

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ
ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ
ТА ЕНЕРГОНАГЛЯДУ

ХАРКІВ
2021

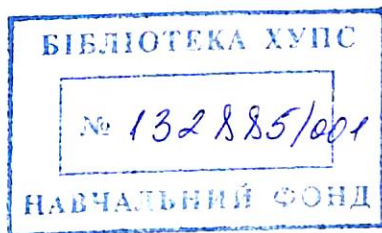
621.3
J14

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ імені ІВАНА КОЖЕДУБА

Г. І. Лагутін, В. М. Уваров, С. М. Хабоша

ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ТА ЕНЕРГОНАГЛЯДУ

Навчальний посібник



Харків
2021

УДК 621.316.9

Л14

*Затверджено до видання вченою радою
Харківського національного університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
(протокол № 8 від 21.04.2020)*

*Рецензенти: В. Б. Кононов, докт. техн. наук, професор;
О. О. Ручка, канд. техн. наук, доцент*

Лагутін Г. І.

Л14 Основи електробезпеки та енергонагляду : навч. посіб. / Г. І. Лагутін.
В. М. Уваров, С. М. Хабоша. – Х. : ХНУПС, 2021. – 120 с.

Викладені питання, що стосуються дії електричного струму на організм людини, особливості надання першої допомоги потерпілому від електричного струму, фізичних процесів, що мають місце при стіканні струму в землю, а також факторів небезпеки ураження електричним струмом у різних електричних мережах. Наведені матеріали, що пояснюють принципи дії технічних способів і засобів захисту від ураження електричним струмом. Розглянуті особливості організації безпечної експлуатації електроустановок.

Рекомендовано для курсантів і студентів вищих військових навчальних закладів, а також для спеціалістів-електриків. Може бути корисним також для осіб, які організують експлуатацію та безпосередньо експлуатують електроустановки.

УДК 621.316.9

© Лагутін Г. І., Уваров В. М., Хабоша С. М., 2021

© Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2021

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
1. ДІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....	9
1.1. Види уражень електричним струмом	9
1.2. Вплив величини, тривалості проходження, частоти, роду струму та його шляху на результат ураження	14
1.2.1. Характер впливу на людину струмів різної величини.....	14
1.2.2. Вплив тривалості проходження струму на наслідок ураження.....	15
1.2.3. Вплив шляху проходження струму на наслідок ураження.....	16
1.2.4. Вплив роду струму і його частоти на наслідок ураження	17
1.3. Вплив індивідуальних властивостей людини на наслідок ураження	17
1.4. Критерії безпеки електричного струму	19
1.5. Перша допомога потерпілому від електричного струму	20
1.5.1. Звільнення людини від дії електричного струму	20
1.5.2. Заходи першої долікарської медичної допомоги	22
1.5.3. Штучне дихання	24
1.5.4. Масаж серця.....	25
1.6. Особливості надання першої долікарської допомоги в умовах проведення ООС	27
Питання для самостійної підготовки	29
2. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ УРАЖЕННЯ СТРУМОМ У РІЗНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ПРИ ВИКОНАННІ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ.....	31
2.1. Аналіз безпеки ураження струмом особового складу в ході бойової підготовки та при веденні бойових дій, у тому числі за досвідом проведення ООС.....	31
2.2. Загальні положення аналізу безпеки ураження струмом у різних електричних мережах	32
Питання для самостійної підготовки	38
3. ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ СТІКАННІ СТРУМУ В ЗЕМЛЮ	39
3.1. Стікання струму в землю через одиночний заземлювач	39
3.2. Стікання струму в землю через груповий заземлювач	42
3.3. Напруги дотику та кроку.....	45
3.3.1. Напруга дотику.....	45
3.3.2. Напруга кроку.....	46
Питання для самостійної підготовки	48
4. ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ.....	50
4.1. Загальна характеристика технічних способів та засобів захисту від ураження електричним струмом.....	50
4.2. Призначення, принцип дії та область застосування захисного заземлення.....	50

