

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО
ГОПОДАРСТВА

В.Ф. РОЙ

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
з курсу
«ТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОФІЗИКА ВИСОКОЇ НАПРУГИ»**
*(для студентів 4 курсу денної, 5 курсу заочної форм навчання
та слухачів другої вищої освіти
напрямку 6.050701 – Електротехніка та електротехнології
(0906 – Електротехніка)
зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»)*

Харків ХНАМГ 2011

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни з курсу «**Техніка та електрофізика високої напруги**» (для студентів 4 курсу денної, 5 курсу заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти напрямку 6.050701 – Електротехніка та електротехнології (0906 – Електротехніка) зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В.Ф. Рой; – Х.: ХНАМГ, 2011. – 27 с.

Укладач: проф., докт.ф-м.н. В.Ф. Рой

Рецензент: проф., д.т.н. В.А. Маляренко

Рекомендовано кафедрою «Електропостачання міст»

Протокол № 4 від 10 / 12 - 2010 р

© В.Ф. Рой, ХНАМГ, 2011

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни	5
1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни	5
1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні	5
1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця	5
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни	5
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги	7
1.4. Рекомендована основна навчальна література	7
1.5. Анотація програми навчальної дисципліни	8
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента (денне навчання)	9
2.2. Зміст дисципліни та форми навчальної роботи студента	9
2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями (денне навчання)	10
2.4. Лекційний курс (денне навчання)	11
2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)	12
2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)	12
2.7. Індивідуальні завдання (денне навчання)	12
2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)	12
2.9. Засоби контролю та структура залікового кредиту (денне навчання)	14
2.10. Інформаційно-методичне забезпечення	14
2.10.1. Рекомендована основна навчальна література	14
2.10.2. Додаткові джерела	14
2.10.3. Методичне забезпечення	14
2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента (заочне навчання)	15
2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)	15
2.13. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (заочне навчання)	17
2.14. Практичні (семінарські) заняття (заочне навчання)	18
2.15. Лабораторні роботи (заочне навчання)	18
2.16. Індивідуальні завдання (заочне навчання)	18
2.17. Самостійна навчальна робота студента (заочне навчання)	19
2.18. Засоби контролю та структура залікового кредиту (заочне навчання)	19
2.19. Інформаційно-методичне забезпечення	20
2.19.1. Рекомендована основна навчальна література	20
2.19.2. Додаткові джерела	20
2.19.3. Методичне забезпечення	20
2.20. Розподіл обсягу навчальної роботи студента (друга вища освіта)	21
2.21. Зміст дисципліни (друга вища освіта)	21
2.22. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (друга вища освіта)	22
2.23. Практичні (семінарські) заняття (друга вища освіта)	24
2.24. Лабораторні роботи (друга вища освіта)	24
2.25. Індивідуальні завдання (друга вища освіта)	24
2.26. Самостійна навчальна робота студента (друга вища освіта)	24
2.27. Засоби контролю та структура залікового кредиту (друга вища)	25
2.28. Інформаційно-методичне забезпечення	25
2.28.1. Рекомендована основна навчальна література	25
2.28.2. Додаткові джерела	26
2.28.3. Методичне забезпечення	26

ВСТУП

Запропоновані програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни «Техніка та електрофізика високої напруги» призначена для студентів 4 курсу денної, 5 курсу заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямком підготовки 0906 «Електротехніка» (6.050701 «Електротехніка та електротехнології») зі спеціальності 6.090603 – «Електротехнічні системи електроспоживання».

У програмі вказано структуру курсу, надано детальний перелік тем, розподіл часу за темами, наведено систему оцінювання знань.

Докладний список літературних джерел, наведений у програмі, дозволить студентам поглиблювати і розширювати здобуті знання, плідно використовувати час, призначений для самостійної роботи.

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу та узгоджена з орієнтованою структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).

Статус дисципліни: нормативна.

Загальна кількість: 4 кредитів. ECTS/ годин 144

Освітньо-кваліфікаційний рівень підготовки: бакалавр.

Програма складена на основі:

СВО ХНАМГ ОКХ підготовки бакалавра спеціальності 6.090603- Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

СВО ХНАМГ ОПП п бакалавра спеціальності 6.090603- Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

СВО ХНАМГ навчальний план підготовки бакалавра спеціальності 6.090603- Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

Програму ухвалено:

Кафедрою електропостачання міст. (протокол №11 від 2 липня 2008 р.)

Вченою радою факультету електропостачання та освітлення міст. (протокол №1 від 3 вересня 2008 р.)

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни

Мета вивчення: формування у студентів системи теоретичних і практичних знань в сфері електрофізичних явищ та процесів, що відбуваються в електротехнічних матеріалах під впливом номінальних та екстремальних струмів та напруг.

Завдання вивчення: опанування методами протидії негативному впливу зовнішніх факторів, атмосферних та комутаційних перенапруг на електричні характеристики ізоляційних конструкцій, методів координації та профілактичного контролю ізоляції та ізоляційних конструкцій різних типів енергетичного електрообладнання, а також досягнень світової та вітчизняної науки й техніки в цій галузі.

1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні

Основні положення електрофізичних процесів у діелектричному середовищі при дії високих напруг; принципи координації ізоляції високовольтного обладнання; інженерних методів розрахунків параметрів грозозахисних систем, заземлюючих пристроїв, імовірності враження блискавкою підстанцій та ЛЕП; основних методів профілактики та випробовування ізоляційних систем високовольтного електрообладнання; організації безперебійної роботи високовольтного електрообладнання електричних мереж в умовах дії грозових та комутаційних перенапруг.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Фізика	Електричні системи та мережі.
Теоретичні основи електротехніки	Перехідні процеси
Електричні машини	Електричні станції та підстанції
Вища математика	Релейний захист і автоматика

1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

(відповідно до стандартів ОПП)

Модуль 1. Техніка та електрофізика високої напруги.....(4/144)

(назва модулю)

(кількість кредитів/годин)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1. Основні поняття, визначення та задачі дисципліни (1,7/90)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи

Предмет і завдання курсу. Основні відомості об електрофізичних процесах в діелектриках. Електродинамічні процеси в газах при високих напругах: збудження, іонізація та рекомбінація атомів і молекул газу.

Коефіцієнт ударної іонізації. Теорія лавинного розряду Таунсенда. Маса, рухливість та швидкість електронів та іонів. Довжина вільного пробігу. Дифузія заряджених частинок. Газові діелектрики: типи, властивості, сфера застосування. Електронегативні та електропозитивні гази. Вплив тиску та температури на електричну міцність газового діелектрика. Закон Пашена. Вакуумна ізоляція.

