



Аналіз та дослідження розвитку каналу розряду блискавки як динамічної системи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити 90 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Троценко Євгеній Олександрович, trotsenko-fea@ill.kpi.ua Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Троценко Євгеній Олександрович, trotsenko-fea@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	https://www.sikorsky-distance.org

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Споруди, електричні системи, люди, різноманітні споруди, установки і обладнання в умовах грозової активності наражаються на небезпеку, пов'язану з різними впливами блискавки. Особлива небезпека існує для вартісного станційного обладнання в енергетиці, об'єктів нафтопереробної галузі, на виробництвах, пов'язаних із вибухонебезпечними речовинами, для сучасних електронних пристроїв, чутливих навіть до незначних електромагнітних впливів. Тому більшість об'єктів, електричних та інших інженерних мереж, обладнання практично в усіх галузях потребують розробки і влаштування систем захисту від прямої та непрямої дії блискавок.

Метою вивчення кредитного модуля є ознайомлення слухачів з сучасними даними про форму й амплітуду імпульсів струму зворотного удару блискавки та електричного і магнітного полів, які супроводжують стадію зворотного удару під час розряду блискавки у висотну споруду. Передбачається вивчення методів моделювання вказаних явищ, а також ознайомлення з сучасними технічними засобами та методологією їх дослідження і збирання відповідних статистичних даних.

За результатами вивчення дисципліни студенти повинні:

Знати статистичні дані щодо параметрів блискавок і методи реєстрації їх характеристик.

Вміти оцінювати характеристики струму блискавки при ураженні різних об'єктів; розраховувати електричні та магнітні поля, пов'язані з розвитком різних стадій розряду блискавки, оцінювати умови виникнення розрядів з землі (у т.ч. зустрічних); виконувати аналіз

даних систем реєстрації блискавок та застосовувати їх для розробки систем захисту від впливів блискавок на різноманітні об'єкти.

Мати уявлення про механізми розвитку електричних розрядів у атмосфері та геомагнітні явища; характеристики електричних та магнітних полів, що їх супроводжують і впливають на різні технічні та біологічні системи; небезпеку для людей та технічних систем, пов'язану з атмосферною електрикою; про відповідні принципи безпеки у різних ситуаціях; принципи дії та побудови систем блискавкозахисту різних об'єктів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні аспіранту для успішного засвоєння дисципліни: базові знання з загальної фізики, теоретичних основ електротехніки, промислової електроніки, електромагнітної сумісності технічних засобів; початкові уявлення про основні види і характеристики електрообладнання в електроенергетичних та інших системах і установках, для яких електромагнітні впливи розрядів блискавок можуть бути критичними.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Струм та електромагнітне поле під час зворотного удару блискавки.

Тема 1.1. Загальна характеристика розрядів блискавок. Тема 1.2. Негативні розряди у напрямку від хмари до землі. Тема 1.3. Негативні розряди у напрямку від землі до хмари. Кількість уражень блискавками. Тема 1.4. Дослідження характеристик розрядів блискавки на висотних спорудах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. H. D. Betz, U. Schumann, P. Laroche. *Lightning: principles, instruments and applications: review of modern lightning research*. – Springer, 2008. – 641 p.
2. V. Cooray. *Lightning electromagnetics*. Edited by Vernon Cooray. - The institution of engineering and technology, 2012. – 976 p.
3. V. Cooray. *Lightning protection*. Edited by Vernon Cooray. - The institution of engineering and technology, 2009. – 1070 p.
4. V. Cooray. *The Lightning Flash*. 2nd revised edition. Edited by Vernon Cooray. - The institution of engineering and technology, 2014. – 896 p.
5. Бржезицький В.О., Ісакова, А.В., Рудаков В.В. та інші. *Техніка і електрофізика високих напруг. Навчальний посібник. За редакцією В.О. Бржезицького та В.М. Михайлова*. – Харків: НТУ "ХПІ" – Торнадо, 2005. – 930 с.

