

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 №3**

**16.09.2020 г.**

Тема занятия: **Причины и последствия  
отказов электрооборудования.**



*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 келажакимизни 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. Закономерности появления отказов электрооборудования.
4. Последствия отказов электрооборудования в отраслях АПК.
5. Расчёт экономического ущерба от отказов электрооборудования.

## 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.

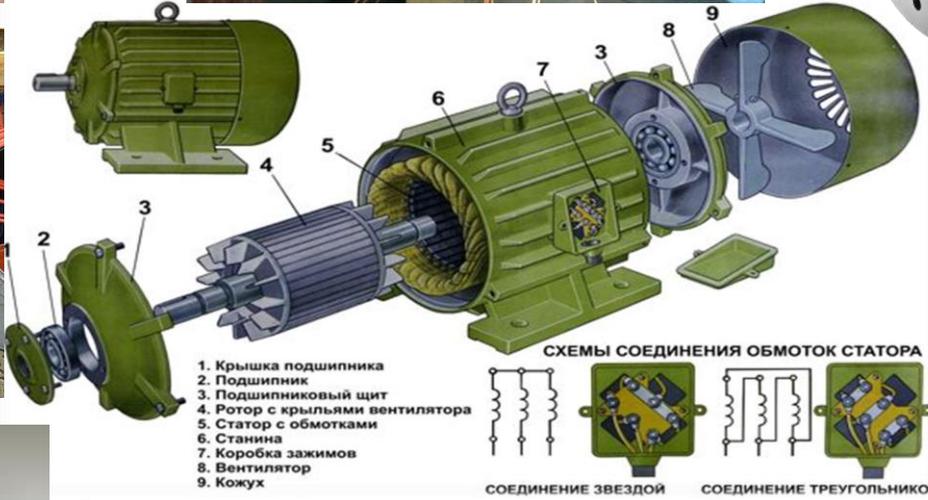
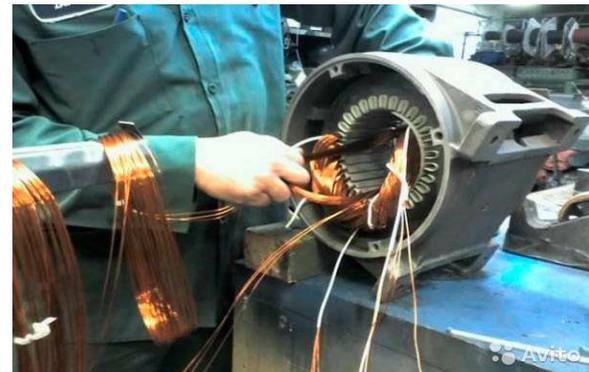
Так, животноводческие комплексы имеют сложные сети внутреннего и внешнего электроснабжения от нескольких трансформаторных подстанций, присоединенных к различным районным сетям. В технологических процессах используется до 1000 электродвигателей, большое число электронагревательных, осветительных и облучательных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