Умови самостійного розряду. Коронний та стримерний розряди в однорідному та неоднорідному електричному полі. Фізика електропровідності газових, рідких та твердих діелектриків. Види поляризації діелектриків. Орієнтаційна та міграційна поляризація. Диполі та зв'язані заряди. Схема заміщення діелектрика. Струм утікання та струм зміщення. Тангенс кута діелектричних втрат та його залежність від температури та стану діелектрика. Струми абсорбції. Однорідні та неоднорідні електричні поля. Ефект полярності та бар'єрний ефект. Термін розряду та вольт-секундні характеристики діелектриків. Види та умови випробувань зовнішньої ізоляції. Розряди вздовж поверхні твердого діелектрика. Нормальна та тангенційна складова напруженості електричного поля. Теорія ковзного розряду. Регулювання електричних полів зовнішньої ізоляції. Залежність електричної міцності від теплового, електричного, механічного та атмосферного впливів. Кумулятивний ефект. Методи підвищення стійкості внутрішньої ізоляції. Конденсаторні обкладинки та напівпровідникові покриття.

ЗМ 1.2. Захист електроенергетичного обладнання від перенапруг. (2,3/54)
(назва змістового модулю) (кількість кредитів/годин)

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи

Електричні параметри грозового розряду та їх імовірнісний характер. Характеристика грозової діяльності. Розрахунок числа ударів блискавки в 100 км ЛЕП. Блискавковідводи. Ефективність захисту стрижневими, тросовими та активними блискавковідводами. Розрахунок зони захисту одного, двох та групи блискавковідводів. Типи заземлювачів та їх характеристики. Робота заземлювача при протіканні в землі струмів блискавки. Стаціонарний та імпульсний опір заземлення. Іскровий ефект. Коефіцієнт використання заземлювача. Заземлення опор ЛЕП, заземлюючі контури станцій, підстанцій та промпідприємств. Апарати захисту від перенапруг. Типи, характеристики та сфера застосування. Вольт-амперні характеристики захисних апаратів. Струм координації, залишкова напруга та коефіцієнт захисту. Загальні принципи захисту повітряних мереж. Захисний рівень та імовірне число грозових відключень ліній. Імовірність перекриття ізоляції лінії та виникнення дуги. Допустиме число грозових відключень лінії та методи їх зменшення. Коронний розряд на проводах ЛЕП та його негативні наслідки. Лавинна та стримерна форма корони. Вплив погодних факторів на характеристику коронного розряду. Методи запобігання виникненню корони. Захист підстанцій від прямих ударів блискавки та хвиль перенапруг, що набігають з лінії. Захисні підходи до підстанції та їх роль в обмеженні амплітуди та крутості фронту набігаючих імпульсів. Загальна характеристика та основні види внутрішніх перенапруг та методи їх запобігання.

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Сфери діяльності (виробнича, соціально- виробнича, соціально-побутова)	Функції діяльності у виробничій сфері (проектувальна, організаційна, управлінська, виконавська, технічна, інші)
Знати основні положення теорії електрофізичних процесів в діелектриках при дії високих напруг, способи обмеження перенапруг. (репродуктивний)	Виробнича, соціально - виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
Знати інформаційні технології моделювання систем захисту електрообладнання від перенапруг. (алгоритмічний)	Виробнича	Проектно-конструкторська
Вміти обґрунтовано складати схеми електричних мереж з розподіленими параметрами високої та надвисокої напруги. (евристичний)	Виробнича	Проектно-конструкторська
Вміти забезпечувати нормальну роботу ізоляційних конструкцій високовольтного обладнання в реальних умовах експлуатації на протязі регламентованого строку служби. (репродуктивний)	Виробнича	Техніко-експлуатаційна

1.4. Рекомендована основна навчальна література

1. Конспект лекцій з курсу “ Техніка та електрофізика високої напруги” для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090.600 “Електротехнічні системи електроспоживання ”/ Авт.: Рой В.Ф. - Харків: ХНАМГ, 2009. – 171 с.

2. Пинталь Ю.С.,Сергеев Ю.Г. Разряды в воздухе вдоль загрязненной и увлажненной поверхности. Учебное пособие. М.; МЭИ, 2002, 345 с.

3. Халилов Ф.Х., Евдокунин Г.А. Защита сетей 6 -35 кВ от перенапряжений. Учебное пособие. С-Пб; Энергоатомиздат, 2002, 278 с.

4. Рибалько М.П., Есауленко В.О. Теоретичні основи електротехніки. Донецьк.; Новий світ, 2003, 245 с.

5. Норми випробовування електрообладнання. Галузевий керівний документ. ГКД 34.20.302 -2002.; К.; 2002, 260 с.

6. Правила улаштування електрообладнання. К.: 2008 р.

1.5. Анотація програми навчальної дисципліни Техніка та електрофізика високої напруги

Дисципліна є нормативною, обов'язковою дисципліною у складі фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін вищої технічної освіти. В курсі викладені основи сучасної теорії електрофізичних процесів в діелектриках при високих напругах. Наведена класифікація негативних факторів зовнішнього середовища та видів перенапруг, що діють на електрообладнання. Розглянуті методи захисту електричних мереж і підстанцій від грозових та комутаційних перенапружень, приведені статичні і динамічні характеристики типових процесів, що відбуваються в ізоляційних конструкціях електрообладнання. Розглянуті методи профілактичного контролю та випробування внутрішньої та зовнішньої ізоляції в процесі експлуатації, що дозволяють аналізувати їх стійкість і прогнозувати реальний строк служби.

Technique and electrophysics of high tensions

Discipline is normative, obligatory in composition fundamental and professional-oriented disciplines of higher technical education. In a course expounded bases of modern theory elektrophysical processes in dielectrics at high tensions. Classification of negative factors of external environment and types of overstrains operating on the electrical equipment is given. . Protect the considered methods electric networks and substations from the storm and commutation overstrains, static and dynamic descriptions of model processes what is going on in isolating constructions of electrical equipment are resulted. The methods of the thread monitoring and test of internal and external isolation in the process of exploitation are considered, that allows analyzing current status and forecasting the real term of service.

Техника и электрофизика высоких напряжений

Дисциплина является нормативной, обязательной в составе фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин высшего технического образования. В курсе изложенные основы современной теории электрофизических процессах в диэлектриках при высоких напряжениях. Дана классификация негативных факторов внешней среды и видов перенапряжений, действующих на электрооборудование. Рассмотренные методы защиты электрических сетей и подстанций от грозовых и коммутационных перенапряжений, приведены статические и динамические характеристики типовых процессов, происходящих в изоляционных конструкциях электрооборудования. Рассмотрены методы профилактического контроля и испытания внутренней и внешней изоляции в процессе эксплуатации, что позволяет анализировать текущее состояние и прогнозировать реальный срок службы.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (денне навчання) (за робочими навчальними планами денної форми навчання)

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит/ /годин	Семестр(и)	Години								Екзамен (семестр)	Заліки (семестр)
			Аудиторні	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр.роб.	КП/КР	РГР		
6. 09 06 00	3,5/126	7	15	30	4	30	84	9			7	

2.2. Зміст дисципліни (денне навчання)

(обов'язкова складова за СВО ХНАМГ ПНД ТАК та додаткова частина)

Модуль 1. Техніка та електрофізика високої напруги (4/ 144)
(назва модулю) (кількість кредитів/годин)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1. Основні поняття, визначення та задачі дисципліни (1,7/90)
(назва змістового модулю) (кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи

Тема 1. Основні поняття ТВН.

