

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання комплексного
науково-дослідного курсового проекту
для студентів спеціальності
G 11.05 «Транспортні засоби»,
усіх форм навчання

2025

Методичні вказівки до виконання комплексного науково-дослідного курсового проекту для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби», усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 36 с.

Укладач: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Рецензент: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук

Відповідальний за випуск: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі,
теплові двигуни та гібридні
енергетичні установки»
Протокол № 1
від « 29 » серпня 2025.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету

Протокол № 1
від « 11 » вересня 2025.

ЗМІСТ

С.

Вступ	4
1 Загальні відомості.....	6
2 Вибір теми та об'єкта дослідження.....	9
3 Підбір та опрацювання літератури.....	13
4 Складання плану та структури комплексного науково-дослідного курсового проекту	17
4.1 Обов'язкові елементи структури	18
4.2 Деталізація структури КНКП.....	20
4.3 Висновки, список використаної літератури та додатки.....	24
5 Оформлення та захист комплексного науково-дослідного курсового проекту.....	27
5.1 Оформлення курсового проекту.....	27
5.2 Перевірка та допуск до захисту.....	29
5.3 Захист курсового проекту.....	29
5.4 Оцінювання.....	30
6 Рекомендована література	30
Базова	30
Допоміжна	31
7 Інформаційні ресурси	35

ВСТУП

Комплексний науково-дослідний курсовий проєкт є не просто завершальним етапом магістерської підготовки за освітньою програмою «Колісні та гусеничні транспортні засоби» спеціальності G11.05 «Транспортні засоби», а справжнім інструментом формування висококваліфікованих інженерів-інноваторів, здатних не лише освоювати теоретичні знання, а й генерувати практичні рішення для сучасного автомобілебудування.

У Національному університеті «Запорізька політехніка», на кафедрі «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», цей проєкт інтегрує компетентності з дисциплін магістратури – від автоматизованого проєктування в SolidWorks, Siemens NX чи CATIA до мехатронних систем ADAS та комп'ютерної діагностики OBD-II, – дозволяючи магістрантам самостійно розв'язувати складні завдання проєктування, моделювання та оптимізації транспортних засобів.

У час, коли галузь переживає цифрову революцію, такий підхід стає ключем до конкурентоспроможності, адже серійне виробництво вже не уявляється без віртуальних тестів, штучного інтелекту та інтеграції електричних систем.

Сучасне автомобілебудування стрімко еволюціонує від традиційних механічних конструкцій до інтелектуальних платформ на колесах, де ключовими напрямками є електрифікація, автономність та екологічність. За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства, у 2025 році світові продажі електромобілів перевищать 20 мільйонів одиниць, що складе чверть усього ринку нових авто, з домінуванням Китаю та Європи. В Україні цей тренд також набирає обертів: за 9 місяців 2025-го вже зареєстровано понад 16 тисяч електрокарів, з рекордними серпнем (7,9 тисячі) та вереснем (12,1 тисячі) 2025 р., де попит зріс на 30% порівняно з минулим роком.

Водночас трагічна статистика ДТП – за 8 місяців 1968 загиблих та понад 20 тисяч травмованих – підкреслює нагальність інновацій у безпеці: перевищення швидкості та дефекти керованості спричиняють 40% аварій на дорогах з ямами глибиною до 30 см та низьким коефіцієнтом зчеплення. Саме тут розкривається потенціал комплексного проєкту: він готує майбутніх фахівців до створення гібридних та автономних систем, адаптованих до реалій сьогодення, а не просто по-

вторює технічні рішення 70-х років XX століття.

У серійному виробництві сьогодні домінують технології, що поєднують механіку з цифровізацією: системи автоматизованого проєктування CAD/CAE/CAM дозволяють створювати цифрові двійники шасі та кузовів, де SolidWorks Simulation прогнозує міцність з похибкою менше 5%, а Siemens NX генерує оптимальні форми для адитивного друку. Мехатроніка пронизує все – від ABS та ESP у 98% нових авто до адаптивних підвісок Audi з радарми та лідарми, що реагують за 80 мілісекунд.

Діагностика перейшла на OBD-II з UDS-протоколами та Ethernet-мережами (1 Гбіт/с), де штучний інтелект (AI) аналізує Big Data для предиктивного обслуговування, як у Tesla з OTA-оновленнями. Автономність за SAE J3016 (Level 3–4) стає стандартом: Volkswagen впроваджує AI-ADAS у Китаї, обробляючи 2 ТБ даних щодня, а Bosch інтегрує V2X для уникнення зіткнень. В Україні ці технології вже адаптують на ЗАЗ для розроблених електробусів, фокусуючись на витривалості до -30°C та рекуперації енергії.

Методологія виконання проєкту в сучасних умовах передбачає творчий, самостійний підхід: починаючи з патентного пошуку в USPTO та Espacenet, магістрант аналізує 50+ джерел (Gillespie про динаміку, Расејка про шини тощо), формує гіпотезу та моделює в MATLAB/Simulink. Ключ – креативність: не копіювати аналоги Bosch, а адаптувати до українських доріг, де нерівності вимагають прогресивних пружин ($k=20\text{--}30$ кН/м) та Kalman-фільтрів для стабілізації.

