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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Анатолій ТКАЧУК
«28» серпня 2026 р.

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

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Проектування систем керування безпілотними апаратами»
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальність – 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
освітня програма – Системи керування безпілотними апаратами

Кафедра автоматизації та безпілотних систем

Силабус склав(ла) доцент кафедри автоматизації та безпілотних систем Людмила МАРКІНА

Силабус затверджений на засіданні кафедри автоматизації та безпілотних систем, протокол № 1а від «28» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Лариса ГУМЕНЮК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами», протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Системи керування безпілотними апаратами» к.т.н., доцент Віктор ДЕНИСЮК

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

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/3232

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Проектування систем керування безпілотними апаратами»

Освітня програма	Системи керування безпілотними апаратами
Галузь знань / Спеціальність	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації / 174 Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни	нормативна
Мова викладання	українська
Обсяг	5 кредитів ECTS / 150 годин, семестр 7
Форма контролю	екзамен
Викладач(і)	доцент Людмила МАРКІНА

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Метою дисципліни «Проектування систем керування безпілотними апаратами» є формування у студентів знань про принципи побудови, етапи та методи проектування систем автоматичного керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА) і наземними роботизованими комплексами (БНК), а також набуття навичок практичного вирішення питань вибору компонентної бази, синтезу контурів керування та розроблення проектної документації. У результаті вивчення курсу студенти отримують знання, необхідні для оцінювання техніко-економічних можливостей систем керування безпілотних апаратів, аналізу їхніх динамічних властивостей, а також впливу параметрів і структури системи на її надійність, автономність і якість керування.

Завдання: Для досягнення необхідного рівня знань і практичних навичок під час вивчення дисципліни «Проектування систем керування безпілотними апаратами» застосовуються сучасні методи подання матеріалу з використанням інформаційних технологій, засобів комп'ютерного моделювання, зворотного зв'язку та контролю знань. Завданням дисципліни є формування базових знань і практичних умінь щодо аналізу безпілотного апарата як об'єкта керування, вибору первинних перетворювачів, виконавчих механізмів і каналів зв'язку, синтезу регуляторів, забезпечення навігації та автономності, а також розвиток навичок оформлення проектної документації та застосування теоретичних знань у розв'язанні інженерних задач.

Пререквізити: Технічні засоби, виконавчі та регулюючі механізми безпілотних апаратів; Теорія автоматичного керування; Метрологія, технологічні вимірювання та прилади; Фізика, електротехніка, електроніка та схемотехніка; Безпека життєдіяльності, основи охорони праці, цивільна безпека; Іноземна мова за професійним спрямуванням; Конструкція безпілотних апаратів.

2. Компетентності

ІК — інтегральна компетентність: Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

ЗК01 — Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02 — Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК03 — Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК04 — Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05 — Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК06 — Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК07 — Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК08 — Здатність працювати в команді.

СК03 — Здатність виконувати аналіз об’єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

СК04 — Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп’ютерних технологій.

СК05 — Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

СК06 — Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК07 — Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та сигнальних процесорів.

СК08 — Здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

СК09 — Здатність вільно користуватись сучасними комп’ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп’ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

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. Методологія проектування. Об'єкт керування та інформаційні засоби								
1	Тема 1. Принципи проектування систем керування безпілотними апаратами та проектна документація	5/1	5/1,5	15/22,75	25/25,25	МН1, МН2, МН3	МО2	ЗК02, ЗК05, ЗК06, ЗК07, СК03, СК08
2	Тема 2. Об'єкт керування: класифікація і динаміка безпілотних літальних та наземних апаратів	5/1	5/1,5	15/22,75	25/25,25	МН1, МН2, МН3	МО2	ЗК02, ЗК05, СК03

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
3	Тема 3. Первинні перетворювачі системи керування безпілотного апарата	5/1	5/1,25	15/22,75	25/25	МН1, МН2, МН3	МО2, МО4	ЗК02, ЗК05, СК05, СК07
Змістовий модуль 2. Регулювання, виконавчі засоби, зв'язок і автономність								
4	Тема 4. Теорія регулювання у системах керування безпілотних апаратів	5/1	5/1,25	15/22,75	25/25	МН1, МН2, МН3	МО2	ЗК02, ЗК03, ЗК01, ЗК04, ЗК05, ЗК07, ЗК06, СК04, СК09
5	Тема 5. Виконавчі механізми та канали зв'язку безпілотного апарата	5/1	5/1,25	15/22,5	25/24,75	МН1, МН2, МН3	МО2	ЗК02, ЗК03, ЗК01, ЗК04, ЗК05, СК05, СК07
6	Тема 6. Навігація й автономність безпілотних апаратів	5/1	5/1,25	15/22,5	25/24,75	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, ЗК03, ЗК01, ЗК04, ЗК05, ЗК08, ЗК07, СК06, СК09
	Разом	**30/6**	**30/8**	**90/136**	**150/150**			

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).