4.3. Виконання заземлюючих пристроїв у польових умовах	52
4.4. Вимірювання опору розтікання струму заземлюючого пристрою.....	55
4.5. Аналіз застосування пристроїв захисного заземлення в умовах проведення ООС	56
Питання для самостійної підготовки	57
5. ЗАНУЛЕННЯ	59
5.1. Призначення та принцип дії занулення.....	59
5.2. Розрахунок занулення	61
5.3. Аналіз застосування пристроїв занулення в умовах проведення ООС.....	63
Питання для самостійної підготовки	65
6. ЗАХИСНЕ ВИМИКАННЯ	66
6.1. Пристрої захисного вимикання	66
6.2. Аналіз застосування пристроїв захисного вимикання в умовах проведення ООС	66
6.2.1. Пристрої, що реагують на потенціал корпусу.....	67
6.2.2. Пристрої, що реагують на оперативний струм	68
Питання для самостійної підготовки	70
7. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ЗАХИСНІ ЗАСОБИ ТА ЗАПОБІЖНІ ПРИСТРОЇ	71
7.1. Призначення, конструкція та правила застосування захисних засобів	71
7.2. Електричні випробування ізолюючих електрозахисних засобів	73
7.3. Аналіз застосування електротехнічних захисних засобів та запобіжних пристроїв в умовах проведення ООС	75
Питання для самостійної підготовки	76
8. СИСТЕМА ТЕХНІЧНИХ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ.....	77
8.1. Основна система технічних способів захисту.....	77
8.2. Допоміжна система технічних способів захисту	80
8.3. Технічні способи захисту в пересувних військових електроустановках при різних варіантах їх застосування.....	81
8.4. Особливості виконання системи технічних способів захисту військових електроустановок в умовах проведення ООС.....	83
Питання для самостійної підготовки	87
9. ПОРЯДОК ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ Й ВІЙСЬКОВИХ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В УМОВАХ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ.....	88
9.1. Вимоги до особового складу та порядок його допуску до експлуатації електроустановок.....	88
9.2. Види та методика інструктажів з правил і заходів безпеки	89
9.3. Класифікація приміщень за умовами електробезпеки.....	90
9.4. Зміст (обсяг) експлуатації електроустановок. Особливості безпечної експлуатації військових електроустановок в умовах проведення ООС	91
Питання для самостійної підготовки	94

10. ОПЕРАТИВНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ.....	95
10.1. Організація та несення чергування на діючих військових електроустановах в умовах проведення ООС	95
10.2. Основні завдання чергової зміни (обслуги)	95
10.3. Проведення оглядів електроустановок під час несення чергування.....	96
10.4. Проведення оперативних перемикачів на діючих військових електроустановах	97
10.5. Особливості оперативного обслуговування військових електроустановок в умовах проведення ООС.....	98
Питання для самостійної підготовки	99
11. ВИКОНАННЯ РОБІТ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ.....	100
11.1. Категорії робіт в електроустановах	100
11.2. Організаційні заходи, якими досягається безпека робіт в електроустановах	100
11.3. Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт	102
11.4. Оформлення робіт нарядом, розпорядженням або переліком робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації	103
11.5. Підготовка робочого місця й допуск до виконання робіт	104
11.6. Особливості виконання робіт у військових електроустановах в умовах проведення ООС	105
Питання для самостійної підготовки	106
12. ПРАВИЛА ТА ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОКРЕМИХ ВИДІВ РОБІТ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ.....	107
12.1. Правила та заходи безпеки при експлуатації повітряних ліній електропередачі	107
12.2. Правила та заходи безпеки при експлуатації кабельних ліній електропередачі.....	108
12.3. Правила та заходи безпеки при роботах у розподільних пристроях і трансформаторних підстанціях	109
12.4. Правила та заходи безпеки при експлуатації акумуляторних батарей .	109
12.5. Правила та заходи безпеки при експлуатації генераторів і електродвигунів.....	110
12.6. Особливості виконання правил та заходів безпеки при проведенні окремих видів робіт в умовах проведення ООС.....	112
Питання для самостійної підготовки	114
ПІСЛЯМОВА	116
ЛІТЕРАТУРА	117

ВСТУП

Предметом вивчення навчальної дисципліни “Основи електробезпеки та енергонагляду” є сукупність організаційних, технічних, адміністративних та правових заходів і засобів, які забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок систем електропостачання об’єктів загальновійськового та спеціального призначення для гарантування надійного і якісного живлення споживачів електричною енергією з урахуванням досвіду ведення бойових дій ЗС України.

Метою викладання навчальної дисципліни “Основи електробезпеки та енергонагляду” є вивчення основних положень щодо основ знань та вмінь в галузі електробезпеки, розуміння безпечних заходів роботи й аналізу причин електротравматизму для забезпечення безпечної експлуатації військових електроустановок комплексів озброєння та військової техніки.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електричного поля та статичної електрики, тобто, це техніка безпеки при експлуатації електроустановок. Електроустановками називають установки, в яких отримується, виробляється, акумулюється, перетворюється, розподіляється, передається або споживається електрична енергія. Діючими електроустановками вважаються електроустановки або їх ділянки, які знаходяться під напругою, або на які може бути подана напруга в будь-який час вмиканням комутаційної апаратури.

Правильна організація безпечної експлуатації електроустановок забезпечує поліпшення умов виконання функціональних обов’язків електротехнічним персоналом. Внаслідок цього травматизм, у тому числі й електротравматизм, має достатньо низький рівень.

Викладений у посібнику навчальний матеріал стосується загальних питань електробезпеки, технічних способів і засобів захисту від ураження електричним струмом, а також організації безпечної експлуатації електроустановок.

