

УДК 378 +621.3

Лапаник О. Ф.

Кандидат педагогических наук, доцент

кафедра «Электротехника и автоматика»

Дальневосточный государственный технический

рыбохозяйственный университет

«Дальрыбвтуз»

Россия, г. Владивосток

**РОЛЬ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ ЛИКВИДАЦИИ
АСИНХРОННОГО РЕЖИМА (АЛАР) ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОВ**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы развития перспективной области экономики электроэнергетики и подготовки специалистов этого направления. Для подготовки профессионалов высокого уровня в техническом вузе необходимо не только закладывать фундаментальные знания, но и развивать теоретические и практические компетенции в специализированных дисциплинах. Будущие энергетики должны приобретать практические умения работы со средствами автоматизации специального назначения АЛАР.

Ключевые слова: обучение будущих энергетиков в техническом вузе, средства автоматизации ликвидации асинхронного режима АЛАР, средства АПВ

Abstract. This article examines the development of the promising field of electric power economics and the training of specialists in this field. To train high-level professionals, a technical university must not only provide fundamental knowledge but also develop theoretical and practical competencies in specialized disciplines. Future power engineers must acquire practical skills in working with specialized automation equipment (ALAR).

Key words: training of future power engineers in a technical university, automatic asynchronous mode elimination equipment (ALAR), automatic reclosing equipment

В современном мире, где энергетические системы становятся все более сложными и многогранными, качественная подготовка будущих специалистов в области электроэнергетики, стремящихся стать специалистами в области надежности, имеет критическое значение. Поэтому целью образования в современном техническом вузе является повышение качества обучения. Инновационные технологии предоставляют такие возможности, которые соответствуют мировым тенденциям и позволяют использовать образовательные ресурсы, обеспечивая неограниченное образовательное пространство для обучающихся различных направлений [1].

Опираясь на нормативные документы энергетической отрасли следует выделить приоритетные задачи, обозначенные руководством страны, касающиеся привлечения в отрасль профессионалов высокого уровня подготовки. В настоящее время наблюдается изменение структуры занятости, характеризующееся снижением доли рабочих мест, требующих базовой квалификации, и ростом спроса на специалистов с глубокими знаниями, необходимыми для работы на современных технологических производствах. К таким специалистам относятся сотрудники, обладающие обширными компетенциями и способные решать уникальные технические проблемы на стыке разных дисциплин, включая, например, физику, IT, математику, электротехнику. В России остро ощущается нехватка квалифицированных кадров, в особенности, специалистов в области энергетики [2, 3].

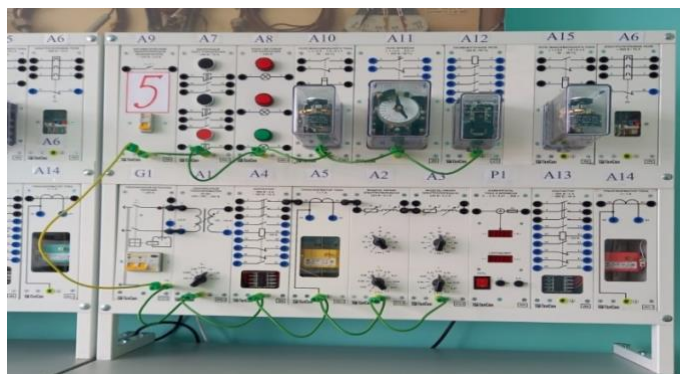
По данным работы Александрова Н.М. и Зарубина Д.В. [4], стабильность подачи электроэнергии потребителям в значительной мере определяется непрерывным функционированием устройств, участвующих в производстве и передаче электричества, размещенных на электростанциях и распределительных подстанциях. Чтобы сохранить их эффективность, гарантировать устойчивость энергоснабжения и минимизировать расходы, применяются передовые автоматизированные системы, включая средства автоматического повторного включения (АПВ), а также средства специального назначения, к которым относится автоматика ликвидации

асинхронного режима (АЛАР), предотвращающая развитие катастрофических последствий при потере синхронной работы генераторов и частей энергосистемы

Для развития кадрового потенциала в процессе обучения студентов в техническом вузе «Дальрыбвтуз» требуется не только закладывать фундаментальные знания, но и развивать теоретические и практические компетенции в специализированных дисциплинах, связанных с процессами генерации энергии и обеспечения непрерывной работы энергосистем.

Практические навыки работы с оборудованием студенты приобретают в лаборатории «Электричество и магнетизм» и «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения на основе электромагнитных реле» РЗАСЭСР1-С-Р, а также на энергетических предприятиях г. Владивостока.

Первое знакомство студентов энергетиков со средствами автоматике происходит в лаборатории средств релейной защиты и автоматике (Рис.1)



**Рисунок 1. Стенд для исследования работы средств АПВ
на лабораторных работах**

Рисунок составлен по материалам [5]

Автоматика повторного включения (АПВ) — это система, которая автоматически восстанавливает питание после временных отключений (например, из-за грозы или кратковременных сбоев), предотвращая длительные потери энергии. В контексте энергосбережения АПВ минимизирует простой оборудования, снижает потребление на резервные источники и предотвращает каскадные потери. Для эффективной работы АПВ необходимо контролировать ключевые параметры в реальном времени, чтобы избежать повторных аварий

и оптимизировать энергопотребление. Ниже приведены основные параметры, их обоснование и связь с энергосбережением.

