

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ

методичні рекомендації для самостійної роботи та відпрацювань
здобувачами за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти ОПП
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв
2024

УДК 621.315.5

E50

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією Інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 11.11.2024, протокол № 3.

Укладачі:

Віталій Мардзявко – асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Лариса Власенко – майстер виробничого навчання кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Олексій Садовий – канд. тех. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Андрій Ставинський – д-р техн. наук, професор, зав. кафедрою електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА ВІДПРАЦЮВАНЬ.....	6
2. ХІД ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОГО ЗАВДАННЯ.....	8
3. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ТА ВІДПРАЦЮВАНЬ.....	10
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТКИ.....	45

ВСТУП

Дисципліна "Електротехнічні матеріали" є основою для глибокого розуміння та ефективного застосування різноманітних матеріалів у галузі електротехніки та електроніки. Знання властивостей матеріалів, таких як провідність, діелектричні та магнітні характеристики, є надзвичайно важливими для розробки нових та вдосконалення існуючих електротехнічних пристроїв. З огляду на швидкий розвиток сучасних технологій, роль електротехнічних матеріалів у створенні інноваційних рішень стає все більш актуальною.

Самостійна робота та практичні відпрацювання мають на меті сприяти розвитку аналітичних та дослідницьких навичок студентів, забезпечити можливість глибшого вивчення теоретичних аспектів дисципліни через практичне застосування отриманих знань. Важливим є вміння студентів правильно обирати матеріали для конкретних умов їх застосування, оцінювати їх електричні та магнітні властивості, а також розуміти взаємозв'язок між фізико-хімічними характеристиками матеріалів і їх ефективністю в електротехнічних системах.

Методичні рекомендації, що містяться в цьому посібнику, націлені на допомогу студентам у процесі самостійної роботи, покликані допомогти ефективно опрацювати основні теми курсу, провести експерименти та аналіз результатів, що дозволяють сформувати комплексне розуміння електротехнічних матеріалів. Рекомендується ретельно виконувати завдання, аналізувати отримані результати, порівнювати їх з теоретичними даними та формулювати висновки, що стосуються застосування різних матеріалів у реальних умовах.

Дані методичні рекомендації містять детальні інструкції для самостійного виконання завдань, а також поради для ефективної організації роботи, допомогу в підготовці до практичних занять. Адже лише систематична і цілеспрямована

робота дозволить досягти глибокого і всебічного розуміння курсу та забезпечити високу якість знань у галузі електротехнічних матеріалів.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА ВІДПРАЦЮВАНЬ

Результати самостійної роботи студентів оцінюються викладачем відповідного курсу.

Форми контролю самостійної роботи обираються викладачем з таких варіантів:

- індивідуальний або колективний проект, передбачений навчальною програмою з дисципліни або окремих модулів, що потребують формування практичних навичок і умінь студентів;

- поточний контроль на основі виконання практичних або лабораторних робіт;

- поточний контроль засвоєння знань на основі оцінки усної відповіді на питання, повідомлення, доповіді тощо (на практичних заняттях);

- вирішення ситуаційних завдань;

- конспект, виконаний з теми, що вивчалася самостійно;

- тестування, виконання письмової контрольної роботи;

- стаття, тези виступу та інші публікації в науковому, науково-популярному, навчальному виданні тощо за підсумками самостійної навчальної й науково-дослідної роботи:

- 1) Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології»;

- 2) Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку».

- доповідь за підсумками самостійного аналізу та дослідження представлених тем (підготувати доповідь та презентацію за результатами дослідження).

При виконанні завдання з самостійної роботи необхідно дотримуватись наступних правил:

1. Перед виконанням самостійної роботи потрібно повністю ознайомитися зі змістом завдання, підібрати потрібну літературу, визначити усі параметри виконання завдання.

2. Результатом виконання самостійної роботи є виконане завдання та звіт, який виконується індивідуально письмово, власноруч на папері формату А4. Оформлення звіту:

- шрифт - Times New Roman;
- розмір шрифту -14 кегель;
- інтервал між рядками - півтора;
- абзац - 12,5 мм, поля:
- верхнє, нижнє – 20 мм,
- ліве – 25 мм,
- праве – 15 мм;
- текст доповіді або звіту повинен виконуватися з інженерною рамкою, зразок якої зображено в додатку 2;
- нумерація сторінок - по центру нижнього поля.

Зразок оформлення титульної сторінки наведено у додатку 1.

3. Після перевірки кожного завдання викладачем, студент зобов'язаний усунути допущені помилки, після чого виконати усний захист виконаної роботи, інакше він не допускається до виконання наступного завдання.

4. Усі види самостійної роботи повинні бути здані у встановлений графіком термін. Викладач фіксує факт здачі кожної роботи та виставляє оцінку в журнал.

2. ХІД ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОГО ЗАВДАННЯ

1. Ознайомлення з теоретичним матеріалом. Перед виконанням завдання необхідно ознайомитися з основними поняттями, що вивчаються на відповідній лекції, а також з літературою та матеріалами, які є доступними в межах курсу. Рекомендується перечитати підручники, статті та ресурси, що стосуються теми завдання. Вивчити основні властивості цих матеріалів та їх застосування. Переглянути діаграми, таблиці та схеми, що ілюструють відповідні процеси та параметрів.

2. Ознайомитися зі змістом завдання. Першим етапом виконання завдання є ознайомлення з змістом завдання, підібрати потрібну літературу, визначити усі параметри виконання завдання.

3. Виконання теоретичного завдання. Студент самостійно виконує пошук і аналіз, та дає повні відповіді, на відповідні з темою, питання та при необхідності отримує допомогу викладача.

