

УДК 621.315

**НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ КАБЕЛЕЙ
NEW TRENDS IN THE DEVELOPMENT AND CABLE PRODUCTION**

Е.Д. Михальцевич, Е.Р. Медовский, А.И. Новик

Научный руководитель – С.В. Константинова, к.т.н., доцент,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

E. Mikhaltsevich, E. Medovsky, A. Novik

Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье рассматриваются актуальные тенденции в области разработки и производства кабелей.

Abstract : this article discusses current trends in cable development and production.

Ключевые слова: кабели, кабельные линии, силовые кабели.

Keywords: cables, cable lines, power cables.

Введение

Кабели являются ключевым элементом в современных электрических и информационных сетях, обеспечивающим трансляцию энергии и данных на разных уровнях.

С развитием технологий и ростом необходимости в скоростной передаче информации, а также в надежных источниках питания, тренды в разработке и производстве кабелей приобретают всё большую важность.

В последние годы произошёл значительный прорыв в области материаловедения, что позволяет создавать кабели с улучшенными свойствами: повышенной прочностью, стойкостью к внешним факторам и меньшими потерями при передаче.

Климатические изменения и необходимость перехода на устойчивые источники энергии, вынуждают производителей кабелей внедрять инновационные решения и экологически безопасные технологии.

В связи с этим особое внимание уделяется разработке кабелей для возобновляемых источников энергии, например, солнечных и ветряных электростанций, а также для систем электромобилей.

Основная часть

Разработка новых энергетических кабелей на сегодняшний день требует не только высокой производительности и надежности, но и учета влияния на окружающую среду, а также снижения уровня углеродного следа.

Разработка кабелей, способных работать в условиях высоких температур, позволяет решать вопросы работы оборудования ВИЭ. Требования к проводам в плане интеллектуальности и надежности, и кабелям выросли.

Так же растущий интерес к возобновляемой энергетике и электромобилям открывает новые перспективы перед производителями кабелей.

Разработка специализированных решений для данных сегментов не только соответствует принципам устойчивого развития, но и предоставляет возможности для экономического подъема в индустрии.

Вместе с тем, увеличение конкуренции на рынке кабельной продукции обуславливает необходимость постоянного совершенствования производственных процессов и применения новаторских подходов.

Важно принимать во внимание экологические аспекты производства, что требует от компаний активного участия в создании устойчивых технологий.

Новым направлением в производстве кабелей относится использование композитных материалов, жидких диэлектриков.

В кабельной промышленности композиты используются для изготовления изоляции и оболочки.

Например, сочетание стекловолокна и эпоксидной смолы придает кабелю высокую прочность и устойчивость к механическим повреждениям [1]. Преимущества композитных материалов приведены в таблице 1:

Таблица 1 -Преимущества композитных материалов

1	Высокая прочность : Композитные кабели способны выдерживать значительные нагрузки, что особенно важно для кабелей, применяемых в строительстве, промышленности и энергетике
2	Коррозионная стойкость: Композитные материалы не подвержены коррозии, что позволяет использовать их в агрессивных средах, например, в морской воде или в химически активных средах
3	Гибкость: Композитные кабели могут быть изготовлены различной формы и конфигурации, что расширяет возможности их применения. Композитные материалы применяются для производства, например, подводных кабелей, кабелей для нефтегазовой промышленности и т.п.

Как известно, жидкие диэлектрики это жидкости с высокими изоляционными свойствами, которые используют в качестве изоляционного материала в высоковольтных кабелях [2], что обеспечивает надежную изоляцию, высокую эффективность передачи энергии (таблица 2).

Таблица 2 Преимущества жидких диэлектриков

1	Высокая прочность на пробой: жидкие диэлектрики способны выдерживать высокие напряжения без пробоя
2	Низкие диэлектрические потери: меньше энергии теряется в виде тепла при передаче электрического тока.
3	Самостоятельное восстановление: при возникновении разряда в жидком диэлектрике образуется газовый пузырь, который со временем рассасывается, восстанавливая изоляцию.

Новым направлением в производстве кабелей становится роботизация (таблица 3).

Таблица 3 - Преимущества роботизации производства

Повышение точности	роботы выполняют операции с высокой точностью, что снижает количество брака.
Повышение производительности	автоматизация позволяет увеличить объем производства и сократить время изготовления продукции
Повышение безопасности	роботы выполняют опасные и монотонные работы, снижая риск травматизма.

