

жизнедеятельности населения / Р.Х. Цаликов // Материалы XIII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (14–15 мая 2008 г., г. Москва, Россия). – М. : ИПП "КУНА", 2008. – 320 с. с. 12-23.

5. Сапронов В.В. Идеи к общей теории безопасности / В.В. Сапронов // ОБЖ. Основы безопасности жизни – 2007. – № 1–3. – С. 22-28.

6. Воробьев Ю.Л. Культура безопасности жизнедеятельности: системообразующий фактор снижения риска чрезвычайных ситуаций в современной России / Ю.Л. Воробьев // Право и безопасность. – 2006. – № 3–4 (20–21). – С. 18-23.

***Перепичаенко Е.К., Погорелов М.Г., Плиско Ю.В. Совершенствование изучения курса БЖД студентами технологического факультета.***

*В статье рассматривается подход к преподаванию курса БЖД на технологическом факультете. Рассматриваются факторы, способствующие улучшению восприятия материала а также подходы к преподаванию курса БЖД.*

***Ключевые слова:*** оптимизация, направленность, нацеленность, последствия, результаты.

***Perepichaenko E., Pogorelov M., Plisko Y. Improvements to Life Safety students studying the course Faculty of Technology.***

*This paper deals with an approach to teaching a course at BC Engineering Department.*

***Keywords:*** optimization, focus, focus, outcomes, and results.

УДК 621.31

**Шумилова Е.Д., Пліско Ю.В., Шилко Д.І.**

### **ДЕЯКІ АСПЕКТИ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ**

*В статті розкрито деякі аспекти методики викладання основ електробезпеки на заняттях з курсу «Охорона праці». Розглядаються системи заземлення мереж 220-380В, заходи і засоби захисту від ураження електричним струмом. Приводиться принципова електрична схема розробленої та виконаної навчальної установки з використанням пристрою захисного відключення (ПЗВ) в системі з глухо заземленою нейтраллю.*

*Ключові слова:* системи заземлення, електробезпека, електротравматизм, пристрій захисного відключення.

**Постановка проблеми.** Науково-технічний прогрес характеризується насиченням виробництва електрообладнанням, електрифікованими інструментами, електричними машинами тощо. Крім того, істотна електрифікація спостерігається в навчальному процесі, у сфері обслуговування та побуту. Як показують статистичні дослідження серед усіх нещасних випадків на виробництві зі смертельними наслідками 6,5% припадає на ураження електричним струмом, а в побуті – 16% від усіх не виробничих електротравм серед населення [1].

Результат ураження людини електричним струмом в мережах до 1000 В залежить від великого числа об'єктивних і суб'єктивних чинників в тому числі від типу систем заземлення і застосування нових електрозахисних засобів, що створює основу для їх доцільного вивчення. На підвищення рівня майбутніх вчителів з питань охорони праці націлює основний нормативний документ – Наказ Міністерства освіти і науки України « Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у вищих навчальних закладах України» від 21.10 2010 року.

Згідно програми вивчення розділу «Основи електробезпеки» курсу «Основи охорони праці» студентами технологічного факультету на лекціях і практичних заняттях розглядаються основні стандартизовані терміни і визначення з питань електробезпеки, проблеми безпечних умов праці та попередження нещасних випадків на виробництві та в освіті.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблеми підвищення рівня електробезпеки, як правило, вирішуються застосуванням захисного ізолювання робочого місця, захисного заземлення корпусу установки, захисного відключення з допомогою автоматів, захисного розділення електричних мереж, а також засобів орієнтації в електроустановках (попереджувальні сигнали, захисне блокування, попереджувальні знаки, плакати електробезпеки, маркування частин електрообладнання тощо).

Рівень електробезпеки в електроустановках та житлових будівлях напругою до 1000 В напряму пов'язаний зі способом заземлення електрообладнання. Значний внесок в цю проблему зробили Ю. Харечко, В. Харечко, Б. Князевский, В. Манойлов, Ю. Павлюк і інші вчені.

Вимогам надійного захисту людини від ураження електричним струмом в мережах 220-380 В, а також від горіння електропроводки задовольняють пристрої захисного відключення (ПЗВ) серійного виготовлення. Наприклад, ПЗВ-2001 на номінальні струми  $I_n = 16, 25, 32$  А при струмах витоку  $I_{\text{вит}} = 10, 30, 100$  мА відповідно. Також використовуються вмонтовані в електроінструмент ПЗВ, схемне виконання яких належить до типу комбінованих схем, наприклад, пристрої

C-881, C-901, IE-9801. Вони мають час спрацювання не більше 0,05с і досить надійні для захисту людей, що використовують ручний електроінструмент [2; 3]. ПЗВ розташовують після лічильників електричної енергії в комплекті з автоматичними вимикачами для захисту всієї мережі в цілому як у навчальних приміщеннях, так і в побуті. Придбати таке обладнання заводського виготовлення для навчального закладу до кожної електроустановки нині матеріально скрутно. Тому розробляються і впроваджуються в навчальний процес відносно прості пристрої сигналізації та захисту, наприклад, М. Костюченко, О. Сліпачук і ін.[4].