При виконанні завдання, студент самостійно повинен виконати пошук і аналіз наукової інформації, що стосується теми завдання. Якщо дозволяє час, шукайте наукові статті або технічні звіти, в яких розглядаються новітні магнітні матеріали, особливо для використання в енергетичних технологіях або високоточній електроніці. Використовуйте наукові бази даних (Google Scholar, Scopus, IEEE Xplore) для пошуку актуальних досліджень.

4. Завдання на творчість. У частині творчих завдань важливо не лише вивчити поточні тенденції, але й спробувати оцінити потенціал нових технологій. Рекомендується звернути увагу на новітні розробки.

5. Додаткові питання для глибшого розуміння. На основі виконаного завдання підготуйте відповіді на питання для глибшого розуміння. Це допоможе закріпити отримані знання та ефективно підготуватися до екзамену або тестування.

6. Написання звіту. Після того, як зібрано всю необхідну інформацію, підготуйте короткий звіт. У ньому потрібно відобразити ключові етапи виконання завдання, результати аналізу.

Звіт має бути структурованим: титульний лист, основна частина (теоретичне завдання, завдання на творчість, додаткові питання), висновки. Звіт по роботі, який вміщує всі фактичні дані (схеми, таблиці, графіки) та аналіз результатів дослідження. Звід оформлюється відповідно до «організації самостійної роботи».

3. ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ТА ВІДПРАЦЮВАНЬ

ЗАВДАННЯ №1

ТЕМА. ПРЕДМЕТ КУРСУ “ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ”

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні поняття курсу “Електротехнічні матеріали”:

- Складіть таблицю, що містить основні поняття курсу та їх визначення. Поясніть, чому ці поняття важливі для розуміння властивостей матеріалів, що використовуються в електротехніці.

1.2. Елементарна будова речовини:

- Опишіть елементарну будову речовини з точки зору атомної теорії. Поясніть, як атоми, молекули та іони впливають на електричні та магнітні властивості матеріалів.

1.3. Класифікація речовин за електричними властивостями:

- Охарактеризуйте основні типи речовин за їх електричними властивостями (провідники, напівпровідники, діелектрики). Приведіть приклади для кожного типу матеріалів.

- Як змінюються електричні властивості матеріалів залежно від температури або зовнішнього електричного поля?

1.4. Класифікація речовин за магнітними властивостями:

- Опишіть основні типи магнітних матеріалів: ферромагнітні, парамагнітні, діамагнітні, антиферромагнітні. Як ці властивості впливають на застосування матеріалів у технічних пристроях?

- Який вплив має температура на магнітні властивості різних матеріалів?

2. Завдання на творчість

○ Оберіть один тип матеріалу (провідник, напівпровідник або діелектрик) і опишіть його властивості, використання в електротехніці та можливі сфери покращення цих властивостей для підвищення ефективності пристроїв.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння:

1) Які матеріали використовуються в сучасних електричних машинах і чому їхні властивості важливі для надійності роботи таких пристроїв?

2) Як класифікація речовин за електричними та магнітними властивостями взаємопов'язана між собою?

ЗАВДАННЯ №2

ТЕМА. ПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ ВИДИ ПРОВІДНИКІВ

1. Теоретичне завдання

1.1. Види провідників:

- Охарактеризуйте основні види провідників: метали, сплави та інші матеріали, що використовуються як провідники електричного струму. Наведіть приклади для кожного виду матеріалу.
- Як провідники поділяються за рівнем електричної провідності? Які матеріали мають найвищу провідність і чому?

1.2. Фізичні процеси в провідниках та їх властивості:

- Поясніть фізичні процеси, які відбуваються в провідниках під час проходження електричного струму (зокрема рух електронів, теплові втрати, взаємодія з решіткою матеріалу).
- Як температура впливає на електричну провідність провідників? Визначте роль температури у виборі матеріалів для електричних проводів.

1.3. Класифікація та основні властивості провідникових матеріалів:

- Складіть таблицю з класифікацією провідникових матеріалів (метали, сплави, напівпровідники тощо), вказавши їх основні властивості: провідність, міцність, корозійну стійкість, вартість і застосування.
- Які матеріали використовуються для виготовлення проводів і кабелів, що працюють при високих температурах або в агресивних середовищах?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування сучасних провідникових матеріалів у новітніх технологіях (наприклад, в електромобілях, сонячних панелях або в медичних пристроях). Охарактеризуйте, чому вибір певного матеріалу є критичним для функціонування цих технологій.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як зміна складу сплаву може вплинути на його провідність та механічні властивості? Наведіть приклади сплавів, що використовуються в електричних проводах.

2) Чим відрізняються провідники для низьких напруг і високих напруг? Як їхні характеристики змінюються залежно від призначення?

ЗАВДАННЯ №3

ТЕМА. АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОВІДНИКІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТУПЕНЯ ПРОВІДНОСТІ

1. Теоретичне завдання

1.1. Матеріали високої і посередньої провідності:

- Охарактеризуйте матеріали з високою і середньою провідністю. Які характеристики відрізняють ці матеріали і чому вони важливі для різних технічних застосувань?
- Наведіть приклади матеріалів з високою і середньою провідністю та поясніть, у яких пристроях чи системах вони використовуються.

1.2. Метали і сплави з високим опором:

- Поясніть, які метали і сплави мають високий електричний опір, і чому іноді вони використовуються в якості провідників, незважаючи на їхній високий опір.
- Як опір провідника змінюється залежно від температури та матеріалу? Поясніть фізичні механізми, що лежать в основі цих змін.

