МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ енергетики, електроніки та інформаційних технологій КАФЕДРА електротехніки та енергоефективності

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ІННІ ЗНУ

Н.Г. Метеленко

(підпис) (ініціали і прізвище)

“ ” 2022 р.

**«ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ В СХЕМАХ КЕРУВАННЯ»**

( назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Підготовки бакалавра

( назва освітнього ступеня )

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Електроенергетика, електротехніка та

електромеханіка

(назва)

Укладач Єрофєєва А.А., к.т.н., доцент

(ПІБ, науковий ступінь,вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено Ухвалено науково- методичною радою на засіданні кафедри електротехніки факультету енергетики, електроніки та та енергоефективності інформаційних технологій

Протокол № від 2022 р. Протокол № від \_2022 р.

Завідувач кафедри Голова науково-методичної ради Інженерного електротехніки та енергоефективності навчально-наукового інституту ЗНУ

(підпис) (ініціали прізвище) (підпис) (ініціали прізвище)

2022

1. Опис навчальної дисципліни

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Найменування показників** | **Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти** | **Характеристика навчальної дисципліни** | | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання | |
| Кількість кредитів – 5 | Галузь знань  14 «Електрична інженерія» (шифр і назва) | Нормативна | | |
| Цикл дисциплін професійної  підготовки | | |
| Розділів – 3 | Спеціальність  141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  (шифр і назва) | **Рік підготовки** | | |
| 2-й | | 2-й |
| Загальна кількість годин – 150 | **Лекції, год** | | |
| 16 | | 10 |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 8 | Освітньо-професійна програма Електроенергетика,  електротехніка та електромеханіка | **Практичні роботи, год** | | |
| 16 | | 8 |
| **Лабораторні роботи, год** | | |
| 32 | | - |
| Рівень вищої освіти бакалаврський | **Самостійна робота, год** | | |
| 86 | 102 | |
| **Індивідуальне завдання, год**  - | | |
| **Вид підсумкового контролю**:  Т1, Т2, залік | | |

1. **Мета та завдання навчальної дисципліни**

### **Метою** навчальної дисципліни є оволодіння основами теорії електричних апаратів, ознайомлення з їх пристроєм, характеристиками, принципами вибору та набуття навичок у майбутніх фахівців для вирішення виробничо-технологічних, проектних, конструкторських та дослідницьких задач.

**Основними завданнями** викладання дисципліни «Електронні пристрої в схемах керування» є забезпечення виконання мети викладання та максимальне наближення до успішного досягнення реалізації результатів навчання включно з їх окремими поділами. Виконання групових лабораторних робіт забезпечує більш поглиблене засвоєння теоретичного матеріалу. Використання новітніх інформаційних технологій дозволяє детальніше виявити взаємозв’язки та закономірності.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

**знати:** визначальні чинники для здійснення заходів для підвищення енергетичної ефективності народногосподарських електроустановок, методи їх підкріплення фінансовими ресурсами, засоби збільшення енергетичного виробництва та енергозбереження, захисту навколишнього середовища, а також запровадження більш економічних систем енергоспоживання на транспорті і в промисловості;

**вміти:** на основі вимог до електротехнічної системи та режимів її роботи сформувати та обґрунтувати комплекс енергозберігаючих заходів, що містить технічну, організаційну та економічну складові; проводити технічні розрахунки показників енергоспоживання електротехнічних комплексів народногосподарських об’єктів, заходів з оптимізації енергоспоживання та показників економічної ефективності енергозберігаючих заходів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Міждисциплінарні зв’язки.

Згідно зі структурно - логічною схемою освітньо-професійної програми дисципліна «Електронні пристрої в схемах керування» тематично пов’язана з такими дисциплінами:

* енергетичний аудит;
* основи енергоефективності;
* енергозбереження засобами промислового електроприводу;
* енергетичний менеджмент;
* електропостачання підприємств;
* релейний захист.

