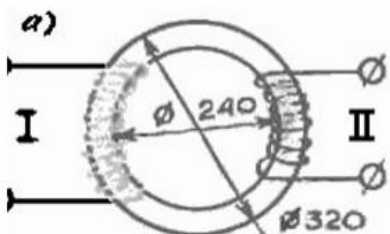
↑ — техническое обслуживание

▽ — текущий ремонт

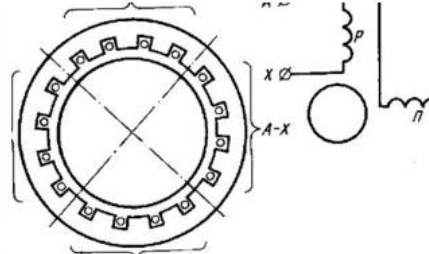
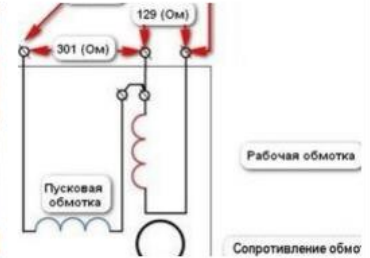
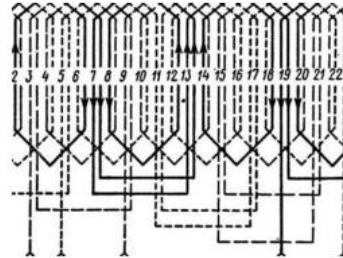
▭ — капитальный ремонт

**Структура ремонтных циклов двигателей в легких (а) и тяжелых (б) условиях эксплуатации.**

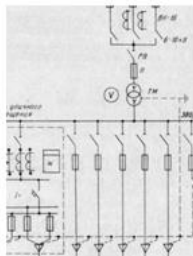
# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



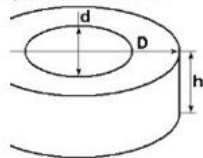
# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



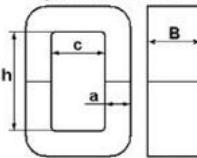
сердечник ОЛД/О-н



$$S_c = \frac{(D-d) \cdot h}{2} \quad S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Например, для ОЛ64/100-50

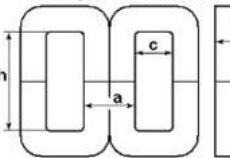
сердечник ПЛД а х в



$$S_c = a \cdot b \quad S_o = c \cdot h$$

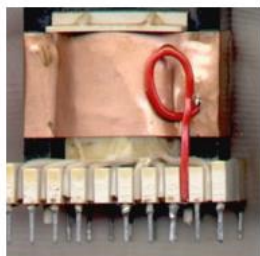
Например, для ПЛР 21х32  
при c = 26 мм, h = 85 мм  
Sc = 6.72 см<sup>2</sup> So = 22.1 см<sup>2</sup>

сердечник ШЛД а х в



$$S_c = a \cdot b \quad S_o = c \cdot h$$

Например, для ШЛ 20х32  
при c = 13 мм, h = 85 мм  
Sc = 6.4 см<sup>2</sup> So = 11.05 см<sup>2</sup>

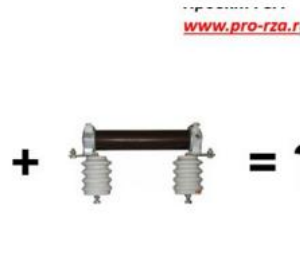
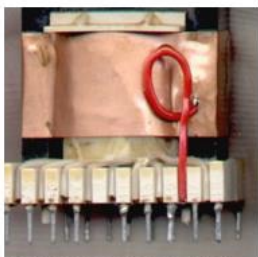
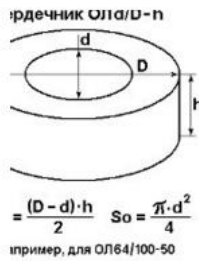
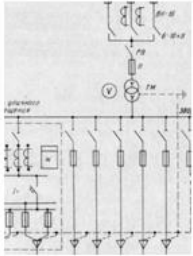


[www.pro-rza.ru](http://www.pro-rza.ru)