1.3. Залежність електричного опору від ступеня провідності:

- Проведіть аналіз взаємозв'язку між електричним опором та ступенем провідності матеріалу. Як зміни в структурі матеріалу (наприклад, добавки або сплави) впливають на його провідність і опір?
- Як можна підвищити провідність матеріалів, не змінюючи їх хімічний склад?

2. Завдання на творчість

- Оберіть метал або сплав з високим опором і досліджуйте його властивості, що дозволяють використовувати його в електричних пристроях,

незважаючи на високий опір. Поясніть, чому такий матеріал вибирається для конкретних застосувань (наприклад, для нагрівальних елементів або резисторів).

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як ступінь чистоти металу або сплаву впливає на його електричні властивості та ступінь провідності? Які методи використовуються для поліпшення провідності матеріалів?

2) Як відрізняється поведінка провідників при зміні температури в умовах високих і низьких температур? Наведіть приклади застосувань матеріалів при різних температурних режимах.

ЗАВДАННЯ №4

ТЕМА. ПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1. Теоретичне завдання

1.1. Сплави спеціального призначення:

- Охарактеризуйте сплави спеціального призначення, які використовуються в електротехнічних пристроях. Які властивості цих сплавів дозволяють їм застосовуватися в специфічних умовах (наприклад, при високих температурах, в умовах підвищеного навантаження або в агресивних середовищах)?
- Наведіть приклади таких сплавів і опишіть їх характеристики та основні сфери використання.

1.2. Сплави для термопар:

- Поясніть, що таке термопара та як сплави використовуються в її конструкції. Які властивості матеріалів критичні для роботи термопар в різних температурних діапазонах?
- Охарактеризуйте основні сплави, що використовуються для термопар, та порівняйте їх характеристики (наприклад, термочутливість, стійкість до окислення).

1.3. Електротехнічне вугілля:

- Описати застосування електротехнічного вугілля в провідникових матеріалах. Чому саме це матеріал використовують для виготовлення електричних контактів та вугільних щіток?
- Розглянути властивості електротехнічного вугілля, які роблять його придатним для використання в умовах високих температур і механічних навантажень.

2. Завдання на творчість

○ Виберіть один із сплавів спеціального призначення (наприклад, сплави для термопар або електротехнічне вугілля) і досліджуйте його застосування в конкретних галузях електротехніки або промисловості. Охарактеризуйте, чому цей матеріал є оптимальним для зазначених умов.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як зміна складу сплаву впливає на його електричні та механічні властивості? Наведіть приклади сплавів, де невелика зміна складу може призвести до значних змін у поведінці матеріалу.

2) Які основні переваги і недоліки використання сплавів спеціального призначення порівняно з чистими металами?

ЗАВДАННЯ №5

ТЕМА. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАПІВПРОВІДНИКИ

1. Теоретичне завдання

1.1. Загальне поняття про напівпровідник:

- Поясніть, що таке напівпровідник, які його основні характеристики відрізняють від провідників і діелектриків. Як напівпровідники використовуються в електронних пристроях?
- Наведіть приклади матеріалів, які є напівпровідниками при кімнатній температурі, та опишіть їх електричні властивості.

1.2. Електропровідність напівпровідників:

- Охарактеризуйте основні механізми електричної провідності в напівпровідниках (різниця в енергетичних рівнях, електрони та дірки). Як ці механізми відрізняються від механізмів провідності в металевих матеріалах?
- Поясніть, як температура впливає на електричну провідність напівпровідників. Які зміни відбуваються з підвищенням температури?

1.3. Вплив зовнішніх факторів на електропровідність напівпровідників:

- Як такі фактори, як освітлення, електричне поле або магнітне поле, впливають на електропровідність напівпровідників? Наведіть приклади застосування напівпровідників в умовах, коли ці фактори мають суттєвий вплив.
- Як домішки впливають на електричні властивості напівпровідників?

1.4. Електронно-дірковий перехід:

- Поясніть, що таке електронно-дірковий перехід в напівпровідниках і як він здійснюється. Яке значення має цей перехід для функціонування напівпровідникових пристроїв, таких як діоди та транзистори?

- Як цей перехід пов'язаний з процесами рекомбінації і генерації носіїв заряду в напівпровідникових матеріалах?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте роль напівпровідникових матеріалів у сучасних технологіях, таких як сонячні батареї, світлодіоди або мікропроцесори. Як використання напівпровідників дозволяє досягти високої ефективності цих пристроїв?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

- 1) Як змінюються властивості напівпровідників при введенні домішок (допінгу)? Які типи домішок використовуються для створення р-типу та n-типу напівпровідників?
- 2) Яка роль енергетичних зон у напівпровідниках? Як зону проведення та зону валентності описують електричні властивості матеріалів?

ЗАВДАННЯ №6

ТЕМА. НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ

1. Теоретичне завдання

1.1. Хімічні елементи з властивостями напівпровідників:

- Назвіть основні хімічні елементи, що володіють властивостями напівпровідників. Опишіть їх структуру та електричні властивості. Як ці матеріали використовуються в різних електронних пристроях?
- Які з цих елементів є найпоширенішими у виготовленні напівпровідникових елементів, таких як транзистори та діоди?

1.2. Домішкові напівпровідники:

- Поясніть, що таке домішкові напівпровідники і як процес допінгу змінює їх електричні властивості. Як відбувається перехід між р-типом і n-типом напівпровідника?
- Наведіть приклади домішок, які використовуються для створення р-типу та n-типу напівпровідників. Як саме ці домішки впливають на електричні характеристики матеріалу?