Предмет і завдання курсу. Основні відомості об електрофізичних процесах в діелектриках. Електродинамічні процеси в газах при високих напругах: іонізація та збудження атомів і молекул газу. Коефіцієнт ударної іонізації. Теорія лавинного розряду Таунсенда. Фізичні умови самостійного розряду. Теорія стримерного розряду. Коронний та стримерний розряд в однорідному та неоднорідному полі. Умови стримерно-лавинного переходу. Корона на проводах ЛЕП. Формула Піка. Внутрішня та зовнішня ізоляція. Принципи координації ізоляції.

Тема 2. Діелектричні властивості газової, рідкої та твердої ізоляції.

Газові діелектрики: повітря, елегаз, азот. Вплив тиску та температури на електричну міцність газової ізоляції. Вакуумна ізоляція. Закон Пашена. Однорідні та неоднорідні електричні поля. Ефект полярності та бар'єрний ефект як засоби підвищення електричної міцності газової та рідкої ізоляції. Тривалість формування розряду і вольт-секундні характеристики повітряних проміжків. Класифікація та властивості рідкої ізоляції. Особливості електричного розряду в рідкій ізоляції. Розряди вздовж поверхні твердої ізоляції в однорідному та неоднорідному полі. Теорія ковзного розряду та пробою твердих діелектриків. Вибір ізоляторів в залежності від стану навколишнього середовища.

ЗМ 1.2. Забезпечення працездатності високовольтного електрообладнання
(назва змістового модулю) (2,3/54)
(Кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи

Тема 3. Методи профілактичного контролю ізоляції.

Фізичні основи старіння ізоляції. Руйнівні та не руйнівні методи випробовування. Контроль підвищеною напругою. Способи вимірювання високої напруги. Кульові розрядники, електростатичні кіловольтметри, вимірювальні трансформатори. Метод контролю по інтенсивності часткових розрядів. Абсорбційні явища в ізоляції. Контроль якості ізоляції по коефіцієнту абсорбції. Ємкісно-частотні характеристики ізоляції. Контроль якості по вимірюванні ємкості та тангенса кута діелектричних втрат. Випробовування ізоляції імпульсною напругою та струмом. Контроль міцності міжвіткової ізоляції. Каскадні схеми випробувальних установок.

Тема 4. Грозові та комутаційні перенапруження в електроустановках.

Негативні фактори грозового розряду. Характеристики грозової діяльності. Ефективність захисту електрообладнання блискавковідводами. Стрижневі, тросові та активні блискавковідводи. Методи розрахунку зон захисту. Види заземлення та їх характеристики. Грозозахисне заземлення. Стационарний та імпульсний опір заземлення. Іскровий ефект. Коефіцієнт використання заземлювача. Заземлюючі контури підстанцій та промпідприємств. Природа та характеристики комутаційних перенапруг. Заходи запобігання негативним факторам.

Тема 5. Апарати захисту від перенапруг.

Характеристики захисних іскрових проміжків. Принцип дії трубчастих розрядників. Типи, класифікація та принцип дії вентиляльних розрядників. Коефіцієнт захисту та струм координації. Вольт-секундні характеристики вентиляльних розрядників. Магнітне гасіння дуги в розряднику. Нелінійні обмежувачі перенапруг (ОПН). Коефіцієнт нелінійності. Схеми включення ОПН для обмеження набігаючих імпульсів перенапруг.

Тема 6. Основні принципи захисту підстанцій від перенапруг.

Показник грозостійкості підстанцій. Хвильові процеси в ЛЕП. Хвильовий опір лінії. Коефіцієнт відбиття та переломлення хвилі. Захист ізоляції електрообладнання від набігаючих хвиль з ЛЕП. Захисні підходи до підстанцій. Принципи обмеження амплітуди та крутості імпульсів перенапруг. Комплексний захист ЛЕП від перенапруг. Координація та рівні ізоляції повітряних ЛЕП.

2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/годин	Форми навчальної роботи			
		Лекц.	Сем., Пр.	Лаб.	СРС
Модуль 1	4/144	30	4	30	84
ЗМ 1.1	1,7/90	18	2	15	36
ЗМ 1.2	2,3/54	22	2	15	48

2.4. Лекційний курс (денне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)		
	ЕСЕ 6.090603	Лаб	СРС
1	2	3	4
Лекція 1. Предмет і завдання курсу. Основні поняття та визначення ТВН. Види, характер та джерело перенапруг.	2		4
Лекція 2. Електрофізичні процеси в газової ізоляції. Збудження, іонізація та рекомбінація атомів і молекул. Електронегативні та електропозитивні гази. Теорія лавинного розряду Таунсенда.	2	4	6
Лекція 3. Умови самостійного розряду. Коронний та стримерний розряди в однорідному та неоднорідному полі. Коронний та стримерний розряди.	2		8
Лекція 4. Розряди в довгих повітряних проміжках. Термін розряду та вольт-секундна характеристика повітряних проміжків.	2	4	6
Лекція 5. Види, властивості та сфера застосування рідкої ізоляції. Масло-бар'єрна ізоляція.	2	4	4
Лекція 6. Розряди вздовж поверхні твердої ізоляції в слабо- та різко неоднорідному полі. Механізм виникнення ковзного розряду.	2	4	4
Лекція 7. Довготривала електрична міцність внутрішньої ізоляції. Види та механізми старіння ізоляції. Методи запобігання старінню ізоляції.	2		6
Лекція 8. Види поляризації діелектриків. Абсорбційні явища в ізоляції. Контроль якості ізоляції по коефіцієнту абсорбції. Емкісно-частотні характеристики ізоляції.	2	4	8
Лекція 9. Види, конструкції та класифікація ізоляторів. Робота ізоляторів при різних атмосферних умовах.	2		6
Лекція 10. Параметри грозових перенапружень та способи захисту електрообладнання. Стрижневі, тросові та активні блискавковідводи.	2		8
Лекція 11. Апарати захисту від перенапруг. Типи, класифікація та принцип дії. Нелінійні обмежувачі перенапруг (ОПН).	2	4	4
Лекція 12. Хвильові процеси в ЛЕП. Розповсюдження хвиль в лініях. Хвильовий опір. Коефіцієнти відбиття та переломлення хвиль в лінії.	2	4	8
Лекція 13. Характеристика та основні види внутрішніх перенапруг. Розрахункові кратності. Ферорезонансні явища в електричних мережах.	2		4

Продовження табл.