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ** | |
| **Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:** | |
| РН1 | Знати основи теорії фізичних процесів, які відбуваються в електрич- них апарата при аварійних режимах роботи. Проводити розрахунки електричних систем апаратів в різних режимах роботи. |
| РН2 | Знати пристрій, принцип дії та способи вибору електричних апаратів низької напруги. Вміти читати електричні схеми з використанням електричних апаратів до 1000 В. |
| РН3 | Знати пристрій, принцип дії та способи вибору електричних апаратів високої напруги. Вміти читати електричні схеми розподільчих при- строїв з використанням електричних апаратів вище 1000 В. |
| **РОЛЬ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ У ДОСЯГНЕННІ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ** | |
| **Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:** | |
| ПР03 | Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизо- ваних електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. |
| ПР05 | Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку еле- ктричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. |
| ПР06 | Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. |

**РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тиждень і вид заняття** | **Тема заняття** | **Контрольне завдання** | **Кількість балів** |
| **Змістовий модуль 1. Основні фізичні процеси, які виникають в електричних апаратах** | | | |
| Тиждень 22 Тема 1 | Електродинамічна та термічна стійкості апаратів | Тест | 5 |
| Тиждень 22 ЛР 1 | Дослідження електродинамічних зусиль в паралельних провідниках | Звіт | 5 |
| Тиждень 23 ЛР 2 | Дослідження електродинамічних сил кільцевого витка та між витками | Звіт |
| Тиждень 24 ЛР 3 | Дослідження тепловиділення в провідниках | Звіт |
| **Змістовий модуль 2. Будова електричних апаратів** | | | |
| Тиждень 24 Тема 2 | Контакти апаратів. Системи гасіння дуги. Електромагнітні пристрої в електричних апаратах | Тест | 5 |
| Тиждень 25 ЛР 4 | Дослідження електричного перехідного опору контактів | Звіт | 5 |
| Тиждень 26 ЛР 5 | Умови гасіння дуги постійно- го та змінного струму | Звіт |
| Тиждень 26 ЛР 6 | Визначення сили тяги електромагніту постійного та змінного струму | Звіт |
| **Змістовий модуль 3. Електричні апарати керування** **низької напруги** | | | |
| Тиждень 27 Тема 3 | Кнопкові пости, командоконтролери, електромагнітні пускачі, контактори, реле, датчики | Тест | 5 |
| Тиждень 28 ЛР 7 | Дослідження характеристик проміжного реле | Звіт | 5 |
| Тиждень 28 ЛР 8 | Дослідження характеристик реле часу | Звіт |
| Тиждень 29 ЛР 9 | Дослідження параметричного датчика | Звіт |
| **Змістовий модуль 4. Електричні апарати захисту низької напруги** | | | |
| Тиждень 30 Тема 4 | Запобіжники, автоматичні вимикачі, теплові реле, реле струму та напруги | Тест | 5 |
| Тиждень 30 ЛР 10 | Дослідження струмових характеристик уставок запобіжників типу ПР | Звіт |  |
| Тиждень 31 ЛР 11 | Дослідження струмових характеристик автоматичного вимикача | Звіт |
| Тиждень 32 ЛР 12 | Дослідження теплового реле | Звіт |
| **Змістовий модуль 5. Високовольтні вимикачі** | | | |
| Тиждень 32 Тема 5 | Повітряні, елегазові, масляні, вакуумні вимикачі. Вимикачі навантаження | Тест | 5 |
| Тиждень 33 ЛР 13 | Вивчення масляного вимикача | Звіт | 5 |
| Тиждень 34 ЛР 14 | Вивчення вимикача навантаження | Звіт |
| **Змістовий модуль 6. Захист від перенапруги** | | | |
| Тиждень 34 Тема 6 | Розрядники та обмежувачі перенапруги нелінійні (ОПН) їх призначення, принцип дії та конструк- ція. Вибір ОПН | Тест | 5 |
| Тиждень 35 ЛР 15 | Вивчення розрядника | Звіт | 5 |
| Тиждень 36 ЛР 16 | Вивчення обмежувача перенапруги | Звіт |