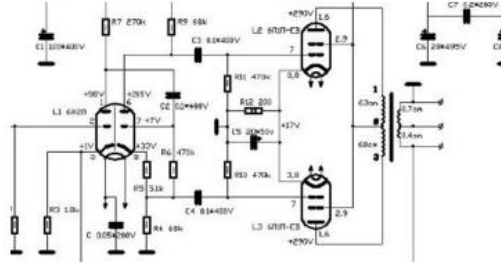
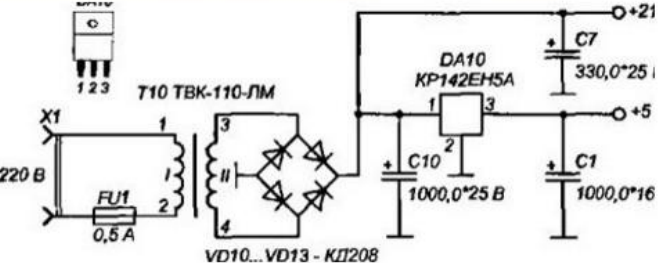
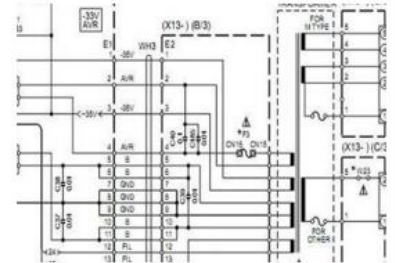
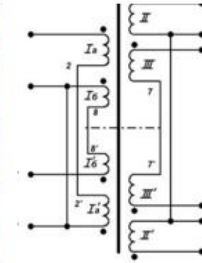
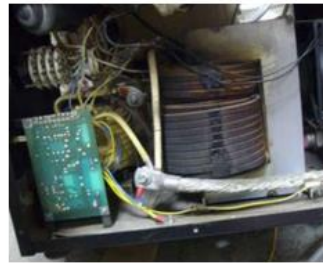
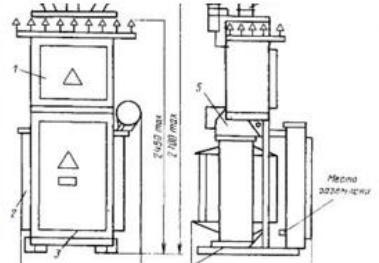
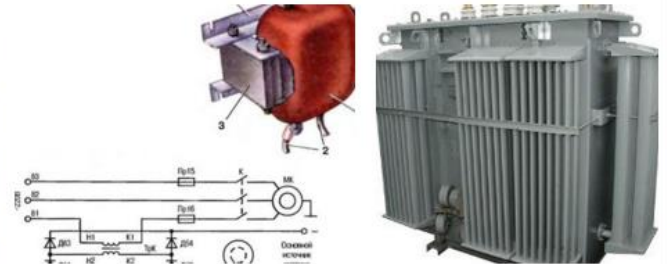
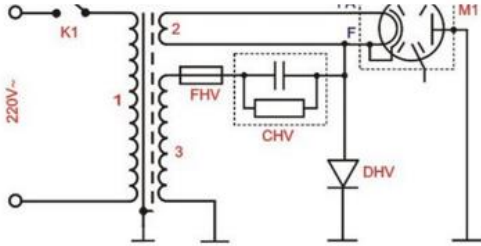




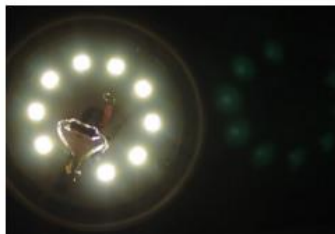
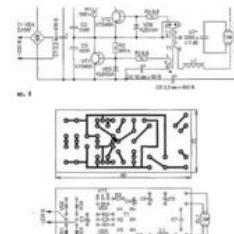
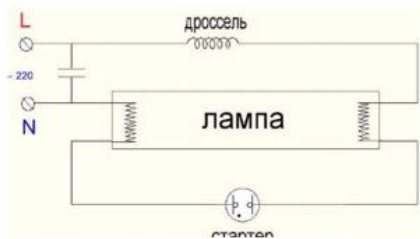
# Трансформаторларнинг нормал ва носоз ҳолатлари



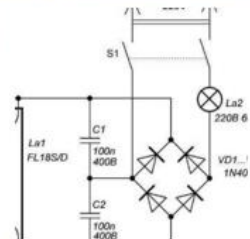
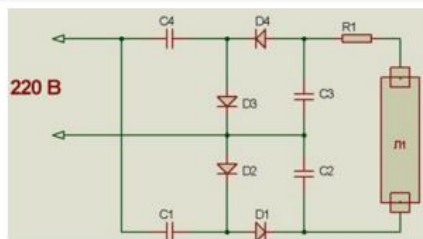
# Трансформаторларнинг нормал ва носоз ҳолатлари