1	2	3	4
Лекція 14. Комутаційні перенапруження в електричних мережах. Вплив затування та моменту ввімкнення мережі. Статистичні характеристики ударних коефіцієнтів.	2	2	4
Лекція 15. Основні принципи побудови систем захисту від комутаційних перенапруг. Обмеження перенапруг за допомогою розрядників та резисторних вимикачів дискретної дії.	2		4
Всього	30	30	84

2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, абревіатура)
	6.090603 ЕСЕ
Тема 1. Зони захисту від ударів блискавки ПС	
Тема 2. Розрахунок грозозахисного заземлення	
Тема 3. Розрахунок захищеного підходу до ПС	
Тема 4. Розрахунок грозостійкості електроустановок	
Всього	

2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)

Згідно програми дисципліни планується проведення 8 лабораторних робіт, зміст яких викладено у методичних вказівках до їх виконання.

2.7. Індивідуальні завдання:

курсний проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (денне навчання)
 Не передбачено навчальним планом підготовки бакалаврів напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» зі спеціальності 6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання».

2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)

№ п.п.	Форми самостійної роботи	Обсяг у годинах
1.	Індивідуальна	20
2.	Вивчення навчальної літератури	20
3.	Вирішення задач	20
4.	Складання конспектів	10
5.	Проведення самоконтролю	14
	Всього	84

Тема 1. Основні поняття ТВН. Предмет і завдання курсу. Основні відомості об електрофізичних явищах в діелектриках. Електродинамічні

процеси в газах при високих напругах: іонізація та збудження атомів та молекул газу. Коефіцієнт ударної іонізації. Теорія лавинного розряду Таунсенда. Фізичні умови самостійного розряду. Теорія стріперного розряду. Коронний та стріперний розряд в однорідному та неоднорідному полі. Умова стрімерно-лавинного переходу. Корона на проводах ЛЕП. Формула Піка. Внутрішня та зовнішня ізоляція. Принципи координації ізоляції. – 20 годин.

Тема 2. Діелектричні властивості газової, рідкої та твердої ізоляції.

Газові діелектрики: повітря, елегаз, азот. Вплив тиску та температури на електричну міцність газу. Вакуумна ізоляція. Закон Пашена. Однорідні та неоднорідні електричні поля. Ефект полярності та бар'єрний ефект як засоби під вищення електричної міцності газової та рідкої ізоляції. Тривалість формування розряду і вольт-секундні характеристики повітряних проміжків. Класифікація та властивості рідкої ізоляції. Особливості електричного розряду в рідкій ізоляції. Розряди вздовж поверхні твердої ізоляції в однорідному та неоднорідному полі. Теорія ковзного розряду та пробою твердих діелектриків. Вибір ізоляторів в залежності від стану середовища. – 20 годин.

ЗМ 1.2. Забезпечення працездатності електрообладнання

(назва змістового модулю)

(1,8/36)

(Кількість кредитів/годин)

Тема 3. Методи профілактичного контролю ізоляції. Фізичні основи старіння ізоляції. Руйнуючі та не руйнуючі методи випробовування. Випробовування підвищеною напругою. Способи вимірювання високої напруги. Кульові розрядники, електростатичні кіловольтметри, вимірювальні трансформатори. Метод контролю по інтенсивності часткових розрядів. Абсорбційні явища в ізоляції. Контроль якості ізоляції по коефіцієнту абсорбції. Емкісно-частотні характеристики ізоляції. Контроль якості по вимірюванні ємкості та тангенса кута діелектричних втрат. Випробовування ізоляції імпульсною напругою та струмом. Контроль якості міжвиткової ізоляції. Каскадні схеми випробувальних установок. – 20 годин.

Тема 4. Грозові та комутаційні перенапруження в електроустановках.

Негативні фактори грозового розряду. Характеристики грозової діяльності. Ефективність захисту електрообладнання блискавковідводами. Стрижневі, тросові та активні блискавковідводи. Методи розрахунку зон захисту. Віди заземлення та їх характеристики. Грозозахисне заземлення. Стационарний та імпульсний опір заземлення. Іскровий ефект. Коефіцієнт використання заземлювача. Заземлюючі контури підстанцій та промпідприємств. Природа та характеристики комутаційних перенапруг. Заходи запобігання негативним факторам.- 10 годин.

Тема 5. Апарати захисту від перенапруг. Характеристики захисних іскрових проміжків. Принцип дії трубчастих розрядників. Типи, класифікація та принцип дії вентильних розрядників. Коефіцієнт захисту та струм координації. Вольт-секундні характеристики вентильних розрядників. Магнітне гасіння дуги в розряднику. Нелінійні обмежувачі перенапруг (ОПН). Коефіцієнт

нелинійності. Схеми включення ОПН для обмеження набігаючих імпульсів перенапруг.-10 годин.

Тема 6. Основні принципи захисту підстанцій від перенапружень.

Показник грозостійкості підстанцій. Хвильові процеси в ЛЕП. Хвильовий опір лінії. Коефіцієнт відбиття та переломлення хвилі. Захист підстанційної ізоляції від набігаючих хвиль з ЛЕП. Захисні підходи до підстанцій. Принципи обмеження амплітуди та крутості імпульсів перенапруги. Комплексний захист ЛЕП від перенапруг. Координація та рівні ізоляції повітряних ЛЕП.-14 годин.

2.9. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні завдання тощо)		Розподіл балів, %
МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістових модулів		
ЗМ1.1	Тестування	40
ЗМ1.2	Тестування	20
Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 1		40
Всього за модулем 1		100%

2.10. Інформаційно-методичне забезпечення (денне навчання)

Бібліографічні описи, Інтернет адреси		ЗМ, де застосовується
1	2	3
2.10.1. Рекомендована основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)		
1	Техника високих напруг (под ред. Кубинского Г.С.). СПб.- Энергомашиздат.- 2003.- 256 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2	Базуткин В.В.Ларионов Ю.С. Техника высоких напряжений.-М.:Энергоатомиздат, 1996.-462 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3	Степанчук М.Е. Техника высоких напряжений.-К.:Высшая школа, 1985.-540 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
4	Иерусалимов М.Е.,Орлов Н.Н.техника высоких напряжений.-М.: Энергия, 1982.-465 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.10.2 Додаткові джерела (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо)		
1	Техника высоких напряжений (теоретические и практические основы применения) Пер. с нем. Под ред. Ларионова Ю.С. –М.: Энергия,1978.-456 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2	Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений (под ред. Халилова Ф.Х.).-СПб.-2002.- 260 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.10.3. Методичне забезпечення (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо)		
1	Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу “Техніка та електрофізика високих напруг” для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання спеціальності 6.090.603 “Електротехнічні системи електроспоживання ”/ Авт.: Рой В.Ф. -Харків: ХНАМГ, 2007, 64 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2