В таблице показаны основные контролируемые параметры, с которыми знакомятся студенты при выполнении лабораторных работ.

АПВ интегрируется с датчиками и реле защиты (например, в АСУ ТП или умных сетях). Контроль осуществляется перед, во время и после включения. Параметры выбираются по стандартам, таким как ГОСТ Р 55105-2012 или IEEE C37.104.

Таблица

Основные контролируемые параметры работы АПВ

Характеристика	Функция	Влияние на экономию энергии	Примеры показателей/данных
Напряжение	Отслеживание уровня напряжения на проводе или устройстве перед активацией. АПВ активируется лишь при возвращении к стандартному напряжению ($\pm 10-15\%$ от нормативного значения)	Избегает подключения при пониженном напряжении, что могло привести к перегрузу и лишним затратам энергии. Уменьшает вероятность происшествий, позволяя сэкономить до 5–10% на ремонте (согласно данным IEA о потерях в сетях)	Стандарт: 220 В (домашняя сеть) или 110–500 кВ (линии высокого напряжения).
Ток	Оценка тока нагрузки и остаточного тока после разрыва. АПВ подтверждает отсутствие короткого замыкания (ток ниже порогового уровня).	Сокращает частоту повторных отключений, уменьшая периоды бездействия и потери энергии в режиме ожидания. В электроэнергетике это приводит к снижению общих потерь на 3–7% (по материалам ПАО "Россети").	Граница: 1–5 А для линий; при высоких токах (>100 А) АПВ отключается.

Частота	Надзор за частотой сети (как правило, 50 Гц в РФ или 60 Гц в США). АПВ согласовывает активацию с частотой сети.	Гарантирует устойчивость, предотвращая несогласованные подключения, вызывающие резкие скачки энергии и убытки. Позволяет сэкономить энергию на согласовании генераторов (до 2–5% в установках с изменяющейся нагрузкой).	Диапазон: ± 0.5 Гц; при выходе за пределы АПВ блокируется.
Временная пауза	Промежуток перед повторной активацией (от нескольких секунд до минут, в зависимости от вида АПВ: одноразовое или многократное).	Даёт возможность ликвидировать кратковременные проблемы (к примеру, дуговые разряды), избегая лишних циклов и затрат энергии. Нормативы предлагают 0.5–30 с для линий.	Результат: уменьшает потери на 10–20% в сетях с регулярными сбоями (по сведениям Минэнерго РФ).
Согласованность фаз	В трёхфазных системах — проверка угла фазы и разницы напряжений между сторонами разъединителя.	Предупреждает несинхронное подключение, приводящее к пикам тока и энергетическим потерям. Особенно важно для линий высокого напряжения.	Угол: менее 30° ; разница напряжений менее 10%.

Ключевым элементом ПА специального назначения является автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР), которая предотвращает развитие катастрофических последствий при потере синхронной работы генераторов и частей энергосистемы.

На электроэнергетических предприятиях во время практики студенты Дальрыбвтуза знакомятся с работой средств АЛАР (Рис.2).



***Рисунок 2 – Средства АЛАР энергетического предприятия
г. Владивостока***

Для проверки уровня сформированности знаний и практических умений студентам предлагались задания:

- 1. Охарактеризовать режимы работы средств специального назначения АЛАР: асинхронный, качаний мощности, глубоких провалов напряжения, недопустимых отклонений частоты, локальных перегрузок.*
- 2. Выявить отличительные черты ПА специального назначения.*
- 3. Признаки асинхронного режима.*
- 4. Основные задачи АЛАР*
- 5. Последовательность действий после обнаружения асинхронного режима АЛАР.*

Таким образом, моделирование функционирования средств АПВ и АЛАР в лабораторной среде и на практике на энергетических предприятиях г. Владивостока дает возможность студентам Дальрыбвтуза освоить практические умения работы с автоматизированными системами и развить осознание мероприятий, требуемых для избежания отключений и блэкаутов, а также поддержания бесперебойного снабжения электричеством. Увеличение надежности и эффективности энергоснабжения способствует процессу энергосбережения.

Использованные источники

1. Косарев, П. Г. Верификация исходных данных для информационной системы на примере АСУЭ / П. Г. Косарев, Н. Н. Нурахов, А. О. Брылев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 12-3. С. 82-88. EDN XDEJTL.

2. Кулдин Н.А. Подготовка энергоэнергетиков в современных условиях // Электрические станции. 2018. № 1 (1038). С. 56 -59.

3. Туфанов А.О., Резинкина Л.В., Моштаков А.А. Инновационная модель развития регионального научно-технического и инженерного образования // Непрерывное образование: XXI век. 2023. № 4 (44). DOI: 10.15393/j5.art.2023.8844.

4. Александров Н.М., Зарубин Д.В. Проверка оборудования подстанций первичным током // Релейная защита и автоматизация. ООО «НПП «Динамика». Чебоксары. 2022. № 4(49). С.54 – 59.

5. Руководство по выполнению базовых экспериментов. РЗАСЭС.001 РБЭ – Челябинск: ООО «ИПЦ «Учебная техника». 2007. 51с.

Сведения об авторе:

Лапаник Ольга Федоровна, кандидат педагогических наук, доцент,

E-mail: Lapanik.of@mail.ru