

## ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**Зубков М.А., студент 2 курса факультета энергетики и систем управления**

**Научный руководитель – Черных Т.Е., преподаватель  
ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический  
университет**

**Ключевые слова:** системы учета электроэнергии, АСУЭ, счетчики электроэнергии, энергосбережение, точность измерений.

*В статье рассматривается эволюция систем учета электроэнергии, начиная с первых электромеханических счетчиков, изобретенных в конце XIX века, и заканчивая современными автоматизированными системами учета и контроля электроэнергии (АСУЭ). Приведены примеры расчетов точности измерений и потерь энергии, что позволяет оценить эффективность современных систем учета.*

**Введение.** С момента появления первых электромеханических счетчиков в 1889 году системы учета электроэнергии прошли долгий путь развития. Сегодня они представляют собой сложные многофункциональные устройства, способные не только учитывать потребленную энергию, но и контролировать качество электроэнергии, минимизировать потери и обеспечивать эффективное управление энергосистемами. В условиях растущего спроса на электроэнергию и необходимости снижения потерь в сетях, развитие систем учета становится ключевым элементом современной энергетики. Цель данной работы — проанализировать эволюцию систем учета электроэнергии, оценить их современное состояние и предложить направления для дальнейшего совершенствования.

**Цель работы:** изучить историю развития систем учета электроэнергии.

Проанализировать современную структуру АСУЭ и её компоненты. Оценить точность измерений и потери энергии

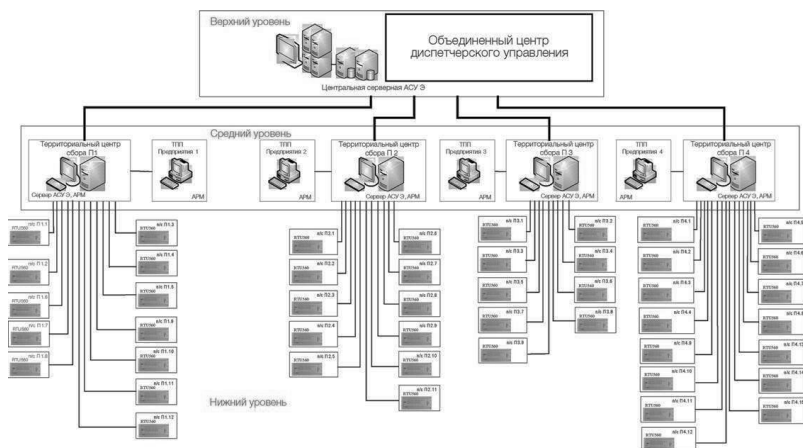
в современных системах учета. Предложить направления для дальнейшего совершенствования систем учета.

**Результаты исследования.** Первые электромеханические счетчики, такие как изобретение Оливера Шелленбергера, были основаны на эффекте вращающихся полей [1]. Однако они не учитывали мощность, что ограничивало их применение. Индукционные счетчики, появившиеся позже, стали основой для учета электроэнергии в XX веке. Их точность и надежность позволили широко внедрить их в энергосистемы. В СССР были разработаны счетчики типа «СО» [2], которые до сих пор используются в некоторых регионах. На рисунке 1 представлен пример такого счетчика.



**Рис. 1. Счетчик электрической энергии**

Современные системы учета электроэнергии [3] представляют собой иерархическую структуру, состоящую из трех уровней (рисунок 2):



**Рис. 2. Иерархия АСУЭ**

1 уровень: информационно-измерительные комплексы (ИИК), включающие многотарифные счетчики, трансформаторы тока и напряжения.

2 уровень: информационно-вычислительные комплексы энергообъекта (ИВКЭ), включающие устройства сбора и передачи данных (УСПД).

3 уровень: информационно-вычислительный комплекс (ИВК), включающий серверное оборудование и программное обеспечение для анализа данных.

Точность измерений современных счетчиков [4] может быть оценена по формуле (1):

$$\Delta P = \frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{реал}}}{P_{\text{реал}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $\Delta P$  – погрешность измерений,  $P_{\text{изм}}$  – измеренная мощность,  $P_{\text{реал}}$  – реальная мощность.

Потери энергии в системе учета могут быть рассчитаны по формуле (2):

$$P_{\text{потери}} = P_{\text{вход}} - P_{\text{выход}} \quad (2)$$

где  $P_{\text{вход}}$  – мощность на входе системы,  $P_{\text{выход}}$  – мощность на выходе.

Для совершенствования современных системы учета электроэнергии используются следующие методы: внедрение интеллектуальных счетчиков (smart meters) с возможностью удаленного сбора данных и анализа в реальном времени [5]; применение блокчейн-технологий для повышения прозрачности и безопасности учета; разработка более точных и энергоэффективных трансформаторов тока и напряжения.

**Выводы.** Системы учета электроэнергии прошли значительный путь развития, начиная с простых электромеханических устройств и заканчивая сложными автоматизированными системами. Современные АСУЭ позволяют не только учитывать потребленную энергию, но и минимизировать потери, повышая эффективность энергосистем. Дальнейшее развитие систем учета должно быть направлено на внедрение интеллектуальных технологий, повышение точности измерений и снижение потерь энергии.

#### **Библиографический список:**

1. Электрический счетчик для переменного тока – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.elec.ru/news/2015/08/14/127-let-nazad-byt-zapatentovan-elektricheskij-schy.html>
2. Виды счетчиков электроэнергии – Электронный ресурс – Режим доступа: <https://www.panpwr.ru/expert/tpost/fhc6dl9xra-vidi-schetchikov-elektroenergii>
3. Измерение электроэнергии – Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.toroid.ru/mininGP.html>
4. Иванов, А.В. Современные системы учета электроэнергии. Энергетика и электротехника, 12(3), 2020, – с. 45-52.
5. Петров, С.И. Интеллектуальные системы учета электроэнергии: перспективы и вызовы. Журнал энергетических исследований, 8(2), 2019 – с. 67-74.

## EVOLUTION OF ELECTRICITY METERING SYSTEMS

**Zubkov M.A.**

**Scientific supervisor – Chernykh T.E.**

**Voronezh State Technical University**

**Keywords:** *electricity metering systems, AES, electricity meters, energy saving, measurement accuracy.*

*The article examines the evolution of electricity metering systems, starting with the first electromechanical meters invented at the end of the 19th century and ending with modern automated electricity metering and control systems (AES). Examples of calculations of measurement accuracy and energy losses are given, which allows us to evaluate the effectiveness of modern metering systems.*