МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ, МАТЕРІАЛІВ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОСТИННОСТІ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Валентина ТКАЧУК
«29» серпня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«29» серпня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Сталий розвиток та екобезпечні технології»
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 13 Механічна інженерія
спеціальність – 132 Матеріалознавство
освітня програма – Індустріальний інжиніринг і менеджмент

Кафедра матеріалознавства

Силабус склав(ла) доцент, к.т.н., доцент Микола МЕЛЬНИЧУК

Силабус затверджений на засіданні кафедри матеріалознавства, протокол № 1/а від «29» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор Наталія ІМБІРОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Індустріальний інжиніринг і менеджмент», протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Індустріальний інжиніринг і менеджмент» к.н.т, доцент Дмитро ГУСАЧУК

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 1/а від «29» серпня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/3672

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Сталий розвиток та екобезпечні технології»

Освітня програма	Індустріальний інжиніринг і менеджмент
Галузь знань / Спеціальність	13 Механічна інженерія / 132 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни	нормативна
Мова викладання	українська
Обсяг	4 кредити ECTS / 120 годин, семестр 8
Форма контролю	екзамен
Викладач(і)	к.т.н., доцент Микола МЕЛЬНИЧУК електронна пошта: m.melnychuk@lntu.edu.ua

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Формування у студентів системного розуміння глобальних викликів сучасності, зумовлених технологічним розвитком і взаємодією суспільства, економіки та довкілля, а також засвоєння принципів і підходів сталого розвитку в інженерній діяльності. Розвиток здатності застосовувати сучасну термінологію, концепції та принципи сталого розвитку для критичного оцінювання наслідків технічного прогресу, обґрунтування відповідальних інженерних рішень і сприяння створенню безпечного, ресурсоефективного та екологічно збалансованого середовища життєдіяльності. Формування системного, комплексного, критичного й творчого мислення, необхідного для аналізу та пошуку інноваційних рішень актуальних проблем сталого розвитку в інженерній практиці.

Завдання: Полягають у формуванні у студентів знань і практичних навичок щодо аналізу глобальних тенденцій сталого розвитку та усвідомлення ролі інженерів у розробленні й упровадженні сталих технологій; набутті здатності розраховувати індексні показники та використовувати систему індикаторів сталого розвитку для оцінювання соціальних, економічних і екологічних процесів; опануванні сучасних методів оцінювання техногенної, екологічної, економічної та соціальної безпеки людини; застосуванні методик екологічного аудиту та аналізу життєвого циклу (LCA) під час проєктування, розроблення й оцінювання технологій і технічних продуктів; розвитку вмінь використовувати інструменти стратегічного планування для обґрунтування, розроблення та впровадження інноваційних інженерних рішень відповідно до принципів сталого розвитку.

Пререквізити: Безпека життєдіяльності та охорона праці, Основи інженерного проектування, Ситуаційний менеджмент, Адитивні технології та матеріали

2. Компетентності

ІК — інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та проблеми, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом та випробуванням металевих, неметалевих та композиційних матеріалів та виробів на їх основі, у професійній діяльності та у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики, хімії та механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК04 — Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК12 — Прагнення до збереження навколишнього середовища

СК06 — Здатність застосовувати системний підхід до вирішення завдань інженерного матеріалознавства та виробничого менеджменту

СК07 — Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства та індустрії

СК08 — Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту

і його основних принципів у професійній діяльності

СК14 — Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці

СК15 — Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні, комерційні та інвестиційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень

СК16 — Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів

3. Структура дисципліни, розподіл годин, зв'язок тем з компетентностями

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Практ./ Семін./ лаб денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	ЗК та СК
Змістовий модуль 1. Концептуальні засади та глобальні виміри сталого розвитку								
1	Тема 1. Еволюція концепції сталого розвитку та сучасні парадигми	2/0,5	2/–	5/7,5	9/8	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО2, кейс-завдання	ЗК04, ЗК12, СК14, СК15
2	Тема 2. Основні поняття, принципи та моделі сталого розвитку	2/0,5	2/–	5/7,5	9/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО6, кейс-завдання	
3	Тема 3. Глобальні екологічні, соціальні та економічні виклики сталого розвитку	2/0,5	2/1	5/6,5	9/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО4, захист практичної роботи	ЗК04, ЗК12, СК06, СК14, СК15
4	Тема 4. Матеріали, довкілля та сталий розвиток	2/0,5	2/1	5/6,5	9/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК04, ЗК12
5	Тема 5. Вплив моделей виробництва та споживання на природні системи	2/0,5	2/–	4/7,5	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК16, СК08, СК07
6	Тема 6. Методи оцінювання та кількісного вимірювання сталого розвитку	2/0,5	2/1	4/6,5	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК15, СК14, СК06
7	Тема 7. Глобальні індикатори, індекси та системи моніторингу сталого розвитку	2/0,5	2/–	4/7,5	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК14, СК15, СК06
Змістовий модуль 2. Інженерні технології та практики забезпечення сталого розвитку								

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
8	Тема 8. Технології: джерело проблем чи інструмент сталого розвитку	2/0,5	2/0,5	4/7	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК16, СК15, СК06, СК08
9	Тема 9. Моніторинг навколишнього середовища та оцінювання екологічного стану	2/–	2/–	4/8	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2	ЗК04, ЗК12, СК08, СК15, СК16, СК06
10	Тема 10. Сталий розвиток компаній: екологічна відповідальність і корпоративні стратегії	2/0,5	2/1	4/6,5	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО5	ЗК04, ЗК12, СК14, СК06, СК15
11	Тема 11. Екологічно орієнтоване проєктування та інженерні рішення для сталого розвитку	2/–	2/–	4/8	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК14, СК06, СК15, СК07
12	Тема 12. Сталі технології та концепція чистішого виробництва	2/0,5	2/0,5	4/7	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО5	ЗК04, СК06, СК15, СК14, СК07
13	Тема 13. Інноваційні технології та цифрові рішення для сталого розвитку	2/0,5	2/–	4/7,5	8/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК08, СК06, СК15, СК16
14	Тема 14. Сталий розвиток, технологічні ризики та техногенна безпека	1/–	1/–	4/8	6/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4	ЗК04, ЗК12, СК06, СК15, СК14
15	Тема 15. Методи стратегічного планування технологій	1/0,5	1/1	4/6,5	6/8	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО5	ЗК04, ЗК12, СК07, СК15, СК14, СК16, СК06
	Разом	**28/6**	**28/6**	**64/108**	**120/120**			

Легенда: ЗК — загальна компетентність (номер за п. 2); СК — спеціальна (фахова) компетентність (номер за п. 2). Повне формулювання кожного коду наводиться в ОП / стандарті спеціальності.

Методи навчання: МН1 — словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо); МН2 — практичний метод (лабораторні та практичні заняття); МН3 — наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); МН4 — робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання

реферату); МН5 — відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо).

Методи оцінювання: МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування; МО5 — командні проєкти; МО6 — есе.

4. Результати навчання

ПРН05. Визначати екологічно небезпечні та шкідливі фактори професійної діяльності шляхом попереднього аналізу та корегувати зміст діяльності з метою попередження негативного впливу на навколишнє середовище

ПРН07. Володіти навичками, які дозволяють продовжувати вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ПРН08. Уміти застосувати свої знання для вирішення завдань в новому або незнайомому середовищі

ПРН10. Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства та управління виробничими процесами

ПРН15. Знати та застосовувати у професійній діяльності принципи проектування нових матеріалів

ПРН20. Знаходити потрібну інформацію у літературі, використовувати наукові бази даних та інші джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань та питань виробничого менеджменту

5. Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування та інші: результати навчання, здобуті у формальній, неформальній чи інформальній освіті, можуть бути визнані відповідно до процедур ЛНТУ. Підтвердженнями можуть бути сертифікати тематичних тренінгів, вебінарів чи онлайн-курсів разом з описом досягнутих результатів навчання та, за потреби, коротке верифікаційне завдання або портфоліо.

6. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (30 %) + модульний контроль (30 %) + екзамен (40 %).

Академічна доброчесність: самостійне виконання завдань; коректне посилання на джерела; позначення частин тексту, згенерованих засобами ШІ. Порушення академічної доброчесності не толеруються.