# Асинхронные электрические двигатели

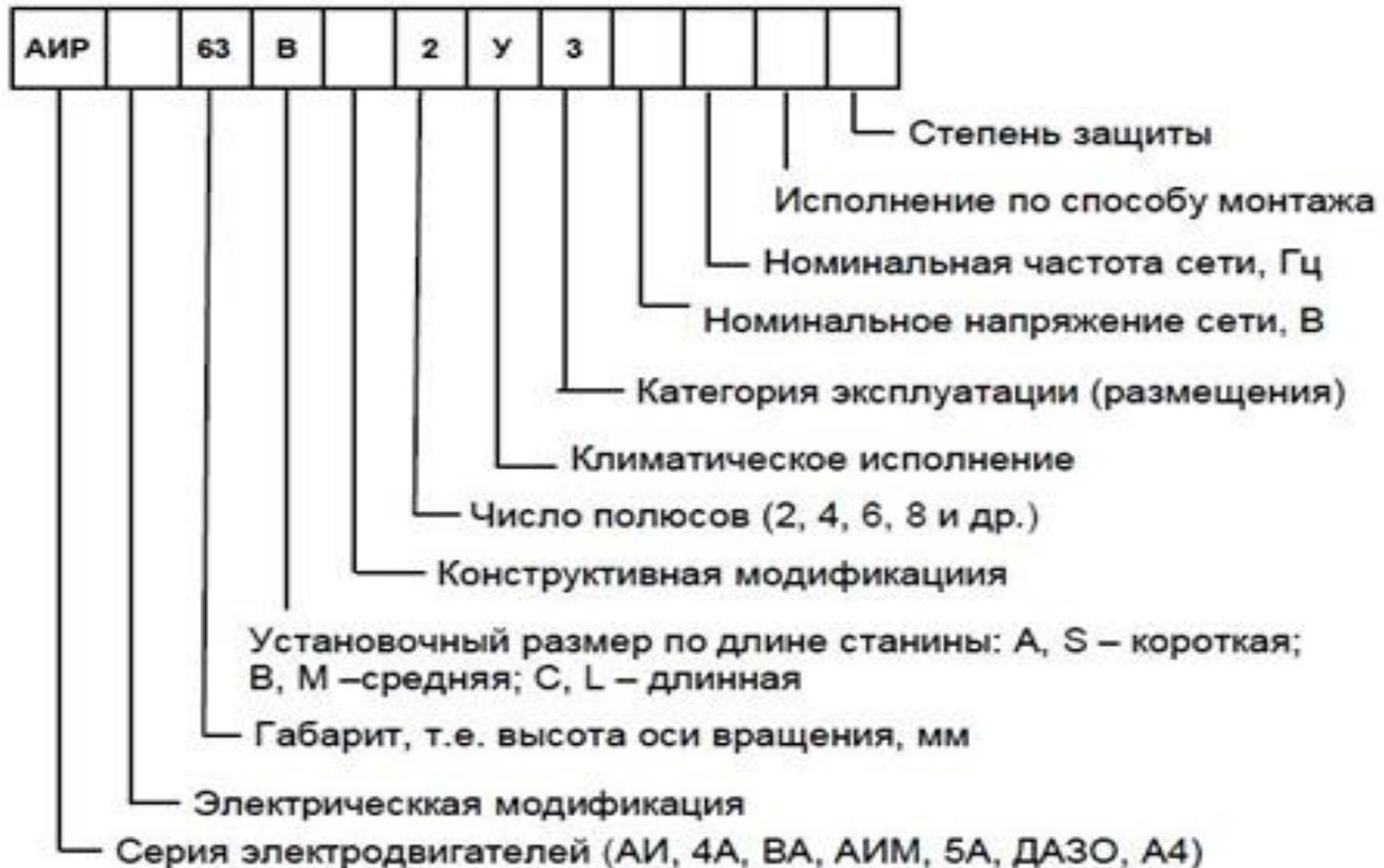
РАСШИФРОВКА НАИМЕНОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ —  
СМОТРИМ НА ПРИМЕРЕ

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

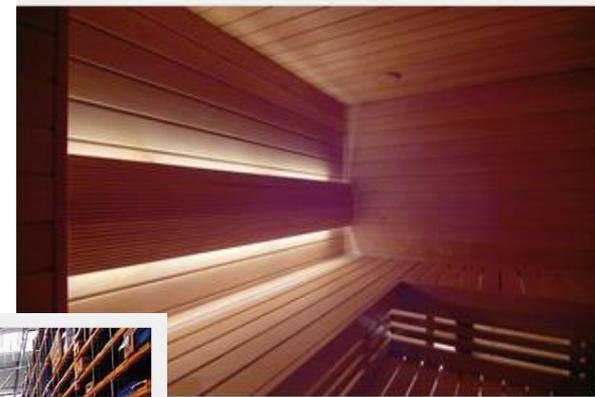


# Асинхронные электрические двигатели

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 конструкционные, 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.