1	2	3
2.	Конспект лекцій з курсу «Техніка та електрофізика високої напруги» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форми навчання по спеціальності 6.090.603 “Електротехнічні системи електроспоживання”/Авт. Рой В.Ф.-Харків:ХНАМГ, 2009,171 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3.	Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт по курсу «Техніка та електрофізика високих напруг» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форми навчання./Авт. Рой В.Ф.,Кравченко Ю.П.- Харків: ХНАМГ, 2009. 45 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
4.	Рой В.Ф. «Техніка високих напруг» Конспект лекцій для студентів 5 курсів заочної форми навчання та слухачів другої вищої освіти спеціальності 6.090.603.“Електротехнічні системи електроспоживання”,Харків, ХНАМГ, 2011. 125 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2

2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (заочне навчання) (за робочими навчальними планами денної форми навчання)

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит/ /годин	Семестр(и)	Години							Екзамен (семестр)	Заліки (семестр)
			Аудиторні	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі			
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр.роб.	КП/КР		
6. 09 06 00	3,5/126	9	12	6	4	8	112	9		7	

2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)

(обов’язкова складова за СВО ХНАМГ ПНД ТАК та додаткова частина)

Тема 1. Етапи розвитку та сучасний стан високовольтного електрообладнання та систем електропостачання. Предмет і завдання курсу.

Тема 2. Електрофізичні процеси в газовій ізоляції. Структура атомів та молекул. Іонізація, збудження та рекомбінація атомів і молекул газу. Маса, рухливість та швидкість електронів і іонів. Довжина вільного пробігу.

Тема 3. Розряди в газовій ізоляції; ударна іонізація, термоіонізація, фотоіонізація. Вплив тиску та температури. Закон Пашена.

Тема 4. Умови самостійного розряду. Коронний та стримерний розряди. Теорія Таунсенда та Ретера.

Тема 5. Поляризація діелектриків. Диполі та зв’язані заряди. Залежність ємності діелектрика від частоти. Заряди абсорбції. Діелектричні втрати. Тангенс кута діелектричних втрат δ .

Тема 6. Види електричних полів. Ефект полярності та бар’єрний ефект. Вольт-секундні характеристики ізоляції. Види та умови випробування ізоляції.

Тема 7. Ковзний розряд по поверхні ізолятора. Нормальна та тангенційна складові електричного поля. Регулювання електричних полів. Застосування екранів та бар'єрів.

Тема 8. Внутрішня ізоляція електроустановок. Короткострокова та довгострокова електрична міцність. Кумулятивний ефект. Градірування внутрішньої ізоляції.

Тема 9. Види, властивості та механізм пробою рідкої ізоляції. Вплив зовнішніх факторів. Механізм діелектричних втрат в ізоляції.

Тема 10. Тверда та комбінована ізоляція. Теорія пробою твердих діелектриків. Метод контролю ізоляторів по інтенсивності радіоперешкод та підвищеною напругою.

Тема 11. Неруйнівні методи контролю, випробовування та вимірювання параметрів ізоляції. Метод абсорбційних струмів, часткових розрядів та вимірювання тангенсу δ .

Тема 12. Механізми теплового, електричного та механічного старіння ізоляції.

Тема 13. Контроль якості ізоляції по коефіцієнту абсорбції, ємкісно-частотним характеристикам та характеристикам "опір - час."

Тема 14. Випробовування якості міжвіткової ізоляції імпульсною напругою та струмом. Генератори імпульсної напруги –ГІН та струму – ГІС. Каскадні схеми установок.

Тема 15. Види, конструкції та класифікація ізоляторів. Ізоляція трансформаторів, кабельних ліній, повітряних ЛЕП. Види та класифікація високовольтних вводів.

Тема 16. Характеристика грозової діяльності. Імовірносний характер електричних параметрів грозових перенапружень та способи захисту від них.

Тема 17. Типи блискавковідводів. Зона захисту стрижневого та тросового блискавковідводів. Заземлювачі. Імпульсний коефіцієнт заземлювача.

Тема 18. Апарати захисту від перенапруг. Струм координації. Коефіцієнт, напруга та струм гасіння. Коефіцієнт захисту та нелінійності. Залишкова напруга. Супроводжуючий струм.

Тема 19. Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції та виникнення дуги. Допустиме число та методи зменшення грозових відключень.

Тема 20. Характеристика коронного розряду на проводах ЛЕП. Формула Піка. Лавинна та стримерна форма корони. Механізм втрат потужності від біполярної корони.

Тема 21. Принципи захисту ПС від перенапруг. Роль захисних підходів до ПС в обмеженні амплітуди та крутизни набігаючих імпульсів перенапруг.

Тема 22. Види та характеристики внутрішніх перенапруг. Вплив типу заземлення нейтралі на величину перенапруги. Ємкісний ефект. Компенсуючі пристрої.

Тема 23. Комутаційні перенапруження в електричних мережах. Вплив затухання та моменту включення. Статистичні характеристики ударних коефіцієнтів.

Тема 24. Резонансні та ферорезонансні явища в електричних мережах. Дугогасящі апарати. Компенсація струму. Перенапруги при обриві струму плавкими вставками.

Тема 25. Принципи обмеження внутрішніх перенапруг. Вплив реакторів на величину перенапруг. Комбіновані вентильні розрядники та ОПН.

Тема 26. Хвильові процеси в ЛЕП. Хвильовий опір. Коефіцієнт відбиття та заломлення хвилі. Магнітозв'язані системи. Індукований імпульс. Вплив імпульсної корони.

2.13. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та формами навчальної роботи студента (заочне навчання)

Зміст навчальної дисципліни				
	Л	П	Лз	СРС
1	2	3	4	5
Тема 1. Етапи розвитку та сучасний стан ТВН.	1			2
Тема 2. Електрофізичні процеси в газовій ізоляції..			2	4
Тема 3. Розряди в газі. Ударна іонізація. Закон Пашена.				5
Тема 4. Умови самостійного розряду. Коронний розряд.				6
Тема 5. Поляризація діелектриків. Діелектричні втрати. $\operatorname{tg} \delta$.	1			5
Тема 6. Види електричних полів. Бар'єрний ефект.			2	4
Тема 7. Ковзний розряд. Регулювання електричних полів.				8
Тема 8. Внутрішня ізоляція. Кумулятивний ефект.	1			8
Тема 9. Пробій рідкої ізоляції. Механізм діелектричних втрат				6
Тема 10. Пробій твердих діелектриків. Комбінована ізоляція.			2	6
Тема 11. Методи контролю ізоляції: струмів абсорбції, часткових розрядів, $\operatorname{tg} \delta$ /				6
Тема 12. Теплове, електричне та механічне старіння ізоляції.				8
Тема 13. Контроль по ємнісно-частотним характеристикам.	1	1		7
Тема 14. Контроль міжвіткової ізоляції. Генератори ГН і ГС.				4
Тема 15. Класифікація ізоляторів та високовольтних введів.				4
Тема 16. Грозові перенапруження. Способи захисту.		1		5
Тема 17. Блискавковідводи. Заземлювачі. Імпульсний коефіцієнт заземлювача.				
Тема 18. Апарати захисту. Коефіцієнт захисту. Струм координації. Напруга гасіння.			2	5
Тема 19. Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції.				3
Тема 20. Лавинна та стримерна корона на проводах ЛЕП. Формула Піка. Механізм втрат.		1		3
Тема 21. Принципи Захисту ПС. Захисні підходи		1		2

Продовження табл.