1.3. Домішки заміщення та впровадження:

- Охарактеризуйте різницю між домішками заміщення і домішками впровадження. Як кожен з цих типів домішок впливає на електричні властивості напівпровідникових матеріалів?
- Наведіть приклади матеріалів, у яких використовуються домішки заміщення та впровадження, і опишіть, як вони змінюють електричну провідність.

1.4. Напівпровідникові хімічні сполуки і матеріали на їхній основі:

- Охарактеризуйте основні напівпровідникові хімічні сполуки, такі як арсенід галюмію (GaAs), селенід кадмію (CdSe) та інші. Як ці матеріали використовуються в електроніці та оптоелектроніці?
- Поясніть, чому сполуки напівпровідників часто мають кращі характеристики для специфічних застосувань (наприклад, в оптичних сенсорах або лазерах) порівняно з чистими елементами.

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування різних типів напівпровідникових матеріалів (елементних та сполучених) у сучасних технологіях. Охарактеризуйте, чому вибір певного матеріалу є важливим для розробки нових електронних пристроїв, таких як сенсори, світлодіоди або процесори.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння:

- 1) Які основні відмінності в електричних та оптичних властивостях між матеріалами на основі кремнію та матеріалами на основі арсениду галюмію (GaAs)? У яких пристроях вони використовуються?
- 2) Як допінг напівпровідників змінює енергетичні рівні в матеріалі? Як ці зміни впливають на роботи напівпровідникових пристроїв, таких як транзистори та діоди?

ЗАВДАННЯ №7

ТЕМА. ДІЕЛЕКТРИКИ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні поняття про діелектрики:

- Поясніть, що таке діелектрик. Які основні фізичні властивості визначають, чи є матеріал діелектриком? Наведіть приклади матеріалів, які є діелектриками при нормальних умовах.
- Як діелектрики відрізняються від провідників і напівпровідників? Які ключові характеристики важливі для використання матеріалу як діелектрика?

1.2. Діелектрик в електричному полі:

- Як діелектрики реагують на дію електричного поля? Поясніть процес поляризації діелектриків у присутності електричного поля.
- Яким чином діелектричні властивості матеріалу визначають його здатність зберігати енергію в електричному полі?

1.3. Поляризація діелектриків:

- Поясніть, що таке поляризація діелектриків і як вона відбувається на молекулярному та атомному рівні. Як взаємодіють молекули або атоми з електричним полем?
- Які фактори впливають на ступінь поляризації діелектриків? Як це впливає на їх здатність до ізоляції?

1.4. Класифікація діелектриків:

- Яким чином класифікуються діелектрики за їхніми електричними властивостями? Охарактеризуйте діелектрики з високою та низькою діелектричною проникністю.

- Які фактори визначають вибір діелектрика для конкретних застосувань, наприклад, у високовольтних кабелях або електронних компонентах?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування діелектриків в сучасних технологіях, таких як електроніка, енергетика чи медичні пристрої. Опишіть роль діелектриків у забезпеченні ефективної роботи цих систем.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як температурні зміни можуть впливати на поляризацію діелектриків? Які матеріали найбільш чутливі до температурних змін?

2) Які матеріали використовуються як діелектрики в конденсаторах і чому? Як діелектрична проникність матеріалу впливає на ємність конденсатора?

ЗАВДАННЯ №8

ТЕМА. ПОЛЯРИЗАЦІЯ ДІЕЛЕКТРИКІВ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНА ПРОНИКНІСТЬ

1. Теоретичне завдання

1.1. Поляризація діелектрика:

- Поясніть, що таке поляризація діелектрика. Як молекули діелектрика змінюють своє орієнтування під впливом електричного поля?
- Які основні типи поляризації існують? Охарактеризуйте кожен з них і наведіть приклади матеріалів, які зазвичай демонструють ці типи поляризації.

1.2. Основні види поляризації діелектриків:

- Охарактеризуйте чотири основні види поляризації діелектриків: електронну, іонну, орієнтаційну та іонну поляризацію. Як кожен з цих видів проявляється у різних матеріалах?
- Як кожен тип поляризації впливає на електричні властивості діелектрика?

1.3. Класифікація діелектриків за видом поляризації:

- Як класифікуються діелектрики в залежності від їх здатності до поляризації? Які матеріали підходять для використання в умовах сильного електричного поля, а які – в умовах помірних?
- Які переваги та недоліки мають матеріали з різними типами поляризації в контексті їх застосування в електронних пристроях, таких як конденсатори чи ізоляція?

1.4. Діелектрична проникність газів, рідких і твердих діелектриків:

- Поясніть, що таке діелектрична проникність. Як вона визначає здатність матеріалу до поляризації при впливі електричного поля?

- Як змінюється діелектрична проникність для різних видів діелектриків (газів, рідин, твердих матеріалів)? Чому важливо враховувати ці зміни при виборі діелектрика для певних застосувань?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування діелектриків з різними типами поляризації в сучасних технологіях (наприклад, в конденсаторах, кабелях або медичних пристроях). Охарактеризуйте, чому вибір конкретного типу поляризації є критичним для ефективності пристроїв.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Яким чином температура впливає на поляризацію діелектриків? Як це змінює їх здатність до ізоляції або енергетичних накопичень?

2) Які матеріали мають високу діелектричну проникність і як це використовують в електронних компонентах? Які обмеження існують для матеріалів з дуже високою діелектричною проникністю?

ЗАВДАННЯ №9

ТЕМА. ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ДІЕЛЕКТРИКІВ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні поняття електропровідності діелектриків:

- Що таке електропровідність діелектриків? Як вона відрізняється від провідників і напівпровідників?
- Які фактори впливають на електропровідність діелектриків? Наведіть приклади матеріалів, що демонструють низьку електропровідність.