Применение гибридных технологий в производстве кабелей открывает новые перспективы и преимущества (таблица 4).

Таблица 4 – Преимущества гибридных технологий

1	Оптимизация производства	гибкое сочетание автоматизированных и ручных процессов позволяет оптимизировать производство под конкретные задачи
2	Повышение качества	сочетание точности автоматизированных процессов с гибкостью ручного труда позволяет создавать высококачественные изделия
3	Расширение возможностей	гибридные технологии открывают новые возможности для создания кабелей с нестандартными характеристиками

Создаются интеллектуальные кабели, оснащенные встроенными датчиками, контролирующими состояние кабеля [3,4], что позволяет предотвращать аварии, оптимизировать эксплуатацию кабелей (таблица 5).

Таблица 5 - Возможности интеллектуальных кабелей

Мониторинг состояния	датчики позволяют отслеживать износ изоляции, наличие механических повреждений и другие факторы, влияющие на надежность кабеля
Самодиагностика	интеллектуальные кабели способны самостоятельно обнаруживать и сигнализировать о неисправностях
Оптимизация эксплуатации	анализ данных, полученных от датчиков, позволяет оптимизировать режимы работы кабельных сетей и повысить их эффективность

Применение интеллектуальных кабелей повышает надежность, снижает затраты на обслуживание, позволяет оптимизировать режимы работы кабельных сетей (таблица 6)[4].

Таблица 5 - Перспективы развития интеллектуальных кабелей

Интеграция в системы "умного дома" и "умного города"	интеллектуальные кабели могут стать неотъемлемой частью инфраструктуры "умных" городов, обеспечивая эффективное управление энергоресурсами
Применение в промышленности	интеллектуальные кабели могут использоваться для мониторинга состояния производственного оборудования и оптимизации технологических процессов
Развитие новых материалов и технологий	Появление новых материалов и технологий позволит создавать интеллектуальные кабели с расширенным функционалом

Заключение

Анализ тенденций в сфере проектирования и производства кабельной продукции показывает, что данная область демонстрирует активное развитие, чему способствуют как технологические новшества, так и перемены в запросах потребителей. Кабели становятся более эффективными, долговечными и экологичными благодаря внедрению новых материалов и методик. В частности, использование композитов, усовершенствованных изоляционных систем и интеллектуальных систем управления позволяет значительно улучшить свойства кабелей и расширить области их использования.

Будущее кабельной промышленности определяется умением адаптироваться к новым вызовам и запросам рынка, что предоставит возможности для внедрения передовых решений и повышения конкурентоспособности на мировом рынке.

Литература

1. Отраслевой электротехнический портал [сайт]. - / Инновации в кабельной промышленности: тенденции и перспективы – URL: <https://marketelectro.ru/content/innovatsii-v-kabelnoy-promyshlennosti-tendentsii-i-perspektivy> (дата обращения: 27.03.2025).
2. X-CABEL [сайт]. - / Новые достижения в области разработки электрических кабелей – URL: <https://xcabel.ru/blog/novye-dostizheniya-v-oblasti-proizvodstva-elektricheskikh-kabelej> – (дата обращения: 25.03.2025).
3. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА СВЯЗИ [сайт]. - / Состояние и перспективы развития кабельной промышленности в России – URL: <http://lib.tssonline.ru/articles2/cable/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-kabelnoy-promyshlennosti-v-rossii> (дата обращения: 25.03.2025).
4. Технологическая пресса ONEWORLD [сайт]. - /Новые энергетические кабели: будущее электроэнергии и ее перспективы применения! – URL: <https://www.owcable.com/ru/technology/new-energy-cables-the-future-of-electricity-and-its-application-prospects-revealed/> (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 628.987

ИЗМЕРЕНИЕ ЯРКОСТИ BRIGHTNESS MEASUREMENT

П.А. Чибисова, Д.В. Бердовский

Научный руководитель – В.Б. Козловская, к.т.н., доцент,
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

P. Chibisova, D. Berdovskiy

Supervisor – V. Kozlovskaya, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье описываются сложности измерения яркости, рассматриваются приборы, порядок измерений и область применения.