1	2	3	4	5
Тема 22. Внутрішні перенапруги. Емнісний ефект. Компенсуючі пристрої.	1			2
Тема 23. Комутаційні перенапруження. Статистичні характеристики ударних коефіцієнтів.				3
Тема 24. Резонансні та ферорезонансні явища. Дугогасящі апарати. Компенсація струму.	1			5
Тема 25. Принципи обмеження внутрішніх перенапруг.				5
Тема 26. Хвильові процеси в ЛЕП. Коефіцієнт відбиття та заломлення. Хвильовий опір.				4
Всього:	6	4	8	112

2.14. Практичні (семінарські) заняття (заочне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)
	ЕСЕ
Тема 1. Розрахунок зони захисту від ПУБ.	2
Тема 2. Розрахунок грозозахисного заземлення.	2
Тема 3. Розрахунок захищеного підходу до підстанції.	2
Тема 4. Визначення грозостійкості електрообладнання	2
Всього	8

2.15. Лабораторні роботи (заочне навчання)

Навчальним планом підготовки бакалаврів заочної форми навчання напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології зі спеціальності 6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання» передбачено виконання 8 лабораторних робіт (16 год/0,5 кредиту) зміст яких викладено у методичних вказівках до їх виконання.

2.16. Індивідуальні завдання:

курсний проект (робота), РГР, контрольна робота

Навчальним планом підготовки бакалаврів заочної форми навчання напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології зі спеціальності 6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання» передбачено виконання контрольної роботи (18 год/ 0,5 кредиту).

2.17. Самостійна навчальна робота студента

Самостійна робота передбачена в обсязі 112 годин для студентів заочної форми навчання і полягає в більш докладному вивченні тем, наведених у таблиці.

№ теми	Зміст теми	Обсяг, години
		Заочне навчання
1	Етапи розвитку та сучасний стан ТВН	3
2	Електрофізичні процеси в газовій ізоляції	4
3	Розряди в газі. Ударна іонізація. Закон Пашена.	4
4	Умови самостійного розряду. Коронний розряд.	4
5	Поляризація діелектриків. Діелектричні втрати. Тангенс δ .	4
6	Види діелектричних полів. Бар'єрний та ефект полярності.	4
7	Ковзний розряд. Регулювання електричних полів.	4
8	Внутрішня ізоляція, види, властивості. Кумулятивний ефект	4
9	Пробій рідкої ізоляції. Механізм діелектричних втрат.	4
10	Пробій твердих діелектриків. Комбінована ізоляція.	6
11	Неруйнівні методи контролю ізоляції. Струми абсорбції.	6
12	Старіння ізоляції: теплове, електричне, механічне.	4
13	Контроль ізоляції по ємнісним характеристикам.	6
14	Контроль міжвиткової ізоляції. Генератори ГІН та ГІС.	4
15	Види та класифікація ізоляторів та високовольтних вводів.	5
16	Параметри грозових перенапружень. Способи захисту.	4
17	Типи блискавковідводів. Коефіцієнт заземлювача.	4
18	Апарати захисту. Струм координації. Напряга гасіння.	4
19	Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції.	4
20	Лавинна та стримерна корона на проводах ЛЕП.	4
21	Принципи захисту ПС. Захисні підходи.	4
22	Внутрішні перенапруги. Ємнісний ефект. Компенсатори.	4
23	Комутаційні перенапруження. Статистичний характер.	4
24	Резонансні та ферорезонансні явища в мережі. Запобігання.	4
25	Принципи обмеження внутрішніх перенапруг.	4
26	Хвильові процеси в ЛЕП. Коефіцієнт відбиття .	8
Усього		112

2.18. Засоби контролю та структура залікового кредиту (заочне навчання)

Засоби і форми поточного контролю (Контрольні роботи, тестування та ін.)

Види контролю та їх стислий зміст	Обсяг у годинах
	Заочне навчання
1. Рішення тестових завдань.	2
2. Рішення тестових завдань по ККР.	2
3. Підсумкова контрольна робота	20

Засоби і форми підсумкового контролю

Види контролю та їх стислий зміст
1. Іспит (письмовий)

2.19. Інформаційно-методичне забезпечення (заочне навчання)

Бібліографічні описи, Інтернет адреси	ЗМ, де застосовується
2.19.1. Основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)	
1. Техніка високих напруг (под ред.Кубинского Г.С.). СПб.- Энергомашиздат.- 2003.- 256 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2. Базуткин В.В., Ларионов Ю.С. Техніка високих напруг.- М.: Энергоатомиздат, - 1996.-462 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3. Иерусалимов М.Е.Техніка високих напруг.- М.:Энергия, - 1992, -465 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.19.2. Додаткові джерела	
1. Степанчук К.Ф., Тиняков Н.Д. Техніка високих напруг.- К.: Высшая школа, 1992.- 540 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть станций и подстанций.-М.:Энергоатомиздат, 1999.-604 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений (под ред. Халилова Ф.Х.). СПб.- 2003.- 260 с.	
2.19.3. Методичне забезпечення (Ресстр методичних вказівок, планів семінарських занять, інструкцій до лабораторних робіт, комп'ютерних програм, відео- аудіо- матеріалів, плакатів тощо)	
1. Рой В.Ф. Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Техніка та електрофізика високих напруг". Ротапринт ХНАМГ, Харків, 2008, 60 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2. Рой В.Ф. Конспект лекцій з курсу "Техніка та електрофізика високої напруги". Харків, ХНАМГ, 2009, 171 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3. Рой В.Ф., Кравченко Ю.П. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу "Техніка та електрофізика високих напруг" Харків, ХНАМГ, 2009.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
	ЗМ1.1-ЗМ1.2

2.20. Розподіл обсягу навчальної роботи слухачів другої вищої освіти за спеціальностями та видами навчальної роботи
(за робочими навчальними планами денної форми навчання)

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит/годин	Семестр (и)	Години								Екзамен (семестр)	Заліки (семестр)
			Аудиторні	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр.роб.	КП/КР	РГР		
6. 09 06 03	3 /108	6	18	10		8	90	18			6	

2.21. Зміст дисципліни (друга вища освіта)

(обов'язкова складова за СВО ХНАМГ ПНД ТАК та додаткова частина)

Тема 1. Сучасний стан високовольтного електрообладнання та систем електропостачання. Предмет і завдання курсу.