1.2. Електропровідність газів:

- Охарактеризуйте електропровідність газів. Як вона змінюється залежно від умов, таких як температура та тиск?
- Поясніть, чому гази зазвичай є добрими діелектриками, але в певних умовах (наприклад, під високим електричним полем) вони можуть проводити струм.

1.3. Електропровідність рідин:

- Як електропровідність проявляється у рідинах, зокрема у воді? Чому чиста вода має низьку провідність, а вода з домішками (солі, кислоти тощо) - високу?
- Яким чином температура та концентрація домішок впливають на електропровідність рідин?

1.4. Електропровідність твердих діелектриків:

- Як електропровідність проявляється у твердих діелектриках? Які матеріали зазвичай використовуються як ізолятори і чому?
- Які механізми обумовлюють відсутність або наявність провідності в твердих діелектриках, таких як пластмаси або кераміка?

1.5. Поверхнева електропровідність твердих діелектриків:

- Поясніть, що таке поверхнева електропровідність твердих діелектриків. Як вона проявляється, і в чому полягає її значення в практичному застосуванні матеріалів?

- Як впливає вологість, температура або наявність зовнішнього електричного поля на поверхневу провідність?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте сучасні застосування матеріалів з різною електропровідністю в таких галузях, як електроніка, енергетика чи охолодження. Опишіть роль електропровідних і неелектропровідних матеріалів у забезпеченні ефективності роботи цих систем.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Які механізми провідності існують у різних типах матеріалів? Як ці механізми відрізняються для діелектриків, провідників і напівпровідників?

2) Як електропровідність діелектриків змінюється під дією сильного електричного поля? Як це враховують при розробці матеріалів для високовольтних застосувань?

ЗАВДАННЯ №10

ТЕМА. ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВТРАТИ В ДІЕЛЕКТРИКАХ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні поняття про діелектричні втрати:

- Що таке діелектричні втрати? Поясніть, як вони виникають в діелектриках при їхньому впливі під час перебування в змінному електричному полі.
- Які фізичні процеси обумовлюють діелектричні втрати? Які параметри матеріалу впливають на величину цих втрат?

1.2. Види діелектричних втрат:

- Охарактеризуйте різні види діелектричних втрат, такі як втрати через поляризацію, втрати через провідність та втрати через поверхневий струм. Як кожен з цих видів проявляється в реальних умовах?
- Як визначити, який вид діелектричних втрат переважає в тому чи іншому матеріалі? Які методи використовуються для вимірювання цих втрат?

1.3. Діелектричні втрати в газах:

- Як діелектричні втрати проявляються в газах? Поясніть, чому гази мають низькі діелектричні втрати при нормальних умовах. Які умови сприяють збільшенню втрат у газах?
- Які гази використовуються в якості діелектриків у високовольтних системах, і як мінімізуються їхні діелектричні втрати?

1.4. Діелектричні втрати в рідких діелектриках:

- Які фактори впливають на діелектричні втрати в рідких діелектриках (наприклад, в електроізоляційних маслах)? Як температура і частота змінюють величину втрат?

- Охарактеризуйте вплив домішок (вода, кисень, інші речовини) на діелектричні втрати в рідких діелектриках.

1.5. Діелектричні втрати у твердих діелектриках:

- Як діелектричні втрати проявляються у твердих діелектриках (наприклад, в пластикових матеріалах або кераміці)? Як матеріали з високою діелектричною проникністю пов'язані з рівнем діелектричних втрат?

- Яким чином методи зменшення втрат, такі як використання матеріалів з низьким рівнем провідності або з високими характеристиками стабільності, використовуються в промисловості?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте використання діелектричних матеріалів в високовольтних системах (наприклад, трансформаторах, кабелях, конденсаторах). Охарактеризуйте важливість мінімізації діелектричних втрат в таких пристроях та обговоріть методи покращення характеристик діелектричних матеріалів для таких застосувань.

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як змінюється частота діелектричних втрат в залежності від температури та частоти електричного поля? Які матеріали мають найменші втрати при високих частотах?

2) Яким чином вологість і вологозалежні матеріали впливають на діелектричні втрати? Як ці ефекти можна мінімізувати при розробці електричних компонентів для високих напруг?

ЗАВДАННЯ №11

ТЕМА. ПРОБІЙ ДІЕЛЕКТРИКІВ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні поняття про пробій діелектриків:

- Що таке пробій діелектрика? Як пробій пов'язаний з розривом діелектричної ізоляції в умовах високої напруги?
- Які основні фактори впливають на поріг пробою діелектрика? Як поведінка діелектрика змінюється при досягненні цього порогу?

1.2. Механізм пробою діелектриків:

- Охарактеризуйте механізм електричного пробою діелектрика. Як змінюється внутрішня структура матеріалу під впливом сильного електричного поля?
- Які процеси відбуваються на молекулярному та атомному рівнях під час пробою діелектрика?

1.3. Пробій газів:

- Які умови необхідні для того, щоб відбувся пробій газу? Як впливають такі фактори, як тиск, температура та тип газу, на величину пробійної напруги?
- Охарактеризуйте процес пробою в таких газах, як повітря, азот або інші інертні гази. Як можна контролювати пробій в газових середовищах?

1.4. Пробій рідких діелектриків:

- Як відбувається пробій рідких діелектриків (наприклад, в трансформаторних маслах або ізоляційних рідинах)?
- Які фактори можуть знижувати або підвищувати пробійну напругу рідких діелектриків? Як впливають домішки (вода, гази тощо) на процес пробою?