Посібник містить дванадцять розділів. У першому розділі розглядаються питання, що стосуються дії електричного струму на організм людини, та особливості надання першої допомоги потерпілому від електричного струму. У другому розділі проведено аналіз безпеки ураження електричним струмом у різних електричних мережах. Третій розділ присвячено висвітленню фізичних процесів, що мають місце при стіканні струму в землю. У наступних трьох розділах викладені питання, пов’язані з технічними способами захисту людини від впливу електричного струму. У цих розділах наведені основні схемні рішення виконання захисного заземлення, занулення, захисного вимикання. Сьомий розділ присвячено розгляду електротехнічних захисних засобів та запобіжних пристроїв. У восьмому розділі розглядаються особливості використання системи технічних способів захисту військових електроустановок в умовах проведення операцій

Об'єднаних сил. У дев'ятому розділі викладено питання, які стосуються загальних положень організації безпечної експлуатації військових систем електропостачання й електроустановок в умовах проведення ООС. У розділі 10 розкриті питання організації та несення чергування на діючих військових електроустановках в умовах проведення ООС. Одинадцятий розділ присвячений особливостям організації безпечного виконання робіт у діючих електроустановках. У розділі 12 розглядаються особливості застосування правил та заходів безпеки при проведенні окремих видів робіт у військових електроустановках.

Навчальний посібник призначений для слухачів, курсантів та студентів вищих військових навчальних закладів, які спеціалізуються в галузі електропостачання та електротехніки, а також для спеціалістів-електриків і може бути корисним для осіб, які організують експлуатацію та безпосередньо експлуатують електроустановки. Крім того, при написанні навчального посібника ставилися і такі завдання:

- надати допомогу командирам і начальникам у навчанні особового складу безпечним методам роботи;
- дати опис спеціальних пристроїв і захисних засобів, які забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок;
- пояснити суть і необхідність організаційних та технічних заходів при експлуатації електроустановок;
- навчити особовий склад правильно надавати першу допомогу потерпілому від електричного струму; виховувати у особового складу почуття відповідальності за неухильне дотримання правил безпеки при експлуатації електроустановок;
- допомогти організувати заняття з вивчення правил і заходів електробезпеки у військових частинах.

У результаті вивчення навчальної дисципліни ті, хто навчаються, повинні: знати основи електробезпеки під час експлуатації електроустановок, організаційні та технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках, вимоги керівних документів з питань електробезпеки; уміти забезпечити безпечну експлуатацію електроустановок, навчати підпорядкований персонал безпечним заходам роботи в електроустановках, надавати першу допомогу потерпілим від електричного струму, а також бути ознайомленими з аналізом обставин і причин подій в електроустановках.

ПІСЛЯМОВА

Як у мирний час, так і в умовах ведення Збройними Силами України бойових дій питанням організації безпечної експлуатації електроустановок та енергетичного нагляду за їх експлуатацією приділяється особлива увага. Робота ведеться за двома напрямками: удосконалення організаційних і технічних заходів, що забезпечують безпечне виконання робіт в електроустановках різного призначення, та розробка нових технічних пристроїв, призначених для захисту особового складу від ураження електричним струмом.

Розробка нових засобів, що призначені забезпечити безпеку при експлуатації військових електроустановок у мирний час та в умовах ведення бойових дій технічних пристроїв, ґрунтується на поглибленому аналізі особливостей дії електричного струму на організм людини, фізичних процесів при стіканні струму в землю через одиночний та груповий заземлювачі, аналізі небезпеки ураження електричним струмом у різних електричних мережах. Для збереження здоров'я та життя військовослужбовців при проведенні технічного обслуговування електротехнічних засобів та систем електропостачання мають застосовуватися сучасні технічні способи і засоби захисту від ураження електричним струмом, як от: пристрої захисного заземлення, занулення, захисного вимикання. У навчальному посібнику розглянуті основні схеми таких пристроїв та принципи їх побудови. Значна увага приділена питанням правильного застосування ізолюючих електрозахисних засобів та їх електричних випробувань.

Удосконалення організаційних і технічних заходів, що забезпечують безпечне виконання робіт в електроустановках різного призначення має здійснюватися в напрямку посилення вимог до особового складу і порядку його допуску до експлуатації військових електроустановок, організації оперативного обслуговування електроустановок та проведення в них робіт з технічного обслуговування й поточного ремонту. Тому в посібнику розглянуті як загальні підходи до організації безпечної експлуатації військових електроустановок, так і правила та заходи безпеки при проведенні окремих робіт на кабельних та повітряних лініях електропередачі, в трансформаторних підстанціях, при експлуатації переносних електроустановок, а також при експлуатації акумуляторних батарей. При викладі матеріалу особлива увага була приділена визначенню сфери раціонального використання того чи іншого пристрою захисту від ураження електричним струмом.

Автори сподіваються, що цей посібник допоможе тим, хто навчається, отримати необхідні знання з навчальної дисципліни "Основи електробезпеки та енергонагляду", які стануть надійним підґрунтям при вирішенні конкретних технічних завдань у їх майбутній практичній діяльності.

