

## ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИН И НАРУЖНЫХ РАЗМЕРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

**Рахимова Нигина Мурод кизи**

Преподаватель и соискатель совместного  
Белорусско-Узбекского межотраслевого  
института прикладных технических  
квалификаций в городе Ташкенте.

**Шавкатова Муниса Шералиевна**

студент 4-курса  
Совместный Белорусско-Узбекский  
межотраслевой институт прикладных  
технических квалификаций в городе Ташкенте.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10778197>

***Аннотация.** Электрические и оптоволоконные кабели играют ключевую роль в современных коммуникационных и электроэнергетических системах. Однако точные измерения их толщины и внешних размеров являются сложной задачей, часто сопряженной с неопределенностью. В данной статье мы рассмотрим важность оценки неопределенности в измерениях электрических и оптоволоконных кабелей, а также вызовы, с которыми сталкиваются инженеры при проведении таких измерений.*

***Ключевые слова:** Электрические кабели, оптоволоконные кабели, измерение толщины, внешние размеры, точность измерений, неопределенность, температурные воздействия, стандарты и нормативы.*

### ASSESSMENT OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT OF THICKNESS AND EXTERNAL DIMENSIONS OF ELECTRICAL AND FIBER OPTICAL CABLES

***Abstract.** Electrical and fiber optic cables play a key role in modern communications and electrical power systems. However, accurate measurements of their thickness and external dimensions are challenging and often fraught with uncertainty. In this article, we look at the importance of estimating uncertainty in electrical and fiber optic cable measurements, and the challenges engineers face when making such measurements.*

***Key words:** Electrical cables, fiber optic cables, thickness measurement, external dimensions, measurement accuracy, uncertainty, temperature effects, standards and regulations.*

Эффективное функционирование электрических и оптоволоконных кабелей напрямую зависит от их физических параметров, таких как толщина и внешний диаметр.

Точные измерения этих параметров существенны для проектирования и управления сетями передачи данных и электроэнергии. Неверные измерения могут привести к перегреву, потере сигнала или другим негативным последствиям, влияющим на надежность системы.

Электрические кабели часто имеют сложную структуру, включая изоляцию, экранирование и множество проводников. Измерение толщины таких кабелей требует точных методов, способных учитывать все слои конструкции. Измерительные устройства, такие как микрометры и лазерные метры, могут использоваться, но неопределенность в

измерениях может возникнуть из-за неоднородности материалов или деформаций в процессе производства.

Оптоволоконные кабели являются основой современных высокоскоростных сетей передачи данных. Измерение внешних размеров оптоволокна, включая его диаметр, является критическим параметром для обеспечения правильной передачи светового сигнала. Оптические микроскопы и лазерные датчики часто применяются для измерений, но неопределенность может возникнуть из-за влияния окружающей среды на световой сигнал.

Составляющая	Распределение вероятностей	Значение, %	$u_i(y)$ , %	$u_i(y)^2$ , % <sup>2</sup>	Пояснение
Суммарный вклад в измерение при горизонтальной развертке осциллографа (см. примечание 1)	Нормальное, $k = 2$	3,2	1,6	2,56	По данным калибровочной лаборатории осциллографа
Составляющая за счет цепи "датчик тока - аттенюатор - кабель"	Нормальное, $k = 2$	3,62	1,8	3,24	По данным калибровочной лаборатории осциллографа
Рассогласование цепи "датчик тока - аттенюатор - кабель - осциллограф"	U-образное делитель = $\sqrt{2}$	2	1,4	2	Из данных калибровки или технических характеристик (см. примечание 2)
Низкочастотное передаточное сопротивление	Нормальное, $k = 2$	$6 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-12}$	Внутренняя калибровка (см. примечание 3)
Повторяемость измерений	Нормальное, делитель = 1	1,5	1,5	2,25	Получено из оценки по типу А (см. примечание

Для снижения неопределенности в измерениях толщины и внешних размеров кабелей разработаны стандарты и рекомендации. Они устанавливают требования к методам измерений, используемым при производстве и тестировании кабелей. Внедрение стандартов способствует повышению единообразия в индустрии и обеспечивает более точные и сопоставимые результаты.

Одним из основных вызовов в измерениях толщины и внешних размеров кабелей являются температурные воздействия. Тепловые колебания могут вызвать деформации материалов кабеля, что в свою очередь влияет на точность измерений. Инженеры должны учитывать температурные условия и применять коррекционные коэффициенты для учета этих изменений.