1.5. Пробій твердих діелектриків:

- Поясніть, як відбувається пробій твердих діелектриків (наприклад, пластмас, скла або кераміки)? Які основні механізми пробою існують для цих матеріалів?

- Які параметри матеріалу, такі як міцність на електричний пробій або товщина, впливають на стійкість твердих діелектриків до пробою?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування діелектричних матеріалів у високовольтних електричних системах (наприклад, трансформатори, високовольтні кабелі, конденсатори). Як підвищення порогу пробою матеріалів впливає на надійність таких систем?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

- 1) Яким чином температура впливає на пробій діелектриків? Як це враховується при виборі матеріалів для застосування в різних температурних умовах?

- 2) Які методи використовуються для підвищення стійкості діелектриків до пробою в електричних системах? Як можна покращити матеріали для застосувань, де важлива висока надійність ізоляції?

ЗАВДАННЯ №12

ТЕМА. ДІЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Теоретичне завдання

1.1. Газоподібні електроізоляційні матеріали:

- Охарактеризуйте газоподібні електроізоляційні матеріали. Які гази використовуються як діелектрики у високовольтних системах?
- Які властивості газів важливі для їх використання як ізоляторів? Як змінюється ефективність газових діелектриків під впливом тиску, температури та електричного поля?

1.2. Нафтові електроізоляційні масла:

- Як використовуються нафтові електроізоляційні масла в електричних системах? Які основні властивості нафтових масел необхідні для ефективної ізоляції?
- Які фактори впливають на ефективність електроізоляційних масел? Як температура та домішки змінюють їхні діелектричні властивості?

1.3. Синтетичні рідкі діелектрики:

- Охарактеризуйте синтетичні рідкі діелектрики. Які переваги вони мають перед природними рідкими ізоляторами?
- В яких випадках застосовуються синтетичні рідкі діелектрики, і як їх властивості дозволяють покращити ефективність ізоляції в різних електричних пристроях?

1.4. Високомолекулярні органічні діелектрики:

- Що таке високомолекулярні органічні діелектрики? Які матеріали відносяться до цієї категорії (наприклад, полімери)?

- Які основні переваги високомолекулярних органічних діелектриків порівняно з іншими типами ізоляторів? Які фактори визначають їх ефективність як електричні ізолятори?

1.5. Смоли, рослинні олії, бітуми та діелектрики на основі воску:

- Як використовуються смоли, рослинні олії, бітуми та діелектрики на основі воску в електричних системах?

- Поясніть, чому ці матеріали можуть бути корисними як ізолятори, а також які їхні обмеження та недоліки.

1.6. Електроізоляційні лаки і компаунди:

- Охарактеризуйте електроізоляційні лаки та компаунди. Як вони використовуються для покриття електричних компонентів?

- Які характеристики повинні мати лаки і компаунди для забезпечення високої надійності ізоляції?

1.7. Гнучкі плівки:

- Що таке гнучкі плівки, і як вони використовуються як діелектрики в електричних пристроях?

- Які переваги та недоліки мають гнучкі плівки порівняно з іншими діелектричними матеріалами? Які фактори впливають на їх ефективність?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте застосування різних типів діелектричних матеріалів у сучасних технологіях (наприклад, у конденсаторах, трансформаторах або кабелях). Як вибір матеріалу залежить від умов експлуатації (температура, вологість, частота напруги)?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння:

1) Як змінюються діелектричні властивості матеріалів при старінні або тривалій експлуатації? Які методи можуть бути використані для продовження терміну служби діелектричних матеріалів?

2) Яким чином фізичні властивості діелектричних матеріалів (міцність, вологопоглинання, термостійкість) взаємопов'язані з їхніми електричними властивостями?

ЗАВДАННЯ №13

ТЕМА. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

1. Теоретичне завдання

1.1. Загальні поняття про фізико-механічні властивості електротехнічних матеріалів:

- Що таке фізико-механічні властивості електротехнічних матеріалів? Перерахуйте основні фізико-механічні властивості, які важливі для електротехнічних матеріалів.
- Як впливає механічна міцність на ефективність роботи електротехнічних компонентів?

1.2. Вологостійкість електроізоляційних матеріалів:

- Як вологостійкість впливає на ефективність діелектричних матеріалів? Які наслідки може мати підвищена вологість для електричних ізоляторів?
- Охарактеризуйте методи покращення вологостійкості діелектричних матеріалів.

1.3. Теплові властивості діелектриків:

- Як температура впливає на діелектричні властивості матеріалів? Які теплові властивості є критичними для електротехнічних матеріалів?
- Як визначають теплопровідність матеріалів і як це впливає на вибір діелектричних матеріалів для різних застосувань?

1.4. Механічні властивості матеріалів:

- Які механічні властивості матеріалів важливі для їх використання в електротехнічних пристроях (наприклад, міцність, гнучкість, твердість)?

- Як механічні властивості впливають на довговічність і надійність електричних компонентів, що працюють під високим навантаженням?

1.5. Хімічні властивості електротехнічних матеріалів:

- Як хімічні властивості матеріалів впливають на їхні електричні характеристики? Які хімічні реакції можуть відбуватися в електротехнічних матеріалах при впливі навколишнього середовища (волога, кислоти, основи, окиснення)?

- Як оцінюється стійкість матеріалу до корозії та інших хімічних пошкоджень? Як це впливає на вибір матеріалів для електричних систем?

1.6. Властивості діелектриків під впливом випромінювань високої енергії:

- Як впливають випромінювання високої енергії (наприклад, рентгенівські або гамма-промені) на діелектричні властивості матеріалів?