7. Зміст тем

Тема 1. Еволюція концепції сталого розвитку та сучасні парадигми

Виникнення та розвиток концепції сталого розвитку. Міжнародні конференції та ключові документи. Порядок денний ООН до 2030 року. Цілі сталого розвитку та їх взаємозв'язок. Сучасні парадигми сталого розвитку й роль інженерії у їх реалізації.

Тема 2. Основні поняття, принципи та моделі сталого розвитку

Поняття сталого розвитку, стійкості, резилієнтності, ресурсоефективності та декарбонізації. Екологічні, соціальні та економічні виміри сталого розвитку. Міжпоколінна справедливість, відповідальне споживання та виробництво. Взаємозв'язок інженерних рішень із принципами сталості.

Тема 3. Глобальні екологічні, соціальні та економічні виклики сталого розвитку

Зміна клімату, втрата біорізноманіття, забруднення довкілля та виснаження природних ресурсів. Демографічні зміни, нерівність, бідність і доступ до ресурсів. Енергетична та продовольча безпека. Взаємозалежність глобальних проблем і технологічні шляхи їх подолання.

Тема 4. Матеріали, довкілля та сталий розвиток

Споживання матеріалів і природних ресурсів. Динаміка споживання вуглеводнів та інженерних

матеріалів. Експоненціальне зростання виробництва і споживання ресурсів. Життєвий цикл матеріалів і виробів. Основні етапи життєвого циклу: видобування сировини, виробництво матеріалів, виготовлення виробів, експлуатація, утилізація та рециклінг. Потоки енергії й матеріалів та утворення відходів і викидів.. Енергоємність матеріалів та їхній вуглецевий слід. Порівняння металів, полімерів та інших конструкційних матеріалів за питомою енергоємністю на одиницю маси й об’єму.. Заміщення матеріалів як інструмент підвищення екологічної ефективності. Вплив вибору матеріалу на енерговитрати та вуглецевий слід виробу. Порівняння альтернативних матеріалів з урахуванням їхніх властивостей і конструктивних параметрів.. Рециклінг матеріалів та енергетичні витрати на переробку.

Тема 5. Вплив моделей виробництва та споживання на природні системи

Життєвий цикл продукції та матеріальних потоків. Вплив промисловості, енергетики, транспорту й будівництва на довкілля. Лінійна та циркулярна моделі економіки. Ефективність використання ресурсів, запобігання утворенню відходів, промисловий симбіоз і принципи екодизайну. Роль сталих технологій у зменшенні екологічного навантаження.

Тема 6. Методи оцінювання та кількісного вимірювання сталого розвитку

Система показників та індикаторів сталого розвитку. Абсолютні й відносні показники, індексні методи та інтегральне оцінювання. Методи оцінювання екологічної, економічної, соціальної та техногенної безпеки. Аналіз життєвого циклу продукції (LCA), екологічний аудит та оцінювання екологічного сліду. Практичне застосування інструментів оцінювання в інженерних проєктах.

Тема 7. Глобальні індикатори, індекси та системи моніторингу сталого розвитку

Міжнародні системи моніторингу досягнення Цілей сталого розвитку. Індикатори ООН та підходи до їх локалізації на національному й регіональному рівнях. Індекс людського розвитку, екологічні індекси та показники ресурсоефективності. Порівняльний аналіз країн і регіонів, інтерпретація даних, обмеження інтегральних індексів та використання результатів для обґрунтування інженерних рішень.

Тема 8. Технології: джерело проблем чи інструмент сталого розвитку

Роль технологічного розвитку у формуванні глобальних екологічних, економічних і соціальних викликів. Подвійний вплив технологій на довкілля та суспільство: ризики, можливості й компроміси. Технологічні рішення для декарбонізації, ресурсоефективності та зменшення забруднення. Екологічні й соціальні наслідки цифровізації, автоматизації та розвитку штучного інтелекту. Оцінювання технологічних альтернатив за критеріями сталого розвитку та відповідального інженерного вибору.

Тема 9. Моніторинг навколишнього середовища та оцінювання екологічного стану

Мета, завдання та принципи моніторингу довкілля. Система показників якості атмосферного повітря, води, ґрунтів і стану екосистем. Методи та засоби вимірювання параметрів навколишнього середовища. Сенсорні системи, дистанційне зондування Землі, геоінформаційні системи та IoT у моніторингу довкілля. Оброблення, візуалізація та інтерпретація екологічних даних. Використання результатів моніторингу для оцінювання впливу виробництва й обґрунтування природоохоронних заходів.