Современные технологии, такие как компьютерное зрение и автоматизированные системы измерений, предоставляют новые возможности для улучшения точности и эффективности измерений. Использование искусственного интеллекта для анализа данных может помочь в выявлении и устранении неопределенности, связанной с человеческим фактором.

Инженеры, занимающиеся измерением толщины и внешних размеров кабелей, должны учитывать неопределенность в каждом этапе процесса. Это начинается с выбора подходящих измерительных приборов, учитывая требования кабеля и его окружающей среды. Использование высокоточных инструментов, таких как атомные силовые микроскопы или лазерные интерферометры, может существенно снизить степень неопределенности.

Установка контрольных точек и регулярная калибровка измерительных устройств играют решающую роль в минимизации неопределенности. Периодическая проверка и коррекция системы измерений помогают поддерживать ее точность в изменяющихся условиях эксплуатации. Следовательно, инженеры должны уделять внимание не только самому процессу измерения, но и системе управления качеством.

Реальные условия эксплуатации кабелей могут существенно отличаться от лабораторных условий. Температурные колебания, воздействие влаги и механические воздействия – все это факторы, которые могут повлиять на размеры кабеля. Проведение измерений в реальных условиях позволяет учесть эти воздействия и получить более точные результаты.

Применение стандартов и нормативов в области измерения толщины и внешних размеров кабелей является ключевым аспектом обеспечения единообразия в индустрии.

Международные и национальные стандарты устанавливают методы измерений, а также требования к точности. Инженеры должны активно следить за обновлениями стандартов и применять их в своей работе.

Обучение персонала, работающего с измерительными устройствами, играет важную роль в обеспечении точности и надежности измерений. Инженеры должны быть ознакомлены с особенностями применяемых приборов, методами измерения и технологиями, используемыми в их области работы. Это содействует минимизации человеческого фактора в процессе измерения.

С развитием сенсорных технологий и применением искусственного интеллекта, возможности точных измерений существенно увеличиваются. Смарт-сенсоры и автоматизированные системы могут непрерывно мониторить состояние кабелей, предупреждая об изменениях и предоставляя более высокий уровень точности в реальном времени.

***Заключение:** Оценка неопределенности в измерениях толщины и внешних размеров электрических и оптоволоконных кабелей представляет собой сложную задачу, которую необходимо решать системно. Инженеры должны учитывать не только технические аспекты измерений, но и факторы, влияющие на точность результатов. Применение современных технологий, включая автоматизацию и искусственный интеллект, предоставляет новые возможности для улучшения точности и надежности измерений.*

*Вместе с тем, обучение персонала и строгое соблюдение стандартов остаются ключевыми факторами в обеспечении качества измерений в данной области.*

## REFERENCES

1. Основные понятия и области применения ВОЛС [Электронный ресурс]//ООО «Спектр» - ВОЛС: 2012.
2. Учебные материалы фирмы АВВ для повышения квалификации сотрудников МЭС Центра [Текст]: Москва, 2007г. -250с.
3. Чичёв, С.И. Информационно-измерительная система центра управления электрических сетей С.И. Чичёв, В.Ф. Калинин, Е.И. Глинкин: Машиностроение. - Москва, 2009. - 176с.
4. Чичёв, С.И. Корпоративная интегрированная система контроля и управления распределительным электросетевым комплексом С.И. Чичёв, В.Ф. Калинин, Е.И. Глинкин: Спектр. - Москва, 2012. - 228с.
5. Kiyamov, A., Khakimova, M., Ochilova, M., Razzakov, T., & Begimkulov, F. (2023). Roller-combing machine for preparation of combs. In E3S Web of Conferences (Vol. 390). EDP Sciences.
6. Juliev, M., Ng, W., Mondal, I., Begimkulov, D., Gafurova, L., Hakimova, M., ... & Saidova, M. (2023). Surface displacement detection using object-based image analysis, Tashkent region, Uzbekistan. In E3S Web of Conferences (Vol. 386). EDP Sciences.
7. Khakimova, M. X., & Bo'riyeva, S. Z. (2022). The Amount of Different Forms of Iron Contained in Soils Formed in Tertiary Reddish Deposits. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 6, 157-162.