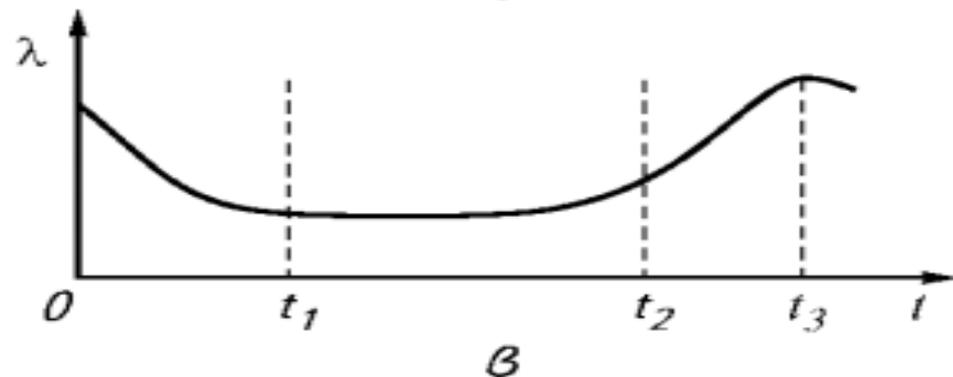
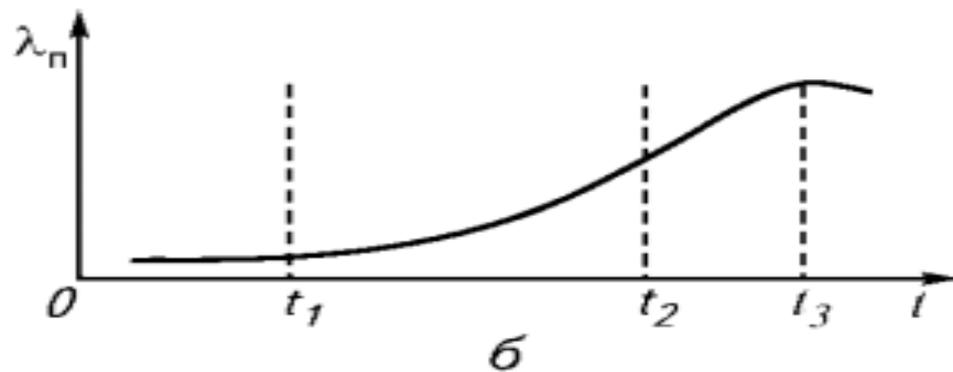
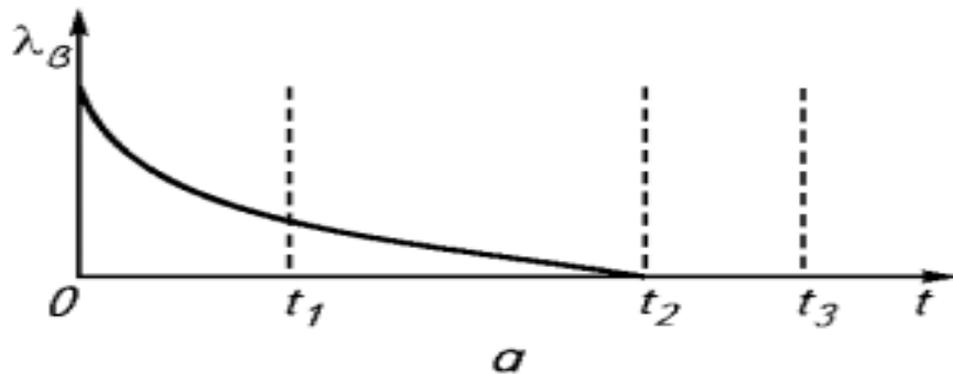
## **Закономерности появления отказов ЭО**

**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./( $\text{кВт} \cdot \text{ч}$ );  $\lambda_{\text{норм}}, \lambda_{\text{факт}}$  — 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  $P_{\Sigma} = 12 \text{ кВт}$ ,  $\tau_{\text{доп}} = 2 \text{ ч}$ .