Тема 2. Газова ізоляція. Структура атомів та молекул. Іонізація, збудження та рекомбінація атомів і молекул газу. Маса, рухливість та швидкість електронів і іонів. Довжина вільного пробігу.

Тема 3. Розряди в газовій ізоляції; ударна іонізація, термоіонізація, фотоіонізація. Вплив тиску та температури на її електричну міцність. Закон Пашена.

Тема 4. Умови самостійного розряду. Коронний та стримерний розряди. Теорія Таунсенда та Ретера.

Тема 5. Поляризація діелектриків. Диполі та зв'язані заряди. Залежність ємкості діелектрика від частоти. Заряди абсорбції. Діелектричні втрати. Тангенс кута діелектричних втрат δ .

Тема 6. Види електричних полів. Ефект полярності та бар'єрний ефект. Вольт-секундні характеристики ізоляції. Види та умови випробування ізоляції.

Тема 7. Ковзний розряд по поверхні ізолятора. Нормальна та тангенціальна складові електричного поля. Регулювання електричних полів. Застосування екранів та бар'єрів.

Тема 8. Внутрішня ізоляція електроустановок. Короткострокова та довгострокова електрична міцність. Кумулятивний ефект. Градірування внутрішньої ізоляції.

Тема 9. Види, властивості та механізм пробою рідкої ізоляції. Вплив зовнішніх факторів. Механізм діелектричних втрат в ізоляції.

Тема 10. Тверда та комбінована ізоляція. Теорія пробою твердих діелектриків. Метод контролю ізоляторів по інтенсивності радіоперешкод та підвищеною напругою.

Тема 11. Неруйнівні методи контролю, випробовування та вимірювання параметрів ізоляції. Метод абсорбційних струмів, часткових розрядів та вимірювання тангенсу δ .

Тема 12. Механізми теплового, електричного та механічного старіння ізоляції.

Тема 13. Контроль якості ізоляції по коефіцієнту абсорбції, ємкісно-частотним характеристикам та характеристикам "опір- час."

Тема 14. Випробовування якості міжвіткової ізоляції імпульсною напругою та струмом. Генератори імпульсної напруги –ГІН та струму – ГІС. Каскадні схеми установок.

Тема 15. Види, конструкції та класифікація ізоляторів. Ізоляція трансформаторів, кабельних ліній, повітряних ЛЕП. Види та класифікація високовольтних вводів.

Тема 16. Характеристика грозової діяльності. Імовірносний характер електричних параметрів грозових перенапружень та способи захисту від них.

Тема 17. Типи блискавковідводів. Зона захисту стрижневого та тросового блискавковідводів. Заземлювачі. Імпульсний коефіцієнт заземлювача.

Тема 18. Апарати захисту від перенапруг. Струм координації. Коефіцієнт, напруга та струм гасіння. Коефіцієнт захисту та нелінійності. Залишкова напруга. Супроводжуючий струм.

Тема 19. Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції та виникнення дуги. Допустиме число та методи зменшення грозових відключень.

Тема 20. Характеристика коронного розряду на проводах ЛЕП. Формула Піка. Лавинна та стримерна форма корони. Механізм втрат потужності від біполярної корони.

Тема 21. Принципи захисту ПС від перенапруг. Роль захисних підходів до ПС в обмеженні амплітуди та крутизни набігаючих імпульсів перенапруг.

Тема 22. Види та характеристики внутрішніх перенапруг. Вплив типу заземлення нейтралі на величину перенапруги. Ємкісний ефект. Компенсуючі пристрої.

Тема 23. Комутаційні перенапруження в електричних мережах. Вплив затухання та моменту включення. Статистичні характеристики ударних коефіцієнтів.

Тема 24. Резонансні та ферорезонансні явища в електричних мережах. Дугогасящі апарати. Компенсація струму. Перенапруги при обриві струму плавкими вставками.

Тема 25. Принципи обмеження внутрішніх перенапруг. Вплив реакторів на величину перенапруг. Комбіновані вентильні розрядники та ОПН.

Тема 26. Хвильові процеси в ЛЕП. Хвильовий опір. Коефіцієнт відбиття та заломлення хвилі. Магнітозв'язані системи. Індукований імпульс. Вплив імпульсної корони.

2.22. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та формами навчальної роботи слухачів другої вищої освіти

Зміст навчальної дисципліни				
	Л	П	Лз	СРС
1	2	3	4	5
Тема 1. Етапи розвитку та сучасний стан ТВН.	1			2
Тема 2. Види та властивості газові ізоляції..	1		2	4

Продовження табл.

1	2	3	4	5
Тема 3. Розряди в газі. Ударна іонізація. Закон Пашена.				5
Тема 4. Самостійний розряд. Коронний розряд на проводах ЛЕП.				6
Тема 5. Поляризація діелектриків. Діелектричні втрати. $\operatorname{tg} \delta$.	1			5
Тема 6. Види електричних полів. Бар'єрний ефект.			2	4
Тема 7. Ковзний розряд. Регулювання електричних полів.	1			8
Тема 8. Внутрішня ізоляція. Кумулятивний ефект.	1			8
Тема 9. Пробій рідкої ізоляції. Механізм діелектричних втрат				6
Тема 10. Пробій твердих діелектриків. Комбінована ізоляція.			2	6
Тема 11. Методи контролю ізоляції: струмів абсорбції, часткових розрядів, $\operatorname{tg} \delta$ /	1			6
Тема 12. Теплове, електричне та механічне старіння ізоляції.				8
Тема 13. Контроль по ємнісно-частотним характеристикам.	1			7
Тема 14. Контроль міжвіткової ізоляції. Генератори ГІН і ГІС.				4
Тема 15. Класифікація ізоляторів та високовольтних ввідів.				4
Тема 16. Грозові перенапруження. Способи захисту.	1			5
Тема 17. Блискавковідводи. Заземлювачі. Імпульсний коефіцієнт заземлювача.				
Тема 18. Апарати захисту. Коефіцієнт захисту. Струм координації. Напруга гасіння.			2	2
Тема 19. Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції.				3
Тема 20. Лавинна та стримерна корона на проводах ЛЕП. Формула Піка. Механізм втрат.				3
Тема 21. Принципи Захисту ПС. Захисні підходи				2
Тема 22. Внутрішні перенапруги. Ємнісний ефект. Компенсуючі пристрої.	1			2
Тема 23. Комутаційні перенапруження. Статистичні характеристики ударних коефіцієнтів.				2
Тема 24. Резонансні та ферорезонансні явища. Дугогасящі апарати. Компенсація струму.	1			2
Тема 25. Принципи обмеження внутрішніх перенапруг.				2
Тема 26. Хвильові процеси в ЛЕП. Коефіцієнт відбиття та заломлення. Хвильовий опір.				2
Всього:	10	-	8	108

