МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РОБОТОТЕХНІКИ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Анатолій ТКАЧУК
«16» вересня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«25» вересня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Адаптроніка»
ступінь вищої освіти – магістр
галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальність – G9 Прикладна механіка
освітня програма – Прикладна механіка

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Силабус склав(ла) доцент кафедри прикладної механіки та мехатроніки, к.т.н., доцент Тарас ЧЕТВЕРЖУК

Силабус затверджений на засіданні кафедри прикладної механіки та мехатроніки, протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор Олександр ПОВСТЯНОЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Прикладна механіка», протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Прикладна механіка» к.т.н., доцент Тарас ЧЕТВЕРЖУК

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 3 від «25» вересня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/4135

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Адаптроніка»

Освітня програма	Прикладна механіка
Галузь знань / Спеціальність	G Інженерія, виробництво та будівництво / G9 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Статус дисципліни	вибіркова
Мова викладання	українська
Обсяг	5 кредитів ECTS / 150 годин, семестр 2
Форма контролю	залік
Викладач(і)	к.т.н., доцент Тарас ЧЕТВЕРЖУК електронна пошта: t.chetverzhuk@lutsk-ntu.com.ua

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Формування у майбутніх магістрів системних знань та практичних навичок проектування, моделювання та експлуатації адаптронних (розумних/смарт) механічних систем, що здатні автономно адаптуватися до змін зовнішнього середовища за рахунок інтеграції сенсорів, актуаторів та систем керування.

Завдання: Вивчення фізико-механічних принципів роботи «розумних» матеріалів (п'єзоелектриків, сплавів із пам'яттю форми, магніто- та електрореологічних рідин тощо). Вивчення класичних та сучасних стратегій керування, зокрема активного гконтролю у механічних системах.

2. Компетентності

ЗК1 — Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК3 — Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6 — Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1 — Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2 — Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук

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	СК
Змістовий модуль 1. Елементна база та фізико-механічні основи адаптроніки.								
1	Тема 1. Вступ до адаптроніки.	3/0,5	5/1	15/20,5	23/22	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Практ./ Семін./ лаб денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	СК
2	Тема 2. Активні та «розумні» матеріали.	2/0,25	5/1	15/20,25	22/21,5	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2
3	Тема 3. Сенсори та актуатори в адаптивних структурах.	2/0,25	4/1	15/20,25	21/21,5	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК1, ЗК3, ФК1, ФК2, ЗК6
4	Тема 4. Конструкційне моделювання смарт-структур	2/0,25	4/0,75	15/20,25	21/21,25	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7, модульна контрольна робота	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2
Змістовий модуль 2. Моделювання, керування та прикладне застосування адаптронних систем.								
5	Тема 5. Динаміка та активне демпфування вібрацій.	2/0,25	4/0,75	15/20,25	21/21,25	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2
6	Тема 6. Системи та алгоритми керування в адаптроніці.	2/0,25	4/0,75	15/20,25	21/21,25	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2
7	Тема 7. Прикладне застосування адаптроніки в прикладній механіці.	2/0,25	4/0,75	15/20,25	21/21,25	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5, МН6	МО2, МО7, модульна контрольна робота, залік	ЗК1, ЗК3, ЗК6, ФК1, ФК2
	Разом	**15/2**	**30/6**	**105/142**	**150/150**			

Легенда: 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); МН6 — самостійна робота (розв'язання завдань).

Методи оцінювання: МО2 — усне або письмове опитування; МО7 — презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

4. Результати навчання

Знати:

– Класифікацію та властивості «розумних» матеріалів, які використовуються в адаптроніці (п'єзоелектрики, сплави з пам'яттю форми (SMA), магніто- та електрореологічні рідини, магнітострикційні матеріали).

– Принципи побудови адаптивних механічних систем, включаючи архітектуру інтегрованих мехатронних та адаптронних вузлів.

– Методи теорії автоматичного керування, які застосовуються для активного гасіння коливань, компенсації деформацій та оптимізації форми конструкцій.

Вміти:

– Проєктувати адаптивні елементи конструкцій, здатні змінювати свої динамічні характеристики (жорсткість, демпфування) або геометрію під дією зовнішніх чинників.

– Обирати оптимальні типи «розумних» матеріалів, сенсорів та виконавчих механізмів (актуаторів) для конкретних інженерних задач прикладної механіки.

– Розробляти математичні та комп'ютерні моделі адаптронних систем, враховуючи взаємодію між механічними, електричними, магнітними чи температурними полями.

– Синтезувати алгоритми та закони керування для активного віброзахисту, точного позиціонування та адаптації конструкцій до випадкових навантажень.

– Проводити експериментальні дослідження адаптивних систем, налаштовувати вимірювальні ланцюги та інтерпретувати дані з сенсорів.

– Оцінювати надійність, живучість та енергоефективність розроблених адаптивних пристроїв і конструкцій.

5. Цілі сталого розвитку

ЦСР 4 – Якісна освіта

ЦСР 7 – Доступна та чиста енергія

ЦСР 9 – Промисловість, інновації та інфраструктура

ЦСР 12 – Відповідальне споживання та виробництво

6. 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.

7. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (40 %) + ІЗ/КПІЗ (20 %) + модульний контроль (40 %).

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

8. Зміст тем

Тема 1. Вступ до адаптроніки.

Поняття адаптроніки як міждисциплінарної науки. Структурна схема адаптронної системи (конструкція, сенсор, контролер, актуатор). Відмінність від класичної мехатроніки.