Як показує досвід експлуатації, ПЗВ виявився одним з найкращих засобів захисту людини від ураження електричним струмом в мережах 220-380 В, в тому числі в навчальних закладах, а також способом захисту електропроводки від горіння.[3; 4].

**Мета статті** – визначити особливості підготовки студентів з питань електробезпеки в мережах 220-380 В з різними системами заземлення.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідні знання і навички з питань електробезпеки студенти отримують на лабораторних і практичних заняттях з курсу. Темою однієї з лабораторних робіт є «Вивчення заходів електробезпеки від ураження електричним струмом з використанням пристроїв захисного відключення (ПЗВ)».

Процес виконання лабораторної роботи починається з первинної інструкції, яка фіксує заборонені дії студентів з метою виключення помилок, які можуть привести до травм при виконанні роботи. При цьому приділяється увага заземленню корпусу електроустановки, що є одним з захисних заходів для електробезпеки при короткому замкненні на корпус.

Згідно стандарту Міжнародної електротехнічної комісії МЕК 60364-1 [5] існує декілька систем заземлення для електроустановок напругою до 1000 В: система TN-C в якій нульовий захисний та нульовий робочий провідники поєднані в одному провіднику на всьому її протязі; система TN-S, в якій нульовий захисний та нульовий робочий провідники розділені на всьому її протязі; система TN-C-S, в якому функції нульового захисного та нульового робочого провідників поєднані в одному провіднику в якійсь її частині, починаючи від джерела. В наведених позначеннях T-системи з глухо заземленою нейтраллю джерела живлення; N-системи де відкриті провідні частини електроустановок приєднані до глухо заземленої нейтралі.

В мережах з глухо заземленою нейтраллю (TN-C) електробезпека забезпечується відключенням однофазних коротких замикань (КЗ) на корпус за допомогою запобіжників (плавких вставок) або автоматичних вимикачів. Для забезпечення електробезпеки відключення КЗ в мережах 380 В повинно виконуватись за час не більше 0,2 с [6]. Однак, такий час спрацювання запобіжників і автоматичних вимикачів забезпечується лише при струмах КЗ в (6-10) разів вищих від номінального струму. Але при відносно низьких струмах однофазного КЗ (віддаленість навантаження від

джерела живлення, малий перетин проводу) час спрацювання істотно зростає. При цьому електроураження людини, яка доторкнулась до корпусу, ймовірність ураження істотно зростає. Окрім того в системі TN-C є висока ймовірність виникнення таких небезпек: КЗ на корпус електрообладнання, відгорання нульового проводу, пробій ізоляції на корпус.

В усіх системах типу TN час автоматичного відключення джерела живлення не повинно перевищувати значень (табл. 1).

Таблиця 1

**Найбільш допустимий час захисного автоматичного відключення для системи типу TN**

Номинальна фазна напруга, $U_{\phi}$ , В	Час відключення, с
127	0,8
220	0,4
380	0,2
> 380	0,1

Однак, коли в електропроводці приміщення застосовуються трипровідні розетки з контактами (система заземлення TN-C-S або TN-S), то ймовірність електроураження струмом значно знижується. Потім студенти вивчають електрообладнання, з якого складається навчальна установка.

При цьому студенти пізнають принцип дії і устрій ПЗВ, в системі заземлення типу TN-C. Вони узнають, що у електроустановці з таким типом захисту при пробі ізоляції на корпус електроприймача у випадку, якщо цей корпус не заземлений (холодильник або пральна машина на ізолюючій основі), ПЗВ вмонтований в ланцюг живлення електроприймача не спрацює, оскільки відсутній шлях протікання струму витоку та відповідно відсутній диференціальний струм. При цьому на корпусі електроприймача виявиться небезпечний потенціал відносно землі. Однак, якщо до корпусу, що опинився під потенціалом, доторкнеться людина, то через її тіло на землю потече струм, що перевищує номінальний диференціальний струм ПЗВ (струм уставки). ПЗВ зреагує та вимкне електроустановку від мережі, в результаті життя людини буде врятоване. При цьому, організм людини відреагує на струм, що протікає через його тіло, але не без наслідків для його здоров'я [6]. В результаті студенти підводяться до висновку, що в електроустановках з системою заземлення TN-C застосування ПЗВ також може бути виправданим, оскільки цей устрій і в таких електроустановках забезпечує захист від електроураження, хоча з можливими ускладненнями для людини. Через це застосування ПЗВ в системі TN-C допускається у вигляді винятку. В даній лабораторній установці пристрій відстежує різницю значень електричного струму між фазним і нульовим проводом (принцип диференційного трансформатора).