Тема 10. Сталий розвиток компаній: екологічна відповідальність і корпоративні стратегії

Концепція корпоративної сталості та відповідальності бізнесу. Інтеграція екологічних, соціальних та управлінських критеріїв (ESG) у діяльність підприємств. Системи екологічного менеджменту та стандарт ISO 14001. Екологічний аудит, оцінювання ресурсоефективності й управління відходами на підприємстві. Вуглецевий слід підприємства, декарбонізація та управління енергоспоживанням. Корпоративна звітність зі сталого розвитку, оцінювання результативності та взаємодія із зацікавленими сторонами.

Тема 11. Екологічно орієнтоване проєктування та інженерні рішення для сталого розвитку

Принципи сталого проєктування та екодизайну. Урахування екологічних, економічних і соціальних критеріїв на всіх етапах життєвого циклу технічного продукту. Аналіз життєвого циклу продукції (LCA) та оцінювання екологічних впливів. Вибір матеріалів, технологічних

процесів і конструктивних рішень з урахуванням ресурсо- та енергоефективності. Проєктування для довговічності, ремонту, повторного використання та перероблення. Багатокритеріальне оцінювання інженерних альтернатив і прийняття рішень з урахуванням принципів сталості.

Тема 12. Сталі технології та концепція чистішого виробництва

Поняття, принципи та інструменти чистішого виробництва (Cleaner Production). Запобігання утворенню відходів і забрудненню на джерелі їх виникнення. Енергоефективність, ресурсозбереження та оптимізація виробничих процесів. Малоресурсні й маловідходні технології, повторне використання матеріалів і промисловий симбіоз. Циркулярна економіка та замкнені цикли матеріальних і енергетичних потоків. Оцінювання екологічної й економічної ефективності впровадження чистіших технологій на підприємствах.

Тема 13. Інноваційні технології та цифрові рішення для сталого розвитку

Роль технологічних інновацій у досягненні Цілей сталого розвитку ООН. Відновлювані джерела енергії, системи накопичення енергії та інтелектуальні енергомережі. Цифрові двійники, штучний інтелект і промисловий Інтернет речей для оптимізації використання ресурсів. Адитивні технології, нові матеріали, композити та екологічно орієнтовані технології виробництва. Інновації у водопідготовці, очищенні стічних вод, переробленні відходів і відновленні ресурсів. Оцінювання технологічної готовності, масштабованості, економічної доцільності та екологічних наслідків інновацій.

Тема 14. Сталий розвиток, технологічні ризики та техногенна безпека

Основні джерела техногенних ризиків у промисловості, енергетиці, транспорті та інфраструктурі. Ідентифікація небезпек, аналіз ризиків і оцінювання наслідків аварійних ситуацій. Методи запобігання промисловим аваріям, мінімізації ризиків і захисту персоналу та населення. Екологічна безпека технологічних процесів, поводження з небезпечними речовинами й управління відходами. Стійкість критичної інфраструктури, готовність до надзвичайних ситуацій і відновлення після криз.Принципи безпечного проєктування, оцінювання ризиків протягом життєвого циклу та відповідальність інженера за безпеку суспільства.

Тема 15. Методи стратегічного планування технологій

Основи стратегічного планування технологічного розвитку. Поняття, цілі та принципи стратегічного планування. Взаємозв’язок технологічних стратегій із цілями сталого розвитку, екологічними обмеженнями та суспільними потребами. Методи аналізу й прогнозування технологічного розвитку. Аналіз глобальних трендів, PESTEL-аналіз, SWOT-аналіз, сценарне планування та оцінювання технологічних альтернатив. Визначення чинників, що впливають на перспективи впровадження сталих технологій. Беккастинг (Backcasting) як метод стратегічного планування сталого майбутнього. Сутність методу, визначення бажаного майбутнього стану та розроблення послідовності кроків для його досягнення. Визначення довгострокових цілей, аналіз розриву між поточним і бажаним станами, ідентифікація бар’єрів та формування дорожньої карти технологічних змін. Технологічне дорожнє картування (Technology Roadmapping). Визначення стратегічних пріоритетів, етапів технологічного розвитку, необхідних ресурсів, компетентностей та інвестицій.