- Яким чином змінюються механічні та хімічні властивості матеріалів під впливом випромінювання високої енергії?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте вплив фізико-механічних та хімічних властивостей матеріалів на їх використання в конкретних електротехнічних пристроях (наприклад, трансформатори, конденсатори, кабелі). Яким чином можна поліпшити ці властивості для досягнення кращої ефективності роботи пристроїв?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як зміна вологості чи температури може змінити електричні характеристики ізоляційних матеріалів? Які механізми взаємодії між температурними і вологостійкими властивостями?

2) Яким чином покращення хімічних властивостей матеріалів може сприяти підвищенню їх стійкості в складних експлуатаційних умовах, наприклад, у нафтових або хімічних установках?

ЗАВДАННЯ №14

ТЕМА. ВИКОРИСТАННЯ ДІЕЛЕКТРИКІВ В КОНДЕНСАТОРАХ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні відомості про конденсатори:

- Що таке конденсатор? Як він працює і яку роль відіграє в електричних схемах?
- Охарактеризуйте основні елементи конструкції конденсатора (обкладинки, діелектрик, ємність). Як їх взаємодія визначає робочі характеристики конденсатора?

1.2. Параметри конденсаторів:

- Які основні параметри конденсатора ви знаєте? Як визначають ємність конденсатора?
- Як на ємність і напругу впливають різні матеріали для діелектриків? Як вибір діелектрика впливає на характеристики конденсатора?

1.3. Система умовних позначень конденсаторів:

- Що таке система умовних позначень конденсаторів? Як вона допомагає визначити характеристики конденсаторів (ємність, максимальну напругу, тип діелектрика)?
- Охарактеризуйте основні маркування конденсаторів, які використовуються у промисловості.

1.4. Маркування конденсаторів:

- Які інформаційні дані містить маркування конденсаторів? Як правильно розшифрувати маркування і що воно означає?
- Дайте приклади маркування для різних типів конденсаторів (постійної ємності, змінної ємності тощо).

1.5. Конструкції конденсаторів постійної ємності:

- Які основні конструктивні особливості конденсаторів постійної ємності? Які матеріали використовуються для обкладинок і діелектрика таких конденсаторів?

- Яким чином підвищення ємності конденсатора впливає на вибір матеріалів для його виготовлення?

1.6. Характеристика та використання конденсаторів постійної ємності:

- Які характеристики впливають на вибір конденсаторів постійної ємності для різних застосувань (наприклад, у силових електричних мережах, у фільтрах, у стабілізаторах напруги)?

- Як використання різних типів діелектриків в конденсаторах змінює їхні властивості, такі як стійкість до високих температур, електрична міцність та діелектрична проникність?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте роль діелектричних матеріалів у розвитку нових типів конденсаторів для електронних пристроїв (наприклад, для мікропроцесорів, мобільних телефонів). Як вдосконалення діелектричних властивостей може вплинути на розміри, ефективність і вартість таких конденсаторів?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як зміна температури впливає на характеристики конденсаторів? Яким чином це може бути враховано при проектуванні конденсаторів для використання в різних кліматичних умовах?

2) Як різні типи діелектриків (повітря, полімери, кераміка, масла тощо) впливають на максимальну робочу напругу і термін служби конденсаторів?

ЗАВДАННЯ №15

ТЕМА. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МАГНЕТИЗМ

1. Теоретичне завдання

1.1. Основні характеристики магнітного поля:

- Що таке магнітне поле? Які основні фізичні характеристики магнітного поля ви знаєте?
- Опишіть основні величини, що визначають магнітне поле (магнітна індукція, магнітна сила, магнітна проникність). Як ці величини взаємопов'язані між собою?

1.2. Магнітні властивості матеріалів:

- Які магнітні властивості матеріалів існують? Охарактеризуйте різні типи магнітних матеріалів (феромагнітні, діамагнітні, парамагнітні).
- Як ці властивості визначають поведінку матеріалів у магнітному полі?

1.3. Магнітні матеріали та їх використання:

- Які магнітні матеріали найбільш широко використовуються в електротехніці (наприклад, у трансформаторах, електричних двигунах)? Яким чином магнітні властивості цих матеріалів визначають ефективність роботи електротехнічних пристроїв?
- Опишіть застосування феритів, сталей і сплавів з високими магнітними властивостями в сучасних технологіях.

1.4. Вплив деформації на магнітні властивості металів:

- Як механічна деформація металів може впливати на їх магнітні властивості? Охарактеризуйте процеси, що відбуваються при деформації (наприклад, зміни в орієнтації доменів).

- Як деформація матеріалу впливає на ефективність роботи магнітних матеріалів?

1.5. Втрати енергії в феромагнетиках:

- Що таке втрати енергії в феромагнетиках? Як вони виникають, і що впливає на їх величину?

- Яким чином можна знизити втрати енергії в феромагнітних матеріалах при використанні їх у високочастотних пристроях?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте вплив магнітних властивостей матеріалів на ефективність роботи сучасних магнітних пристроїв, таких як електродвигуни, генератори або датчики. Яким чином оптимізація магнітних властивостей матеріалів може підвищити їх ефективність і зменшити енергоспоживання?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

1) Як температура впливає на магнітні властивості матеріалів? Яким чином це може бути враховано при виборі матеріалів для застосування в різних температурних умовах?

2) Як магнітні матеріали використовуються в технологіях зберігання енергії, наприклад, в магнітних акумуляторах чи суперконденсаторах?

ЗАВДАННЯ №16

ТЕМА. МАГНІТНІ МАТЕРІАЛИ

1. Теоретичне завдання

1.1. Магнітом'які матеріали:

- Що таке магнітом'які матеріали? Охарактеризуйте їх основні властивості та сферу застосування.
- Як зміна температури або зовнішніх магнітних полів впливає на властивості магнітом'яких матеріалів?