При виконанні роботи студенти досліджують залежність струму витоку, якій протікає через опір навантаження, від величини опору. В якості навантаження використовується азбестовий резистор, опір якого змінюється при зволоженні його нагрітим паром. Вимірюється струм витоку через кожні 2 хвилини до спрацювання ПЗВ. З метою забезпечення вимог охорони праці перед початком роботи на електроустановці проводиться обов'язкова перевірка працездатності ПЗВ в режимі «ТЕСТ».

У процесі виконання лабораторної роботи студенти також виконують практичне завдання з вивчення систем заземлення TN-S і TN-C-S. Вони засвоюють, що системи заземлення TN-S і TN-C-S мають значні переваги в ситуації при пробі ізоляції на корпус – ПЗВ миттєво відключить електроживлення, оскільки всі корпуси мають надійне з'єднання з захисним провідником і доторкання до них буде повністю безпечним. У процесі виконання завдання студенти з порівняльного аналізу виявляють, що найбільш перспективною для наших умов є система TN-C-S, яка дозволяє в комплексі з широким упровадженням ПЗВ забезпечити високий рівень електробезпеки в електроустановках без їх корінної реконструкції.

Після виконання лабораторної роботи студенти заповнюють таблиці, аналізують результати, оформлюють звіт, в якому описують принцип дії ПЗВ і динаміку зростання струму витоку через навантаження, відповідають на контрольні питання. Студенти також роблять висновок про те, що в електроустановках з системою заземлення T-N-S більш перспективно з забезпеченням високого рівня електробезпеки застосовувати ПЗВ.

**Висновки.** Таким чином, у процесі підготовки з питань розділу «Основи електробезпеки» студенти отримують знання про використання нових електрозахисних пристроїв захисного відключення (ПЗВ) в мережах 220-380 В з різними системами заземлення. Студенти засвоюють, що ПЗВ найбільш ефективно використовувати в три провідних системах заземлення TN-S і TN-C-S; електроустановки з системами заземлення TN-C-S з використанням ПЗВ найбільш перспективні в нашій країні без корінної реконструкції цих систем; електроустановки з системами заземлення TN-C з використанням ПЗВ можуть бути виправданими, оскільки і в таких установках забезпечується захист від електроураження, з можливими ускладненнями для людини.

Отримані студентами початкові навички та вміння при експлуатації електроустановок з використанням захисних засобів від ураження електричним струмом в мережах 220-380 В при різних системах заземлення сприяють підвищенню рівня готовності викладання дисциплін політехнічного напрямку учням загальноосвітніх навчальних закладів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Єсипенко А.С. Рекомендації щодо впровадження заходів з профілактики виробничого травматизму / А.С. Єсипенко, Т.М. Таїрова, В.І. Лесковець і ін. // Охорона праці. Додаток (На допомогу спеціалісту з охорони праці). 2010. – № 12 – С. 2-47.
2. Правила устройства электроустановок. Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности. – М. : Форт, 2009. – 184 с.
3. Карякин Р.Н. Нормативные основы устройства электроустановок / Р.Н. Карякин. – М. : ЗАО Энергосервис, 1998. – 236 с.
4. Костюченко М.П. Попереджувальні заходи електробезпеки на уроках профільного технологічного навчання / М.П. Костюченко // Трудова підготовка в закладах освіти 2001. – №11. – С. 16-20.
5. International standard IEC 60364-1.2005. Low-voltage electrical installation. Part 1. – Geneva : IEC, 2005. – P. 11.
6. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 480 с.

***Шумилова Э.Д., Плиско Ю.В., Шилко Д.И. Некоторые аспекты методики преподавания вопросов электробезопасности при подготовке будущих учителей.***

*В статье рассмотрены некоторые аспекты методики особенности преподавания раздела «Основы электробезопасности» на занятиях по дисциплине «Охрана труда». Раскрывается тема изучения защитных мероприятий и электрических защитных средств от поражения электрическим током. Приводится описание принципиальной электрической схемы, разработанной и выполненной учебной установки с использованием устройства защитного отключения (УЗО) в сетях 220-380 В с глухо заземленной нейтралью.*

***Ключевые слова:*** системы заземления, электробезопасность, электротравматизм, устройство защитного отключения.

***Shumilova E., Plisko Y., Shilko D. Some aspects of a technique of teaching of electrical safety issues when preparing future teachers.***

*The article describes aspects of teaching Fundamentals of electrical safety in the course of labor protection. The article gives a schematic diagram of the training facility for implementation of laboratory work at the educational stand. The article presents modern protective equipment against electrical shock.*

***Keywords:*** earthing systems, electrical current, voltage, electrical safety, electrical resistor, leakage current.