Додаткова література:

1. *Lightning protection guide*. 3rd updated edition. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2014. – 488 p.
2. *Lightning and surge protection for wind turbines*. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2018. – 30 p.
3. *Lightning and surge protection for rooftop photovoltaic systems*. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2015. – 28 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Характеристики зворотних ударів негативних розрядів блискавки.
2	Дослідження характеристик розрядів блискавки на висотних спорудах.

Практичні заняття

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Моделювання струмів зворотного удару блискавки.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин самостійної роботи аспіранта
1	Аналіз характеристик розрядів блискавок, отриманих на підставі експериментальних спостережень на висотних спорудах.	20
2	Аналіз характеристик струму першого та наступних зворотних удварів блискавки	20
3	Аналіз характеристик електричного та магнітного полів першого та наступних зворотних удварів блискавки	20
4	Виконання розрахунково-графічної роботи	12
5	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
6	Підготовка до заліку	8

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент/аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист індивідуальних завдань з дисципліни здійснюється індивідуально у формі презентації перед аудиторією на останньому практичному занятті;
- політика дедлайнів та перескладань: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на 60% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів. Перескладання робіт відбувається за наявності поважних причин (наприклад, хвороба);
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що

працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що аспірант отримує за: роботу на практичних заняттях; виконання розрахункової роботи; написання модульної контрольної роботи.

Критерії нарахування балів. Максимальна кількість балів за виконання трьох практичних робіт складає 30 балів. Максимальна кількість балів за виконання однієї практичної роботи складає 10 балів. Максимальна кількість балів за виконання розрахункової роботи складає 15 балів. Максимальна кількість балів за виконання модульної контрольної роботи складає 15 балів. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт, розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

На заліку аспіранти виконують письмове завдання. Письмове завдання оцінюється у 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 38-40 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 34-37 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 30-33 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 26-29 балів;
- «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 24-25 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума отриманих балів переводиться до кінцевої оцінки у відповідності із наступною таблицею.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань, які виносяться на семестровий контроль.

- Назвіть типові значення характеристик негативних і позитивних блискавок з хмари до землі. В якому діапазоні коливається швидкість поширення фронту зворотного удару блискавки?

- Використовуючи Інтернет поясніть фізичні принципи і методику різних видів штучного ініціювання блискавок (зокрема за допомогою ракет). Чим відрізняються ці блискавки від природних, чим вони схожі?
- Використовуючи Інтернет зробіть оцінки щодо можливості, ефективності і доцільності використання енергії атмосферної електрики, зокрема енергії блискавок між хмарами і землею.
- Опишіть феноменологію розряду блискавок з хмари до землі, між хмарами.
- Опишіть феноменологію розряду блискавок з землі до хмари, у хмарі.
- Які фактори впливають на величину струму зворотного удару блискавки та "вибір" блискавкою, що ініціюється з хмари, об'єкту ураження на землі?
- Використовуючи Інтернет ознайомтеся з новітніми результатами кульових блискавок. За яких умов вони найчастіше виникають?
- Як розвивається зворотний удар блискавки в умовах зустрічного розряду? Які особливості спостерігаються в цьому випадку у хвилях струму, електричних та магнітних полів?
- Використовуючи Інтернет ознайомтеся з новітніми результатами кульових блискавок. На підставі повідомлень про електромагнітні властивості та характеристики кульової блискавки сформулюйте рекомендації щодо правил безпеки при появі таких блискавок.
- Використовуючи Інтернет ознайомтеся з характеристиками порівняно нещодавно відкритих різновидів явищ атмосферної електрики (блискавок) у просторі між хмарами і верхніми шарами атмосфери (спрайти, джети та інші). Чим вони відрізняються від "традиційної" лінійної блискавки?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент, Троценко Євгеній Олександрович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету (№ ____ від _____)