2.23. Практичні (семінарські) заняття (слухачів другої вищої освіти)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)
	ЕСЕ
Тема 1. Розрахунок зони захисту від ПУБ.	-
Тема 2. Розрахунок грозозахисного заземлення.	-
Тема 3. Розрахунок захищеного підходу до підстанції.	-
Тема 4. Визначення грозостійкості електрообладнання.	-
Всього	-

2.24. Лабораторні роботи (слухачів другої вищої освіти)

Навчальним планом підготовки бакалаврі для слухачів другої вищої освіти напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології зі спеціальності 6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання» передбачено виконання 8 лабораторних робіт (16 год/ 0,5 кредиту) зміст яких викладено у методичних вказівках до їх виконання.

2.25. Курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота

Навчальним планом підготовки бакалаврів для слухачів другої вищої освіти напрямку 6.050701 «Електротехніка та електротехнології зі спеціальності 6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання» передбачено виконання контрольної роботи (18 год/ 0,5 кредиту).

2.26. Самостійна навчальна робота слухачів другої вищої освіти

Самостійна робота передбачена в обсязі 108 годин для слухачів другої вищої освіти і полягає в більш докладному вивченні тем, наведених у таблиці.

№ теми	Зміст теми	Обсяг, години
		Друга вища освіта
1	2	3
1	Етапи розвитку та сучасний стан ТВН	2
2	Види та властивості газової ізоляції	4
3	Розряди в газі. Ударна іонізація. Закон Пашена.	4
4	Умови самостійного розряду. Коронний розряд.	4
5	Поляризація діелектриків. Діелектричні втрати. Тангенс δ .	4
6	Види діелектричних полів. Бар'єрний та ефект полярності.	4
7	Ковзний розряд. Регулювання електричних полів.	4
8	Внутрішня ізоляція, види, властивості. Кумулятивний ефект.	4

Продовження табл.

1	2	3
9	Пробій рідкої ізоляції. Механізм діелектричних втрат.	4
10	Пробій твердих діелектриків. Комбінована ізоляція.	4
11	Неруйнівні методи контролю ізоляції. Струми абсорбції.	4
12	Старіння ізоляції: теплове, електричне, механічне.	4
13	Контроль ізоляції по емнісним характеристикам.	4
14	Контроль міжвиткової ізоляції. Генератори ГІН та ГІС.	4
15	Види та класифікація ізоляторів та високовольтних вводів.	4
16	Параметри грозових перенапружень. Способи захисту.	4
17	Типи блискавковідводів. Коефіцієнт заземлювача.	4
18	Апарати захисту. Струм координації. Напряга гасіння.	4
19	Захист повітряних ЛЕП. Імовірність перекриття ізоляції.	4
20	Лавинна та стримерна корона на проводах ЛЕП.	4
21	Принципи захисту ПС. Захисні підходи.	4
22	Внутрішні перенапруги. Ємнісний ефект. Компенсатори.	4
23	Комутаційні перенапруження. Статистичний характер.	4
24	Резонансні та ферорезонансні явища в мережі. Запобігання.	4
25	Принципи обмеження внутрішніх перенапруг.	4
26	Хвильові процеси в ЛЕП. Коефіцієнт відбиття .	4
Усього		108

2.27. Засоби контролю та структура залікового кредиту (друга вища освіта) Засоби і форми поточного контролю (Контрольні роботи, тестування та ін.)

Види контролю та їх стислий зміст	Обсяг у годинах
	Друга вища освіта
1. Рішення тестових завдань.	2
2. Рішення тестових завдань по ККР.	2
3. Підсумкова контрольна робота	20

Засоби і форми підсумкового контролю

Види контролю та їх стислий зміст
1. Іспит (письмовий)

2.28. Інформаційно-методичне забезпечення (заочне навчання)

Бібліографічні описи, Інтернет адреси	ЗМ, де застосовується
1	2
2.28.1. Основна навчальна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)	
1. Техніка високих напруг (под ред. Кубинського Г.С.) СПб.- Энергомашиздат.- 2003.- 256 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2. Бибиков М.О., Комаров О.С. Техніка високих напруг. М.: Энергия.- 2004.- 345 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3. Базуткин В.В., Ларионов В.П. Техніка високих напруг. М.: Энергоатомиздат.-1996.-451 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2

1	2
4.Иерусалимов М.Е.Техника высоких напряжений. М.:Энергия, - 1992, -465 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.28.2. Додаткові джерела	
1.Степанчук К.Ф., Тиняков Н.Д. Техника высоких н пражений. –К.: Высшая школа, 1992.- 540 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть станций и подстанций.-М.:Энергоатомиздат, 1999.-604 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3.Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений (под.ред.Халилова Ф.Х.) СПб.-2002.- 260 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2.28.3. Методичне забезпечення (Реєстр методичних вказівок, планів семінарських занять, інструкцій до лабораторних робіт, комп'ютерних програм, відео- аудіо- матеріалів, плакатів тощо)	
1. Рой В.Ф. Методичні вказівки до самостійного вивченню курсу "Техніка та електрофізика високих напруг". Ротапринт ХНАМГ, Харків, 2008, 60 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
2. Рой В.Ф. Конспект лекцій з курсу "Техніка та електрофізика високої напруги".Харків, ХНАМГ, 2009, 171 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
3.Рой В.Ф., Кравченко Ю.П. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по курсу "Техніка та електрофізика високих напруг" Харків, ХНАМГ, 2009.	ЗМ1.1-ЗМ1.2
4.Рой В.Ф. Конспект лекцій з курсу «Техніка високих напруг», ХНАМГ, 2011, 150 с.	ЗМ1.1-ЗМ1.2

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

РОЙ Віктор Федорович

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни з курсу «**Техніка та електрофізика високої напруги**» (для студентів 4 курсу денної, 5 курсу заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти напрямку 6.050701 – Електротехніка та електротехнології (0906 – Електротехніка) зі спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»).

Відповідальний за випуск: *В.А. Маляренко*

Комп'ютерна верстка: *І.О. Храпко*

План 2011, поз. 265 Р

Підп. до друку 17.01.2011 р.

Друк на ризографі

Тираж 10 пр.

Формат 60x84 1/16

Ум. друк. арк. 1,5

Зам. № 6895

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001