Тема 2. Активні та «розумні» матеріали.

Вивчення технологій виробництва «розумних» композитів. П’єзоелектричні матеріали. Сплави з

пам'яттю форми (SMA). Магніто- та електрореологічні рідини. Електроактивні полімери.

Тема 3. Сенсори та актуатори в адаптивних структурах.

Класифікація та принципи інтеграції сенсорів. Актуатори для точного позиціонування та силовими процесами.

Тема 4. Конструкційне моделювання смарт-структур

Моделювання композитних та шаруватих елементів із вбудованими активними шарами. Енергетичні методи в адаптроніці.

Тема 5. Динаміка та активне демпфування вібрацій.

Рівняння руху адаптивних механічних систем. Концепція активного гасіння коливань (Active Vibration Control). Контроль акустичного випромінювання конструкцій.

Тема 6. Системи та алгоритми керування в адаптроніці.

Зворотний зв'язок за станом та виходом. PID-регулятори, адаптивне керування. Застосування штучних нейромереж та нечіткої логіки.

Тема 7. Прикладне застосування адаптроніки в прикладній механіці.

Високоточні верстати та робототехніка. Адаптивні підшипникові вузли шпинделів металообробного обладнання. Компенсація температурних похибок.

9. Опис ІЗ/КПІЗ

Індивідуальна робота студента з дисципліни «Адаптроніка» виконується протягом семестру. Виконання його є обов’язковою умовою успішного вивчення курсу з даної дисципліни, а також для отримання позитивної оцінки. Метою виконання ІРС є розвиток навичок самостійної роботи та набуття практичних навичок проектування адаптивних механічних систем, інтеграції інтелектуальних матеріалів (сенсорів та актуаторів) у структуру машин, а також математичного моделювання мехатронного зворотного зв'язку для покращення динамічних характеристик конструкції. ІРС складається захищається під час семестру у години, виділені для індивідуальної роботи. Слід відмітити, що при виконанні та оформленні ІРС здобувач використовує комп’ютерну техніку та комплекс прикладних програм, а також промислове і навчальне обладнання кафедри прикладної механіки та мехатроніки. Оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання ІРС є одним із обов’язкових складових модулів залікового кредиту. Виконана та захищена індивідуальна робота є однією з вимог допуску до здачі екзамену з дисципліни. Завдання ІРС з дисципліни «Адаптроніка: варіант теми вибираються здобувачами самостійно (із переліку запропонованих) за погодженням з викладачем. Зразок типової теми - "Розробка та дослідження адаптронної системи активного гасіння вібрацій (назва вузла/об'єкта, наприклад: шпиндельного вузла металорізального верстата) з використанням (тип матеріалу, наприклад: п'єзоелектричних актуаторів).

10. 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.

11. Література

І. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці автора силабуса:

1. Божко Т. Є., Валецький Б. П., Самчук Л. М., Четвержукї Т. І. Інноваційні підходи в підготовці магістрів з прикладної механіки: навч. посіб . Луцьк: Вежа-Друк, 2024. 324 с. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5793

Праці інших авторів:

2. Невлюдов І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2019. 286 с.

3. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навчальний посібник / О.П.Герасимчук, Е.Л.Селезньов, С.П.Шимчук. Луцьк : Луцький НТУ, 2019. 168 с.

4. Електропневмоавтоматичні приводи в автоматизованих системах керування: Навчальний посібник / Невлюдов І.Ш., Кривопляс-Володіна Л.О., Новоселов С.П., Сичова О.В.: Харків: ХНУРЕ, 2021. 320 с.

5. Павловський Ю. В., Попович В. Д. Сучасні матеріали в техніці: наноматеріали та нанотехнології : навч.-метод. посіб. – Дрогобич : ДДПУ ім. Івана Франка, 2024. – 76 с.

ІІ. Наукові праці

Праці автора силабуса:

6. Валецький Т. І., Четвержук Ю. В.. Федорусь С. П. Шимчук С. П. Оптимізація характеристик автоматизованого керування процесом великогабаритного пакування. Наукові нотатки. 2025. No 81. С. 87-91. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5795

7. Zubovetska N.T., Redko R.H., Chetverzhuk T.I., Skliarov R. A., & Shanaida V. V. Experimental Study of the Process of Boring Machine Parts Using a Cutter Equipped with Tensor Sensors. Scientific bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. 2025. № 1(58). Pp. 88-96. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/4800

8. Redko, R., Povstyanoy, O., Polinkevich, R., Chetverzhuk, T., Zaleta, O. Investigation of Cutting Force During Boring of Screw Non-Rigid Machine Parts. Modern Technologies in Mechanical Engineering and Transport, 1(20). 2023. Pp. 26–32. https://doi.org/10.36910/automash.v1i20.1030.

Праці інших авторів:

9. Al-Samarai, R.A., & Al-Douri, Y. (2026). Smart Materials in Mechanical Engineering: Innovation and Applications (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003758556

10. Hartmut Janocha Adaptronics and smart structures basics, materials, design and applications: Berlin: Springer. 2020. - 554p.

11. Levent Güvenc, Bilin Aksun Güvenc, Burak Demirel. Control of mechatronic systems. London : The Institution of Engineering and Technology, 2017. 217 p.

ІІІ. Інформаційні ресурси

12. База даних EBSCO - Режим доступу http://www.ebsco.com/

13. Загальна теорія систем. Енциклопедія Сучасної України. Т. 10. Київ, Україна: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2010. [Електронний ресурс]. URL:https://esu.com.ua/article-15136.