Abstract: this article discusses the complexities of brightness measurement, discusses instrumentation, measurement procedures and applications.

Ключевые слова: яркость, освещение, измерение яркости.

Keywords: brightness, lighting, brightness measurement.

Введение

Яркость света – важная характеристика, влияющая на работоспособность человека. Данная характеристика представляет собой отношение силы света в конкретном направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную оси наблюдения. Единица измерения яркости является кандел на квадратный метр (кд/м²). Яркость характеризует пространственное и поверхностное распределение светового потока. Для измерения яркости используются различные специальные приборы – яркомеры, колориметры, спектрорадиометры и люксометры [1].

Основная часть

Измерение яркости может быть осложнено множеством факторов, которые существенно влияют на результаты.

Во-первых, существует большое количество разнообразных объектов и сред, которые отражают, поглощают или пропускают свет по-разному.

Во-вторых, определение источника света может вызвать сложности. Естественные и искусственные источники света обладают уникальными спектральными характеристиками, которые могут искажать восприятие яркости.

Окружающая среда также оказывает влияние на измерения. Свет, отраженный от окружающих поверхностей, погодные условия, такие как облачность, туман или дождь – изменяют интенсивность и характер освещения. Кроме того, влияние отраженного света может искажать результаты измерений. Может увеличиваться общая яркость сцены, что требует корректировки данных. Атмосферные условия (влажность, давление, температура и т.д.) оказывают особое влияние при измерениях на открытом воздухе и могут повлиять на светопропускание воздуха и на измеряемую яркость [2,3].

Следует учитывать и расстояние между прибором и источником света, поскольку оно влияет на точность измерения. Для избежания влияния посторонних

источников света необходимо учитывать общую освещенность окружающей среды.

Яркость может изменяться во времени, что требует учета динамических изменений в процессе измерения. Например, яркость солнца в течение дня меняется, что затрудняет получение стабильных данных. Для достижения высокой точности часто используют несколько измерений и рассчитывают среднее значение.

Субъективность восприятия также является значительным фактором. Разные люди могут по-разному интерпретировать яркость одного и того же объекта в зависимости от их индивидуальных особенностей зрения. При измерении яркости важно учитывать угол наблюдения, так как он может существенно влиять на результаты. Это требует точной установки измерительного прибора и контроля за углом измерения [4].

У приборов для измерения яркости имеются некоторые технические ограничения, из-за которых может быть снижена точность результатов. Например, некоторые приборы могут иметь ограниченный диапазон измерения или быть чувствительными к определенным типам света. Важным аспектом для точных измерений является правильная калибровка прибора. Ошибки, допущенные при калибровке, могут значительно повлиять на конечный результат измерений.

Для измерения яркости используются специальные приборы, такие как яркомеры, колориметры и спектрорадиометры. Каждый из них имеет свои особенности и области применения, что может усложнять выбор оптимального инструмента для конкретной задачи.

Яркость часто описывается законом Ламберта, который предполагает равномерное излучение света во всех направлениях. Однако не все источники света идеально соответствуют этому закону, что может ввести погрешности в измерения.

В целом, измерение яркости требует тщательного выбора прибора, контроля условий измерения и учета физических свойств объектов, что делает этот процесс достаточно сложным и требующим специальных знаний и оборудования.

В данное время существуют следующие приборы для измерения яркости:

1. Яркомеры — это фотометры, предназначенные для измерения яркости источников света или отражающих поверхностей. Они преобразуют световой поток в непрерывный электрический сигнал, который выводится на дисплей в виде цифрового значения. Одним из примеров таких приборов является модель Konica Minolta LS-100 и LS-110, которые обеспечивают высокую точность измерений и используются для измерения яркости на малых площадях (рисунок 1).



Рисунок 1—Яркометр Konica Minolta LS-100

2. Люксометры - Яркометры. Некоторые модели люксометров имеют способность измерять интенсивность свечения объектов, поэтому они считаются универсальными для оценки как освещенности, так и яркости (рисунок 2).



Рисунок 2—ТКА-ПКМ 02 Люксметр - яркомер

3. Спектрорадиометры. Приборы, которые используются для детального анализа спектрального состава света и могут быть применены для измерения яркости в различных спектральных диапазонах (рисунок 3).



Рисунок 3—Спектрорадиометры