1.2. Магнітотверді матеріали:

- Що відрізняє магнітотверді матеріали від магнітом'яких? Як вони працюють в умовах постійного магнітного поля?
- Дайте приклади магнітотвердих матеріалів та опишіть їх застосування в електротехніці та інших галузях.

1.3. Матеріали спеціалізованого призначення:

- Охарактеризуйте матеріали спеціалізованого призначення, які використовуються в магнітних системах, зокрема в магнітних датчиках і пристроях для зберігання інформації.
- Як такі матеріали відрізняються від стандартних магнітних матеріалів, і які технологічні вимоги до них пред'являються?

1.4. Магнітні сплави:

- Як магнітні сплави використовуються для підвищення характеристик матеріалів (наприклад, підвищення магнітної проникності чи зменшення втрат)?
- Які основні типи магнітних сплавів існують, і в яких галузях вони застосовуються?

1.5. Магнітні матеріали для високочастотних застосувань:

- Які властивості магнітних матеріалів є критичними для їх використання в високочастотних застосуваннях, таких як радіоелектроніка чи телекомунікаційні системи?

- Як вибір магнітного матеріалу впливає на ефективність роботи компонентів в радіочастотних пристроях?

2. Завдання на творчість

- Досліджуйте перспективи використання новітніх магнітних матеріалів (наприклад, наноматеріалів чи матеріалів на основі рідкоземельних елементів) в сучасних технологіях, таких як гібридні та електричні транспортні засоби або відновлювані джерела енергії. Які властивості цих матеріалів роблять їх придатними для цих застосувань?

3. Додаткові питання для глибшого розуміння

- 1) Як зміна магнітної проникності матеріалу може впливати на його ефективність при використанні в трансформаторах і котушках індуктивності?

- 2) Як магнітні матеріали використовуються в електронних пристроях для зменшення перешкод (наприклад, в екранах від електромагнітних впливів) та в захисті від впливу зовнішніх магнітних полів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна

1. Конструкційні матеріали і технології : навчальний посібник / Р. В. Будяк, Е. К. Посвятенко, Л. В. Швець, Г. А. Жученко. Вінниця : ФОП Т. П. Барановська, 2020. 240 с. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25442.pdf>.
2. Електротехнічні матеріали. Частина 1. Діелектричні матеріали : курс лекцій / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. М. Кириленко, К. В. Кириленко. В. М. Головка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 224 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8d0ebb78-3e8f-4e4a-98ef-dfb18ff2573d/content>.
3. Щерба А. А., Поворознюк Н. І. Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси. Вступ до спеціальності : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 497 с.
4. Трегуб М. І., Рубець А. М., Хахула В. С. Електротехнічні матеріали : навчальний посібник. Біла Церква : БНАУ, 2020. 60 с. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/5501/3/elektrotehniczni%20materialy.pdf>.
5. Паржницький О. В., Аушева С. В., Шулепіна Г. Ю. Електроматеріалознавство : навч. посібн. для здобувач. проф. освіти. Київ : Грамота, 2023. 224 с. URL: https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/posibnyky-prof-tech/Elektromaterialoznavstvo_27_01_2023_compressed.pdf.

Допоміжна

1. Stability of self-consistent states of flow in a short-circuited diode in a mode with a through passage of particles / V. Mardziavko та ін. *IEEE fifth international conference on information and telecommunication technologies and radio electronics*, м. Kyiv, 2 груд. 2021 р. Kyiv, 2021. С. 275–278.

2. Основи слюсарної справи : навч. посібник / А. Ф. Попов, Т. В. Пахар, О. В. Паржницький, Г. Ю. Шулєпіна. Чернівці : Букрек, 2020. 224 с. URL: <https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profosvita/slusarna-sprava-Popov.pdf>.

Електронні ресурси

1. ДСТУ 2183-93. Картон електроізоляційний. Методи визначення електричної міцності і стійкості до впливу випробної напруги (ГОСТ 12268.2-93). Чинний від 1993-02-17. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 1993. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=93688.

2. ДСТУ 2267-93. Вироби електротехнічні. Терміни та визначення. Чинний від 1993-11-12. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 1993. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60389.

3. ДСТУ ІЕС 60216-1:2015. Матеріали електроізоляційні. Характеристики нагрівостійкості. Частина 1. Методики проведення випробування на старіння й оцінювання результатів (ІЕС 60216-1:2001, IDT). Чинний від 2016-09-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.

4. Електроматеріали. Пасивні елементи засобів радіозв'язку та захисту інформації : навч. посібник / С. В. Толюпа та ін. Київ : ДУТ, 2015. 193 с. URL: https://duikt.edu.ua/uploads/l_1243_86357886.pdf.

5. ПУЕ Правила улаштування електроустановок. Київ, 2015. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758.

ДОДАТКИ

Додаток 1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ЗВІТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

з дисципліни

“Електротехнічні матеріали”

на тему: “Розробка світлотехнічної відомості”

Допуск до виконання _____

Допуск до захисту _____

Захист _____

Виконав студент групи: Ен 1/1 _____
(підпис)

Олексій ХАРІТОНОВ
(імя, прізвище)

Керівник: _____
(підпис)

Віталій МАРДЗЯВКО
(імя, прізвище)

2024

					141. Ен 2/1.01.СР.01. Ел. тех. мат.	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Навчальне видання

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Методичні рекомендації

Укладачі: **Мардзявко Віталій Анатолійович**

Власенко Лариса Сергіївна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,9.

Тираж 20 прим. Зам. №_____

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.