# Электр ёритиш қурилмаларнинг нормал ва носоз ҳолатлари

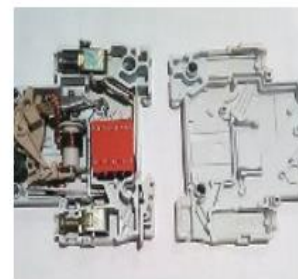
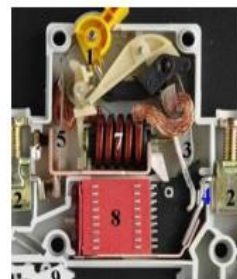
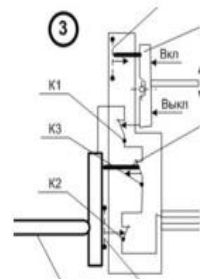
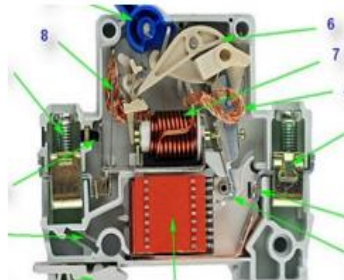
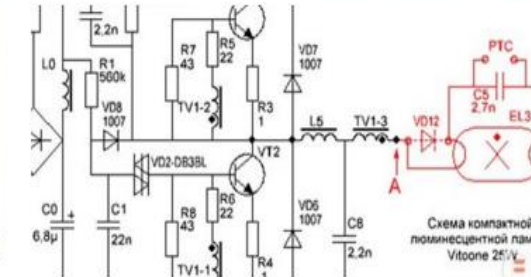
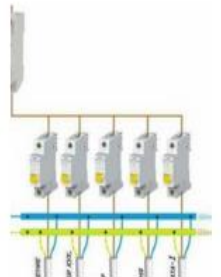
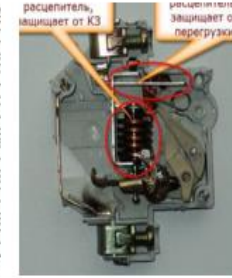
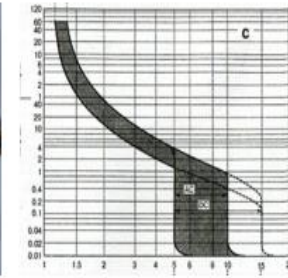


ВИДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМП





# Коммутация аппаратларининг нормал ва носоз холатлари



# Вопросы для самопроверки.

1. Перечислите причины отказов обмотки асинхронного электродвигателя.
2. Перечислите субъективные причины отказов.
3. Что понимают под конструкционными, производственными и эксплуатационными причинами отказов?
4. Как можно разделить отказы по характеру проявления?
5. Какими участками характеризуют общую закономерность отказов?
6. К каким выводам приводит описание закономерности появления отказов?
7. Для чего необходимо знать экономический ущерб от отказов электрооборудования?
8. Почему для сельскохозяйственного производства определяют верхнюю границу ущерба?
9. Какие составляющие ущерба обычно учитывают?
10. Какими методами определяют экономический ущерб?
11. По какой формуле определяют технологический ущерб?
12. Как определяют составляющую ущерба, обусловленную заменой вышедшего из строя электрооборудования?
13. В чём заключается метод косвенного расчёта ущерба?

# Вопросы для самопроверки.

1. Что такое эксплуатация энергооборудования?
2. Каковы задачи и условия рациональной эксплуатации энергооборудования в сельском хозяйстве?
3. Расскажите об эксплуатационных свойствах энергетического оборудования.
4. В чём заключается техническая эксплуатация энергооборудования?
5. Расскажите о системе ППР и ТО.
6. Что такое структура ремонтного цикла?
7. Перечислите цели ТО, ТР и КР.
8. Как определяют периодичность ТО и ТР?
9. Назовите виды стратегий технической эксплуатации.
10. Объясните понятие условных единиц в эксплуатации.

# **Вопросы для самопроверки.**

1. Что называют электрооборудованием?
2. Что такое эксплуатация энергооборудования?
3. Из каких периодов состоит жизненный цикл электрооборудования?
4. В чем заключается техническая эксплуатация энергооборудования?
5. Чем отличается техническая эксплуатация электрооборудования от производственной эксплуатации?
6. В чём заключается цель эксплуатации?
7. Какие термины системного анализа используют при изучении курса «Эксплуатация электрооборудования»?
8. Какие этапы входят в простейший алгоритм принятия решений?
9. Перечислите основное электрооборудование, используемое в агропромышленном комплексе (сельском хозяйстве).
10. Каковы задачи и условия рациональной эксплуатации энергооборудования в сельском хозяйстве?
11. Расскажите об эксплуатационных свойствах энергетического оборудования.
12. Система ППР и ТО.
13. Что такое структура ремонтного цикла?
14. Перечислите цели ТО, ТР и КР.
15. Как определяют периодичность ТО и ТР?
16. Виды стратегий технической эксплуатации.
17. Понятие условных единиц в эксплуатации.



# Темы для самостоятельной работы

- 1. Статистика отказов электрооборудования (различных групп ЭО) в технологических процессах производства (указать конкретное производство).**
- 2. Статистика отказов элементов электродвигателя (трансформатора, электронагревателя, осветительной установки и др.) .**
- 3. Конструктивное отличие, назначение и причины отказов электрооборудования (трансформаторы, электродвигатели, электротермические, осветительные и облучательные установки, пуско-защитная аппаратура).**
- 4. Терминология в эксплуатации электрооборудования.**
- 5. По пройденной теме составить 5 вопросов.**



ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ  
ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Лекция закончена!**



**Благодарю за внимание!**



*Доцент кафедры «Электротехнологии и эксплуатация  
электрооборудования» Юнусов Рустем Фаикович*



+ 998 71 237 19 68



+ 998 90 973 93 53



[rustem-59@mail.ru](mailto:rustem-59@mail.ru)



@Rustem