Національний університет водного господарства та природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник голови науково-методичної ради НУВГП
е-підпис Валерій Сорока
15.02.2022

04-03-83S

СИЛАБУС
освітньої компоненти

SYLLABUS

Автоматичне протиаварійне управління режимами енергосистем		**Automatic emergency control of power systems**
Шифр за ОП	ВБ15	Code in Educational Program
Освітній рівень: бакалаврський (перший)		Educational level: Bachelor's (first)
Галузь знань: **Електрична інженерія**	**14**	Fields of knowledge: **Electrical engineering**
Спеціальність: **Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**	**141**	Field of study: **Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics**
Освітня програма: **Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**		Educational Program: **Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics**

РІВНЕ -2022

Силабус навчальної дисципліни «Автоматичне протиаварійне управління режимами енергосистем» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне. НУВГП. 2022. 12 стор.

ОПП на сайті університету: *http://ep3.nuwm.edu.ua/20906/*

Розробник силабусу: Василець С.В., д.т.н., проф., проф. кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол № 11 від "28" січня 2022 року

Завідувач кафедри: Древецький В.В., д.т.н., проф.

Керівник ОП Василець С.В., д.т.н.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ АКОТ
Протокол № 3 від "31" січня 2022 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Мартинюк П.М., д.т.н., проф.

СЗ №-914в ЕДО НУВГП.

© Василець С.В., 2022
© НУВГП, 2022

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Рік навчання, семестр	3 рік навчання, 6 семестр
Кількість кредитів	5
Лекції:	28 год. – денна форма, 2 год. – заочна форма
Лабораторні заняття:	12 год. – денна форма, 6 год. – заочна форма
Практичні заняття:	18 год. – денна форма, 6 год. – заочна форма
Самостійна робота:	92 год. – денна форма, 136 год. – заочна форма
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна, заочна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	Українська
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ	
Лектор	**Василець Святослав Володимирович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Вікіситет http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Василець_Святослав_Володимирович ORCID https://orcid.org/0000-0003-1299-8026 Як комунікувати s.vasylets@nuwm.edu.ua Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНЮ КОМПОНЕНТУ

Анотація освітньої компоненти, в т.ч. мета та цілі

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів освіти здатності аналізувати та прогнозувати умови функціонування окремих компонентів енергосистеми, їх взаємовплив та сукупний вплив на стан та показники роботи системи в цілому.

Основним завданнями вивченням навчальної дисципліни «Автоматичне протиаварійне управління режимами енергосистем» є формування у студен-

тів здатності:

- аналізувати стійкість та надійність електроенергетичних режимів енергосистеми;
- розробляти заходи та приймати рішення з керування електроенергетичними режимами енергосистеми.

Посилання на розміщення освітнього компоненту на навчальній платформі Moodle

https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657

Компетентності

К14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.
К16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
К21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.
ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
ПР20. Застосовувати знання щодо нерозривності процесів генерації електроенергії традиційними та відновлюваними джерелами, перетворення, розподілу та споживання електроенергії під час побудови пристроїв та систем мікропроцесорного керування електроенергетичними об'єктами.

Структура та зміст освітнього компонента

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Автоматика для попередження пошушення стійкості енергосистеми. Автоматика ліквідації асинхронного режима

Денна форма:

Лекції – 14 год.

Лабораторні заняття – 6 год.
Практичні заняття – 10 год.
Самостійна робота – 46 год.

Заочна форма:
Лекції – 2 год.
Лабораторні заняття – 3 год.
Практичні заняття – 3 год.
Самостійна робота – 68 год.

Методи та технології навчання: демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв'язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

Тема 1. Розвиток аварії в електроенергетичній системі			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 2 *заочна* лекції – 1 лаб. – 0 практ. - 1	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Послідовність розвитку аварії в ЕЕС та підсистеми протиаварійної автоматики, призначені для дії на кожній стадії розвитку аварії. Автоматика для запобігання порушенням стійкості. Нормативні вимоги щодо стійкості енергосистем. Нормативне збурення та його поділ на 3 групи.		
Тема 2. Критерії відхилень режимних параметрів			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 2 *заочна* лекції – 1 лаб. – 1 практ. - 1	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Вимоги до допустимих відхилень режимних параметрів, які повинні виконуватись у нормальному режимі, післяаварійному режимі та у вимушеному режимі. Поняття нерегулярних коливань перетікання активної потужності та рекомендовані правила його визначення. Правила визначення максимального допустимого перетікання у контрольованому перерізі у нормальному режимі та за умови забезпечення нормативного запасу у післяаварійному режимі при нормативних збуреннях.		
Тема 3. Умови стійкості			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 2 *заочна*	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657