1. **Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
| денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| разом | у тому числі | | | | | разом | у тому числі | | | | |
| лек | пр | лр | ін | ср | лек | пр | лр | ін | ср |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **Змістовий модуль 1. Основні фізичні процеси, які виникають в електричних апаратах** | | | | | | | | | | | | |
| Електродинамічна та термічна стійкості апаратів |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження електродинамічних зусиль в паралельних провідниках |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження електродинамічних сил кільцевого витка та між витками |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження тепловиділення в провідниках |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **2** | **2** | **4** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Змістовий модуль 2. Будова електричних апаратів** | | | | | | | | | | | | |
| Контакти апаратів. Системи гасіння дуги. Електромагнітні пристрої в електричних апаратах |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження електричного перехідного опору контактів |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Умови гасіння дуги постійно- го та змінного струму |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Визначення сили тяги електромагніту постійного та змінного струму |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **4** | **4** | **8** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Змістовий модуль 3. Електричні апарати керування** **низької напруги** | | | | | | | | | | | | |
| Кнопкові пости, командоконтролери, електромагнітні пускачі, контактори, реле, датчики |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження характеристик проміжного реле |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження характеристик реле часу |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження параметричного датчика |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **4** | **4** | **8** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Змістовий модуль 4. Електричні апарати захисту низької напруги** | | | | | | | | | | | | |
| Запобіжники, автоматичні вимикачі, теплові реле, реле струму та напруги |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження струмових характеристик уставок запобіжників типу ПР |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження струмових характеристик автоматичного вимикача |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дослідження теплового реле |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **4** | **4** | **8** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Змістовий модуль 5. Високовольтні вимикачі** | | | | | | | | | | | | |
| Повітряні, елегазові, масляні, вакуумні вимикачі. Вимикачі навантаження |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вивчення масляного вимикача |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вивчення вимикача навантаження |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **1** | **1** | **2** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Змістовий модуль 6. Захист від перенапруги** | | | | | | | | | | | | |
| Розрядники та обмежувачі перенапруги нелінійні (ОПН) їх призначення, принцип дії та конструк- ція. Вибір ОПН |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вивчення розрядника |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вивчення обмежувача перенапруги |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разом** |  | **1** | **1** | **2** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Усього** |  | **16** | **16** | **32** |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Теми практичних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ з/п** | **Назва теми** | **Кількість годин** | |
| **денна** | **заочна** |
| 1 | Розрахунок показників якості електроенергії | 2 | 2 |
| 2 | Визначення втрат у двообмоткових трансформаторах | 2 | - |
| 3 | Обґрунтування відключення малозавантаженого трансформатора | 2 | - |
| 4 | Визначення додаткових втрат при передачі реактивної потужності | 2 | - |
| 5 | Обґрунтування заміни малозавантажених двигунів на двигуни  меншої потужності | 2 | - |
| 6 | Аналіз графіку навантаження підстанції | 2 | 2 |
| 7 | Складання енергобаланса підприємства | 2 | - |
| 8 | Визначення енергоємності продукції | 2 | 2 |
| 9 | Визначення питомих витрат ПЕР | 2 | - |
| 10 | Визначення економічної ефективності енергозберігаючих заходів | 2 | 2 |
| 11 | Енергозбереження при виробництві теплової та електрич. енергії | 2 | - |
| 12 | Розрахунок потоку сонячної радіації | 2 | - |
| **Разом** | | **24** | **8** |

1. Самостійна робота

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ з/п** | **Назва теми** | **Кількість годин** | |
| **денна** | **заочна** |
| 1 | Показники якості електричної енергії та їх вплив на режими  енергоспоживання | 10 | 10 |
| 2 | Регулювання напруги і компенсація реактивної потужності | 12 | 14 |
| 3 | Визначення втрат потужності та електроенергії в системі  електропостачання підприємства | 10 | 20 |
| 4 | Організація обліку енерговикористання | 12 | 14 |
| 5 | Аналіз графіків навантаження промислових електричних мереж | 10 | 10 |
| 6 | Баланси енергоспоживання на промисловому підприємстві | 10 | 14 |
| 7 | Енергоємність продукції | 10 | 10 |
| 8 | Нормування витрат енергоресурсів | 10 | 16 |
| 9 | Організаційні й управлінські енергозберігаючі заходи | 12 | 14 |
| 10 | Економічна ефективність енергозберігаючих заходів | 10 | 12 |
| 11 | Енергозбереження в галузях народного господарства | 6 | 14 |
| 12 | Відновлювані джерела енергії як один із шляхів забезпечення  енергоресурсами | 8 | 14 |
| **Разом** | | **120** | **162** |

1. **Види контролю і система накопичення балів**

У ході виконання завдань студенту пропонується:

* вивчити теоретичний матеріал ;
* виконати та захистити індивідуальні варіанти практичних робіт та самостійної роботи;
* здійснити перевірку отриманих знань шляхом комп'ютерного тестування.