8. Опис ІЗ/КПІЗ

Не передбачено навчальним планом.

9. Загальні вимоги

Освітній процес регулюється академічними правилами ЛНТУ. Здобувачі освіти зобов’язані ознайомитися з вимогами, визначеними Кодексом академічної доброчесності ЛНТУ та Політикою етичного використання штучного інтелекту в ЛНТУ, і дотримуватися принципів академічної доброчесності та етичного використання штучного інтелекту в освітній діяльності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу зобов’язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність» від 18.12.2025 № 4742-IX та внутрішніх нормативних документів ЛНТУ. Не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, привласнення авторства, несамостійне виконання завдань, а також недоброчесне використання

результатів, згенерованих штучним інтелектом.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту можуть використовуватися для пошуку ідей, пояснення методів, попереднього структурування, мовного редагування та допоміжного аналізу неконфіденційних даних, якщо конкретне завдання не передбачає повністю самостійного виконання. Здобувач освіти має зазначати використаний інструмент, мету та етап його застосування, перевіряти факти й розрахунки та самостійно обґрунтовувати висновки.

10. Література

І. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці автора силабуса:

1. Сталий розвиток та екобезпечні технології : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітніх програм: "Індустріальний інжиніринг та менеджмент" та «Матеріалознавство» спеціальності 132 "Матеріалознавство" галузі знань 13 "Механічна інженерія" денної та заочної форм навчання / уклад. М.Д. Мельничук. – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 120 с.

2. Сталий розвиток та екобезпечні технології : методичні вказівки до виконання практичних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітніх програм: "Індустріальний інжиніринг" та «Матеріалознавство» спеціальності G9 "Матеріалознавство" галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" денної та заочної форм навчання / уклад. М.Д. Мельничук – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 34 с.

Праці інших авторів:

3. Mulder K. Sustainable Development for Engineers: A Handbook and Resource Guide. Greenleaf Publishing, 2017. 288 p..

4. Biswas W. K., John M. Engineering for Sustainable Development: Theory and Practice. Wiley, 2022. ISBN 978-1-119-72098-0.

5. Ashby M. F. Materials and Sustainable Development. 2nd ed. Elsevier, 2022. ISBN 978-0-323-98361-7

6. Ting D. S.-K., O’Brien P. G. (eds.). Progress in Sustainable Development: Sustainable Engineering Practices. Elsevier, 2023. URL: https://shop.elsevier.com/books/progress-in-sustainable-development/ting/978-0-323-99207-7

7. Leal Filho W., Salvia A. L., Frankenberger F. (eds.). Handbook on Teaching and Learning for Sustainable Development. Edward Elgar Publishing, 2022. ISBN 978-1-0353-0906-1

ІІ. Наукові праці

Праці автора силабуса:

8. Melnychuk M. D., Polivoda N. O., Kozub B., Ostapchuk R. R., Mierzwiński D. Preparation of Sintered Light Termoperlites for Application in Construction. ACEX2024: 17th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experimenting (Barcelona, 1-5 July 2024 p.). Madrid: ACEX, 2024. P. 129-131. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/3848

9. Bazan, P.; Rochman, A.; Mroczka, K.; Badura, K.; Melnychuk, M.; Nosal, P.; Węglowska, A. Composites Based on PLA/PHBV Blends with Nanocrystalline Cellulose NCC: Mechanical and Thermal Investigation. Materials 2024, 17, 6036 / URL: https://doi.org/10.3390/ma17246036

10. Kozub, B.; Dudek, J.; Melnychuk, M. The Effect of Oil Additives on the Properties of Fly Ash-Based Foamed Geopolymers. Materials 2024, 17, 5819. / URL: https://doi.org/10.3390/ma17235819

Праці інших авторів:

11. Бойченко С. В., Максименко О. Е., Яковлєва А. В., Хрутьба В. О. та ін. Основи енерготехнологій в екологістичному аспекті. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. URL: https://ela.kpi.ua/items/f20a1dd2-2f5b-4ef7-b0a3-1cd807c595fa