	лекції – 0 лаб. – 1 практ. - 1		
Опис теми	Обтяження електроенергетичного режиму з метою визначення граничного перетікання по контрольованому перерізу в програмних комплексах розрахунку усталених режимів. Закономірності розвантаження електропередач для забезпечення умов статичної стійкості в післяаварійному режимі. Поняття збалансованого та незбалансованого управління. Причини, що обмежують допустимий небаланс протиаварійного керування.		
Тема 4. Керування для запобігання порушення стійкості			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 1 практ. - 0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Особливості процесів та управління для запобігання порушенням стійкості енергосистем, що передають потужність в енергооб'єднання. Основні керуючі впливи, що застосовуються у цьому випадку. Відключення генераторів. Особливості застосування цього керуючого впливу на гідравлічних та теплових електростанціях.		
Тема 5. Аварійне регулювання турбін			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Аварійне регулювання турбін. Призначення імпульсного розвантаження та тривалого розвантаження турбін. Імпульсні властивості турбін. Забезпечення потрібної глибини імпульсного розвантаження. Застосування уповільненого відновлення потужності турбіни після імпульсного розвантаження. Електричне гальмування. Принципи вибору значення гальмівного імпульсу.		
Тема 6. Особливості керування ЕЕС при дефіциті потужності			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 0 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Особливості процесів та управління для запобігання порушенням стійкості енергосистем з дефіцитом потужності. Неоднозначність перехідних процесів в залежності від характеристики навантаження та місця короткого замикання. Основні керуючі впливи.		
Тема 7. Асинхронний режим			
Результати	Кількість	Література:	Лінк на MOODLE:

навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 0 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 0	[1-6]	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Основні особливості зміни електричних величин за асинхронного режиму: зміна струму, напруги у будь-якій точці електропередачі, активної потужності. Концепція електричного центру коливань. Ознаки, якими може бути визначено розташування електричного центру на ділянках електричної мережі.		

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Автоматика попередження неприпустимої зміни режимних параметрів (частоти, напруги, струму)

Денна форма:
Лекції – 14 год.
Лабораторні заняття – 6 год.
Практичні заняття – 8 год.
Самостійна робота – 46 год.
Заочна форма:
Лекції – 0 год.
Лабораторні заняття – 3 год.
Практичні заняття – 3 год.
Самостійна робота – 68 год.

Методи та технології навчання: демонстрація, проблемно-пошуковий метод, навчальна дискусія, аналіз конкретних ситуацій, розв’язання винахідницьких завдань, проблемна лекція, візуалізація.

Тема 8. Зниження частоти у енергосистемі			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 1	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Небезпека значного зниження частоти у енергосистемі. Явище «лавина частоти». Вплив зміни частоти на турбіни теплових електростанцій. Базові принципи виконання автоматичного обмеження зниження частоти (АОЗЧ). Підсистеми комплексу АОЗЧ та їх значення. Автоматичне частотне введення резерву. Керуючі дії, параметри налаштування. Роль окремих видів резерву у вирішенні завдання обмеження зниження частоти та при нормалізації режиму після дії автоматичного частотного розвантаження (АЧР).		
Тема 9. Автоматичне частотне розвантаження			
Результати	Кількість	Література:	Лінк на MOODLE:

навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 1 практ. - 1	[1-6]	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Основні вимоги до АЧР. Призначення АЧР-І та АЧР-ІІ. Параметри налаштування за частотою категорії АЧР-І, кількість черг АЛР-І. Спецчерга АЧР. Витримка часу черг АЧР-І. Визначення сумарної потужності споживачів, що підводяться до черг АЧР-І та АЧР-ІІ (не суміщена). Недоліки виконання АЧР без суміщення черг АЧР-ІІ з чергами АЛР-І. Параметри налаштування АЧР-ІІ сумісної. Визначення потужності споживачів, що підводяться до черг АЧР-І та АЧР-ІІ суміщеної.		
Тема 10. Частотна подільна автоматика			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 0 *заочна* лекції – 0 лаб. – 1 практ. - 0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Частотна подільна автоматика ЧПА. Призначення ЧПА. Параметри налаштування пристрою ЧПА за частотою та часом.		
Тема 11. Частотне автоматичне повторне ввімкнення			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 2 практ. - 0 *заочна* лекції – 0 лаб. – 1 практ. -0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Частотне автоматичне повторне ввімкнення (ЧАПВ). Умови успішності ЧАПВ. Параметри налаштування черг ЧАПВ за частотою та часом.		
Тема 12. Автоматика обмеження підвищення частоти			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 1	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Автоматика обмеження підвищення частоти (АОПЧ). Небезпека підвищення частоти. Вплив складу генеруючого обладнання в районі, що відокремився, на ступінь небезпеки підвищення частоти. Виконання АОПЧ та налаштування пристроїв АОПЧ.		
Тема 13. Автоматика обмеження зниження напруги			
Результати	Кількість	Література:	Лінк на MOODLE:

навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - 2 *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 0	[1-6]	https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Автоматика обмеження зниження напруги (АОЗН). Причини неприпустимого зниження напруги в мережах. Зв'язок між рівнем напруги та режимом роботи мережі за активною потужністю. Концепція режиму натуральної потужності. Концепція стійкості навантаження. Непрямий критерій стійкості навантаження. Допустимі рівні напруги. Концепція критичної напруги. Коефіцієнти запасу за напругою у нормальному та післяаварійному режимі. Виконання АОЗН. Керуючі дії АОЗН. Параметри налаштування АОЗН.		
Тема 14. Автоматика обмеження підвищення напруги			
Результати навчання ПР01, ПР02, ПР07, ПР20	Кількість годин: *денна* лекції – 2 лаб. – 0 практ. - *заочна* лекції – 0 лаб. – 0 практ. - 0	Література: [1-6]	Лінк на MOODLE: https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4657
Опис теми	Автоматика обмеження підвищення напруги (АОПН). Причини, що викликають неприпустиме підвищення напруги. Виконання АОПН. Керуючі дії пристрою АОПН. Параметри налаштування АОПН.		

Перелік соціальних, «м’яких» навичок (soft skills)

Освітня компонента спрямована на розвиток таких «м’яких» навичок: аналітичні навички, взаємодія з людьми, гнучкість розуму, комплексне рішення проблем, саморозвиток, здатність до навчання, пошук виходу зі складних ситуацій, оцінювання ризиків та приймання рішень, працелюбність, креативність, навики письмового та усного спілкування, комунікаційні якості.

Форми та методи навчання

Для досягнення програмних результатів навчання використовуються такі методи навчання:

– ілюстративний метод,
– репродуктивний метод,
– частково-пошуковий метод,
– дослідницький метод,
– метод полемічного навчання.

Порядок та критерії оцінювання

Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/ . Для визначення рівня засвоєння здобувачами освіти матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань: оцінювання за виконання лабораторних та практичних робіт; опитування при захисті лабораторних та практичних робіт;

оцінки за модульні контрольні роботи; підсумковий контроль знань. Усі форми контролю включено до 100-бальної шкали оцінювання:

Вид заняття	Бали
1. Поточна складова оцінювання	
1.1 Робота під час лекцій (14 пар * 1 бал)……	14
1.2 Робота під час лаб. занять (6 пар * 1 бал)……	6
1.3 Захисти звітів з лабораторних робіт (5 робіт *6 балів)……	30
1.4 Практичні роботи (5 робіт * 2 бали)……	10
Всього поточна складова оцінювання……	
2. Підсумкова складова оцінювання	
2.1. Модульний контроль №1……	20
2.2. Модульний контроль №2……	20
Всього підсумкова складова оцінювання……	**40**
Разом……	**100**

Поєднання навчання та досліджень

У процесі навчання здобувачі вищої освіти залучаються до реалізації наукових досліджень, зокрема за темою "Розробка та дослідження автоматичних та електротехнічних елементів і систем”, яка зареєстрована в Українському інституті науково-технічної експертизи та інформації (державний реєстраційний номер 0116U000281). Передбачено можливість участі студентів у роботі наукових конференцій та публікації статей за результатами досліджень.