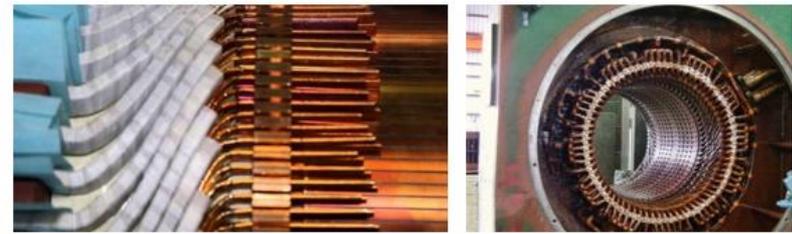
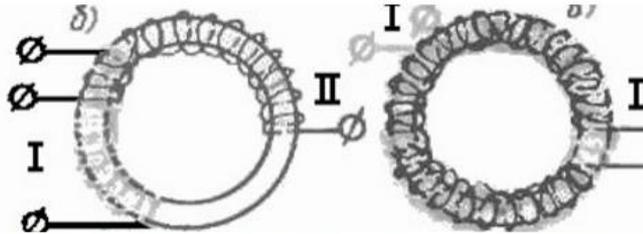
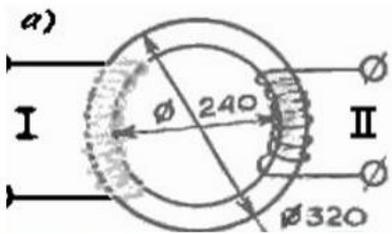
Используя данные таблицы 2.2, по формуле (2.1) получим ущерб при старой  $Y_c$  и новой  $Y_n$  системе эксплуатации:

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

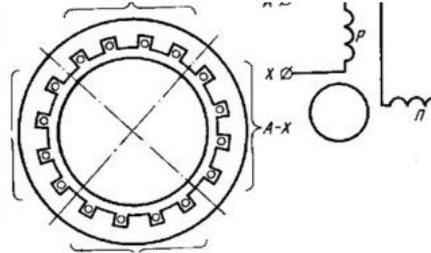
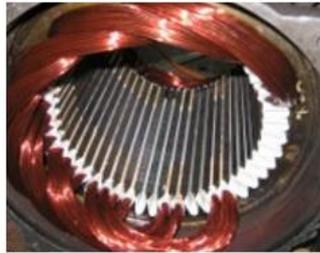
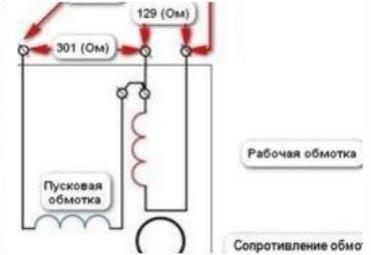
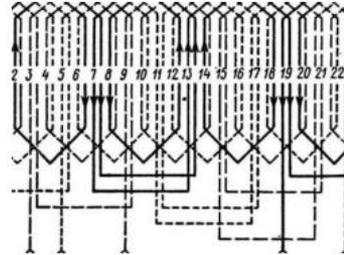
Снижение ущерба  $Y_c - Y_n = 432 \text{ руб.}$

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

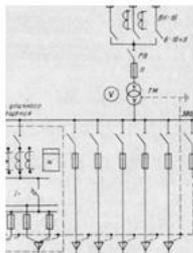
# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



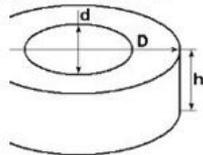
# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО



сердечник ОЛД/О-н

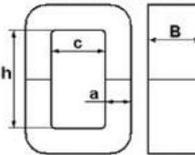


$$S_o = \frac{(D-d) \cdot h}{2}$$

$$S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Например, для ОЛ64/100-50

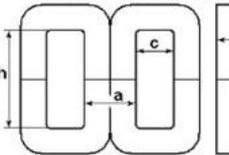
сердечник ПЛЛ а х в



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

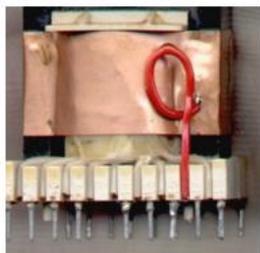
Например, для ПЛР 21х32  
при c = 26 мм, h = 85 мм  
S<sub>c</sub> = 6.72 см S<sub>o</sub> = 22.1 см

сердечник ШЛ а х в



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

Например, для ШЛ 20х32  
при c = 13 мм, h = 85 мм  
S<sub>c</sub> = 6.4 см S<sub>o</sub> = 11.05 см



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



# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО

# Иллюстрации о нормальных и аварийных состояниях ЭО

# 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 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