Передбачаються такі контрольні заходи:

1. У рамках поточного контролю у кожному розділі передбачено виконання і здача лабораторних робіт, самостійної роботи та тестування з перевірки теоретичних знань матеріалу розділу. Розподіл балів наведений у таблиці.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ Зах.** | **Назва** | **Кількість балів** |
| 1 | Захист ПР № 1-6 | 10 |
| 2 | Тест у Moodle з 1 розділу | 10 |
|  |  |  |
| 3 | Захист ПР № 7-12 | 10 |
| 4 | Тест у Moodle з 2 розділу | 10 |
|  |  |  |
| 5 | Захист ПР № 13-18 | 10 |
| 6 | Тест у Moodle з 3 розділу | 10 |
|  |  |  |
| **Разом** | | **60** |

1. Передбачено проведення екзамену після 1 семестру у формі підсумкового тесту у системі Moodle (максимальна оцінка – 20) балів та співбесіди зі студентом (максимальне сумарне значення оцінки – 20 балів).
2. Критерії оцінювання:
3. Тест у системі Moodle оцінюється автоматично системою (у системі вказана максимальна кількість балів).
4. За повністю і в строк правильно виконане завдання та правильні відповіді на всі запитання нараховується 100% від вказаної максимальної кількості балів.
5. За виконане невчасно або з незначними помилками виконане завдання та відповіді на запитання нараховується 80% балів.
6. За виконані з затримками (2-3 тижні) завдання або завдання вимагає суттєвої переробки і виправлення та відповіді на питання зі значними помилками, нараховується 60% балів від максимальної можливої кількості балів.
7. Неправильно виконані завдання не приймаються і не оцінюються. За виконане зі значними затримками завдання (більше 3 тижнів) нараховується 40% балів від максимальної кількості.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **За шкалою ECTS** | **За шкалою університету** | **За національною шкалою** | |
| **Екзамен** | **Залік** |
| A | 90 – 100  (відмінно) | 5 (відмінно) | Зараховано |
| B | 85 – 89  (дуже добре) | 4 (добре) |
| C | 75 – 84  (добре) |
| D | 70 – 74  (задовільно) | 3 (задовільно) |
| E | 60 – 69  (достатньо) |
| FX | 35 – 59  (незадовільно – з можливістю повторного складання) | 2 (незадовільно) | Не зараховано |
| F | 1 – 34  (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом) |

7. Рекомендована література

**Базова**

1. Електричні апарати: конспект лекцій: у 2 ч. Ч. 1. Загальні відомості про електричні апарати. Основні фізичні процеси, що виникають в електричних апаратах усіх класів напруги / укладачі: І.Л. Лебединський, І.І. Борзенков. – Суми : СумДУ, 2019. – 56 с.

2. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Електричні апарати» з теми «Електричні апарати низької напруги»/ укладачі: І.Л. Лебединсь- кий, І.І. Борзенков. – Суми: СумДУ, 2019. – 33 с.

3. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.

4. Вибір електричнихапаратів захисту в мережах до 1000 В. Навчально - методичний посібник до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни “Електричні апарати” (для студентів 3 - 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 6.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання"). Укл.: В.М.Буряк, Н.А. Дейнеко. - Харків: ХНАМГ, 2007. – 62 с.

5. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навчальний посібник / Клименко Б.В. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.

Допоміжна

1. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высш.шк., 1990.-366с.

**10. Інформаційні ресурси**

Інформаційний портал ЗНУ - [www. moodle.znu.edu.ua](http://www.dstu.dp.ua/)

Погоджено

з навчальним відділом

« »