Інформаційні ресурси

Література

1 Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : підручник / Є. І. Сокол, Г. А. Сендерович, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець, О. В. Дяченко, І О. Самойленко, В. В. Скопенко, І. Т. Карплюк, С .В. Швець, М. В. Черкашенко, В. П. Старенький, Н. С. Захаренко, Н. В Рудевич, Ю. Ф. Тесик, С. Ю. Пронзелева, Г. В. Фурсова. Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. 216 с.

2 Матвійчук В.А., Рубаненко О.О., Гунько І.О. Інтелектуалізація електроенергетичних систем. Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2018 р. (навчальний посібник). 109с.

3 Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах: Навч. посіб. К.: Вища шк.. 2006. 367 с.

4 Букович Н.В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем: Навч. Посібник. Львів: Видавництво «Бескід Біт», 2003. 224 с.

5 Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 250 с.

6 Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. 504 с.

Інші ресурси

7 Журнал «Технічна електродинаміка» / [Електронний ресурс] – Режим доступу:

http://techned.org.ua/
8 Архів публікацій Східноєвнопейського журналу передових технологій / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://journals.uran.ua/eejet/issue/archive
9 Цифрова бібліотка факультету електроніки НТТУ «КПІ» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://fel.kpi.ua/
10 Електронний науковий архів НУ «Львівська політехніка» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ena.lp.edu.ua

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП» http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/ . Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: https://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezalezhnoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

Неформальна та інформальна освіта

Можливим є визнання (перезарахування) результатів навчання здобувачів освіти, що набуті за рахунок неформальної та інформальної освіти згідно з відповідним положенням: https://nuwm.edu.ua/sp/neformalna-osvita. Наприклад, студенти можуть самостійно проходити онлайн-курси на таких платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn тощо. Знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мають мати зв'язок з очікуваними навчальними результатами даного освітнього компоненту та бути перевірені в підсумковому оцінюванні.

Практики, представники бізнесу, фахівці, залучені до викладання

Консультативну допомогу щодо підготовки лекційного матеріалу надає, а також до читання окремих лекцій залучається Килимчук А.В., начальник департаменту експлуатації високовольтних мереж ПрАТ «Рівнеобленерго».

Правила академічної доброчесності

Необхідна інформація стосовно академічної доброчесності, зокрема з питань плагіату, кодексу честі студентів, поведінки в аудиторії та інших наведена у відповідних документах на сторінці Якість освіти сайту НУВГП: http://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnistj Не допускається списування при виконанні поточних завдань, а також під час проведення поточного та підсумкового контролю знань – модулів, заліків, екзаменів. У випадку виявлення факту списування, до студентів будуть застосовані санкції у вигляді зниження підсумкової оцінки або ж позбавлення права подальшого виконання завдання. Принципи доброчесності у НУВГП та відповідність показникам забезпечення якості вищої освіти регламентовано НАЗЯВО та положеннями відділу якості освіти НУВГП. Сайт НАЗЯВО: https://naqa.gov.ua/ Відділ якості освіти НУВГП: https://nuwm.edu.ua/strukturni-pidrozdili/vyo/dokumenti

Вимоги до відвідування

Студенту не дозволяється пропускати заняття без поважних причин. Пропу-

щенні практичні та лабораторні заняття виконують згідно з графіком відпрацювань або консультацій, які публікуються на сторінці кафедри АЕКІТ: https://nuwm.edu.ua/nni-akot/kaf-aekit Пропущений лекційний матеріал опрацьовується самостійно з використанням матеріалів, що наведені на сторінці дисципліни в MOODLE. Студенти можуть використовувати на заняттях мобільні телефони та ноутбуки, але виключно для навчання.
Оновлення
Щорічно викладач з власної ініціативи оновлює зміст даної навчальної дисципліни на основі наукових досягнень і сучасних практик. Здобувачі вищої освіти також можуть долучатись до процедури оновлення навчальної дисципліни шляхом внесення пропозицій щодо новітніх досягнень в галузі. Така ініціатива може бути підставою для отримання додаткових балів.
Академічна мобільність. Інтернаціоналізація
Процедура визнання результатів навчання, отриманих в інших закладах освіти, зокрема під час академічної мобільності, визначається документами: https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-mobilnist. Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни: **Google Scholar:** https://scholar.google.com/; **Elsevier:** https://www.elsevier.com/; **Sciencedirect** https://www.sciencedirect.com/; **ResearchGate:** https://www.researchgate.net/

Лектор: д.т.н., проф. С.В. Василець