Методи оцінювання: МО1 — екзамен; МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування.

4. Результати навчання

ПРН04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об’єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об’єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН11. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

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 (40 %) + модульний контроль (20 %) + 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. Принципи проектування систем керування безпілотними апаратами та проектна документація

Мета і завдання проектування системи керування. Життєвий цикл системи та техніко-економічна підготовка проекту. Класифікація, властивості та надійність систем керування. Особливості проектування наземних роботизованих комплексів. Стадії проектування, нормативна база. Технічне завдання, ескізний, технічний і робочий проекти. Структурні, функціональні та принципові схеми системи керування безпілотного апарата.

Тема 2. Об'єкт керування: класифікація і динаміка безпілотних літальних та наземних апаратів

Об'єкт керування: поняття, структура, властивості. Статичні, динамічні та ймовірнісні характеристики об'єкта керування. Класифікація БПЛА і їх типова архітектура як об'єкта керування. Класифікація наземних роботизованих комплексів. Вплив дорожніх умов на динаміку шасі.

Тема 3. Первинні перетворювачі системи керування безпілотного апарата

Роль первинних перетворювачів у контурі керування. Принцип роботи інтегральних гіроскопа, акселерометра та магнітометра. Будова інтегрального барометра та ультразвукового сонара. Комплексування давачів на прикладі польотного контролера.

Тема 4. Теорія регулювання у системах керування безпілотних апаратів

Контур зворотного зв'язку. Перехідний процес і показники якості регулювання. Стійкість системи автоматичного керування. Закони регулювання П, І, Д та їх комбінації. ПІД-регулятор у контурах стабілізації БПЛА. Каскадна структура регуляторів мультироторного апарата. Особливості регулювання руху наземного апарата.

Тема 5. Виконавчі механізми та канали зв'язку безпілотного апарата

Безщіткові електродвигуни, їх властивості та характеристики. Електронний регулятор обертів (ESC). Маніпулятори та захватні механізми наземних роботизованих комплексів. Склад апаратури радіокерування, функція Failsafe. Формати сигналів PPM, PCM, PWM, стандарти DSM2/DSMX. Телеметрія, антенні системи та завадостійкість.

Тема 6. Навігація й автономність безпілотних апаратів

Поняття орієнтації, навігації та автономності. Задачі орієнтації та навігації наземних роботизованих комплексів. Оптичні пристрої та методи точної орієнтації. Штучні нейронні мережі в системах керування. Ступені автономності безпілотних апаратів.

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 інших авторів:

1. Волканін Є. Є. Схемотехніка безпілотних літальних апаратів : навч. посіб. / Є. Є. Волканін ; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ, Кременчуцк. Льотний коледж. Харків : ХНУВС, 2024. 108 с.

2. Струтинський В. Б., Гуржій А. М. Наземні роботизовані комплекси : монографія. Житомир : ПП «Рута», 2023. 524 с.

ІІ. Наукові праці

Праці автора силабуса:

3. Сацик В. О., Маркіна Л. М., Копчунь А. О., Сацик О. В. Аналіз роботи та налаштування PID-регулятора в системах стабілізації БПЛА на базі прошивки Betaflight. Перспективні технології та прилади»: зб. статей. Луцьк, 2025. Вип. 27. С. 165-174 / URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal/uk/article/view/2004/1842

4. Oleksandr Povstanoi, Lyudmila Markina, Viktor Denysiuk, Yurii Lapchenko, Viktor Satsyk, Mykhailo Pylypets. Automated smart humanoid robot arm on the ARDUINO platform / Technologia i Automatyzacja Montażu. V. 130, Issue 4 (2025), Pages 43-53 https://doi.org/10.7862/tiam.2025.4.4 / URL: https://journals.prz.edu.pl/tiam/article/view/2195 / URL: https://doi.org/10.7862/tiam.2025.4.4 / URL: https://journals.prz.edu.pl/tiam/a…

Праці інших авторів:

5. Lyshuk, V., Moroz, S., Selepyna, Y., Zablotskyi, V., Yevsiuk, M., Satsyk, V., & Tkachuk, A. (2025). Modeling dynamic and static operating modes of a low-power asynchronous electric drive. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 15(2), 118–123. / URL: https://doi.org/10.35784/iapgos.6794