

5. Некоторыми исследованиями [2] установлена повышенная пожарная опасность плёночных ЭТП по сравнению с кабельными, что требует реализации дополнительных мер безопасности.

### **Список используемой литературы**

1. ТКП 538-2014 (02150). Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Общие требования – Введ. 2014-09-01. – Минск: Минсельхозпрод, 2014. – 50 с.
2. Плотникова, Г. В. и др. Теплые полы как причина возникновения пожаров // Пожаровзрывобезопасность, 2021, том 30, № 3, с. 41–53.

**УДК 53:378.147.091.32**

**Соболь<sup>1</sup> В.Р., д.ф.-м.н., профессор, Михалкович<sup>1</sup> О.М., к.ф.-м.н.,  
Дорофеинчик<sup>1</sup> В.В., Барайшук<sup>2</sup> С.М., к.ф.-м.н., доцент**

*<sup>1</sup>Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка, г. Минск,*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ЗАДАЧАХ СВЕТОТЕХНИКИ**

Важное место в обеспечение электрической энергией объектов АПК, особенно достаточно удаленных от линий электропередач, является солнечная энергетика. Также не менее важным представляется подготовка как самих специалистов энергетиков, так и тех, кто сможет их обучить. Наличие в арсенале структурного подразделения ВУЗа, средней школы приборов, инструментария из наборов типа “Радуга”, “L – micro” дает основания серьезно дополнить учебный лабораторный эксперимент, введя новую составляющую творческой и апправленности [1–2]. В работе аналитически рассмотрен характер распределения по плоскости компонент потока, испускаемого круглым горизонтальным источником.

Для сплошного излучателя в форме плоского диска освещенность следует из расчета интеграла вида

$$E = Bh^2 \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{rdrd\varphi}{(\alpha^2 + h^2 + r^2 - 2ra\cos\varphi)^2} \quad (1)$$

При расчете интеграла (1) по углу для устранения возможной сингулярности принято условие  $(a^2 + h^2 + r^2)^2 - 4a^2r^2 > 0$ . Непосредственное интегрирование по углу приводит к первообразной типа арктангенса от половинного угла для  $\varphi$ , который, при достижении углом значения  $\varphi = \pi$ , трансформируется к бесконечности приводя в итоге к множителю  $\pi$ .

Второй этап интегрирования приводит к выражению (2)

$$E = \frac{B\pi}{2} \left\{ \frac{R^2+h^2-a^2}{\sqrt{(R^2-a^2+h^2)^2+4a^2h^2}} + 1 \right\} \quad (2)$$

Выражение (2) отвечает, как и должно, принципам предельного перехода. Из (2) и Рис. 1 легко видеть, что освещенность от бесконечного по площади излучателя будет стремиться к величине  $B\pi$  вне значения величин прочих конечных параметров. Общий вид поля освещенности в трехмерном представлении отражает цилиндрическую симметрию с насыщением значения  $E$  в зоне источника.

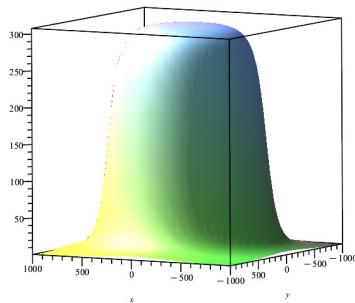


Рис. 1. Общий вид распределения нормальной к поверхности составляющей светового поля при действии плоского дискового источника, отстоящего от поверхности на конечном расстоянии

Лабораторное изучение светового поля методом сканирования цифрового датчика освещенности целесообразно проводить, привлекая закономерности распределения освещенности от центра к периферии  $a$  при заданных величинах высоты  $h$  и радиуса излучателя  $R$  (Рис. 2).

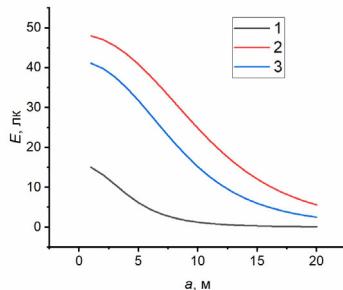


Рис. 2. Характер распределения освещенности  $E$  вдоль линии удаления от центра системы к периферии  $a$  при (м):  $h = 6, R=2$  (1);  $h=12, R=8$  (2);  $h=10, R = 6$  (3); яркость источника  $B = 50 \text{ Кд}/\text{м}^2$

Наиболее трудный для воплощения в эксперименте, вариант исследования отвечает зависимости освещенности от размеров самого источника. Для реализации такого эксперимента требуется излучатель переменного радиуса, который, однако, возможно воплотить в режиме численного эксперимента при анализе ситуации в более профильных уровнях анализа по сложности (Рис. 3).

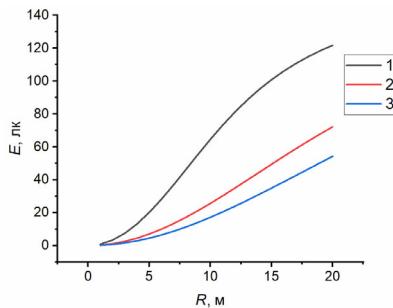


Рис. 3. Кинетика освещенности в функции радиуса источника при некоторых значениях высоты  $h$  и положения точки наблюдения  $a$ , (м):  $a = 6, h = 10$  (1); 2-  $a = 8, h = 20$  (2); 3-  $a = 10, h = 25$  (3); яркость источника  $B = 50 \text{ Кд}/\text{м}^2$

В рассмотренном варианте схемы излучения восстановление параметров источника-диска можно реализовать на основе не только оптического излучателя, но и привлекая излучатели инфракрасного спектра.

Применение в учебном эксперименте цифровых преобразователей по аналогии с измерительными комплексами в академиче-

ских фундаментальных исследованиях с обеспечением после автоматизированной регистрации записи базы данных на жестких носителях может существенно подвигнуть учащихся к творческим исследованиям.

#### **Список использованных источников**

1. L. Nefediev The Use of Digital Laboratory Work in Quantum Physics in the Process of Learning Physics Teachers / Nefediev L., Garnaeva G., Shigapova E., Nizamova E. // VI International Forum on Teacher Education. Proceedings IFTE-2020, 1767 – 1777. doi:10.3897/ap.2.e1767.
2. Laboratory Multipurpose Measuring Complex for Development and Teaching of pupils - *L-micro* ® computer laboratory complex for remote student training. Educational equipment: General and special education equipment.

**УДК 62-835**

**Дайнеко В.А., к.т.н., доцент, Денисик А.С., магистрант**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,*  
*г. Минск*

### **МОДУЛИ РЕКУПЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ**

В промышленных и сельскохозяйственных технологиях существуют процессы, позволяющие использовать рекуперацию механической энергии (РЭ). Принцип рекуперации заключается в возвращении (повторном использовании) энергии, которая в обычных условиях рассеивается в виде тепла при торможении или остановке механизмов. РЭ позволяет преобразовать кинетическую энергию в электрическую и направить ее обратно в сеть или аккумулировать для последующего использования. При этом электродвигатель работает в четвертом квадранте механической характеристики, или в режиме генераторного рекуперативного торможения [1].

В частотно-регулируемом электроприводе, содержащем преобразователь частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока, неуправляемый выпрямитель не пропускает энергию рекуперативного торможения от ЭД к питающей сети. Для