Структура проєкту – від теоретичного огляду до CAE-тестів та економіки ROI 15–20% (від англ. Return on Investment – це коефіцієнт окупності інвестицій, фінансовий показник, який характеризує ефективність вкладень у проєкт, обладнання, технологію чи будь-яку інновацію.) – забезпечує повний цикл: 3D-модель у CAD, віртуальний краш-тест, специфікації BOM. В Україні, де локалізація сягає 40% на ЗАЗ, проєкт акцентує практичність: пропозиції для серійного випуску, зниження аварійності на 20% та CO₂ на 18%. Консультації з керівником (викладачем-консультантом кафедри), перевірка на плагіат (<15%) та захист з демо-моделей роблять процес ефективним.

Таким чином, комплексний науково-дослідний курсовий проєкт не лише поглиблює знання, а й готує до реальних викликів для майбутньої української інфраструктури, що сприятимуть безпеці та розвитку галузі.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

З метою більш ефективного засвоєння магістрантами програмного матеріалу освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» спеціалізації G11.05 «Транспортні засоби» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» передбачено виконання комплексного науково-дослідного курсового проєкту (далі – КНКП), який дозволяє розширити і поглибити теоретичні знання, інтегрувати компетентності, набуті під час опанування дисциплін ОК 1–ОК 6, та забезпечити формування навичок самостійного розв’язання складних завдань професійної та наукової діяльності у сфері проєктування, конструювання, моделювання, дослідження та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів, включаючи електричні, гібридні та автономні системи.

Комплексний науково-дослідний курсовий проєкт є обов’язковим компонентом освітньо-професійної програми та самостійною роботою магістранта, на основі якої визначається рівень якості опанування теоретичних знань, набуття навичок виконання самостійних завдань, а також вміння практичного вирішення наукових і інженерних проблем у галузі транспортного машинобудування. КНКП відповідає Стандарту вищої освіти за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» для магістерського рівня (наказ МОН України від 17.11.2020 р. № 1422) та вимогам нормативних актів МОН України (постанова КМУ від 30.08.2024 р. № 1021, накази від 19.11.2024 р. № 1625 та 18.02.2025 р. № 296).

Загальний обсяг освітнього компонента ОК 7 «Комплексний науково-дослідний курсовий проєкт» становить 3 кредити ЄКТС (90 годин), тривалість – 1 семестр.

Головна мета КНКП – поглиблення теоретичних знань, вироблення навичок самостійного, творчого вивчення проблем теорії та практики транспортних засобів, оволодіння методами наукового дослідження, набуття практичних навичок самостійного прийняття рішень, опрацювання інформаційних джерел, аналізу статистичних і практичних матеріалів, розробки інноваційних рішень у галузі проєктування, конструювання, моделювання та дослідження колісних та гусеничних транспортних засобів.

Під час виконання КНКП набуваються загальні (ЗК) та фахові (СК) компетентності, які забезпечують можливість виконання виробничо-технологічної, проектно-конструкторської та дослідницької діяльності:

- **Загальні компетентності:**
 - ЗК3: Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (включно з іноземномовними);
 - ЗК6: Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
 - ЗК7: Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
 - ЗК8: Здатність приймати обґрунтовані рішення;
 - ЗК10: Здатність до ефективної комунікації та співпраці з професійними спільнотами, стейкхолдерами та міжнародними партнерами для реалізації інноваційних проектів у галузевому машинобудуванні, в тому числі іноземною мовою.
- **Фахові компетентності:**
 - СК1: Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних задач;
 - СК3: Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії;
 - СК4: Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, тенденцій інноваційного розвитку;
 - СК5: Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування;
 - СК6: Здатність виконувати науково-практичні та прикладні дослідження, включаючи розробку, моделювання та впровадження інноваційних технологій стосовно колісних і гусеничних транспортних засобів.

Результати навчання (РН) після виконання КНКП: РН4–РН9, що включають інженерні розрахунки, аналіз об'єктів, пошук інформації, планування досліджень, розробку технологій для підвищення ефективності, безпеки та екологічності транспортних засобів.

КНКП базується на знаннях та навичках з дисциплін магістратури: Іноземна мова професійного спрямування, Товарна інноваційна політика в машинобудуванні, Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування (SolidWorks, Siemens NX, CATIA), Методологія наукових досліджень,

Мехатронні системи автомобільних транспортних засобів, Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля.

Для досягнення мети необхідно реалізувати такі завдання:

- навчити ґрунтовно опрацьовувати теоретичні та наукові джерела, включно з патентними базами та іноземною літературою;
- обґрунтовувати неоднозначні питання у спеціальній літературі з урахуванням сучасних тенденцій (електрифікація, автономність);
- навчити творчо мислити, відстоювати свою думку через інноваційні пропозиції;
- допомогти набути навичок науково-дослідної роботи, включаючи моделювання та експерименти;
- розвинути самостійність аналітичної обробки інформації та складання висновків;
- навчити аналізувати та оцінювати передовий зарубіжний досвід (наприклад, Tesla, Waymo) і адаптувати його до умов України.

Виконання КНКП складається з етапів:

- вибір теми та об'єкта дослідження (з тематики кафедри, узгодженої з керівником);
- підбір і опрацювання літератури (патентне дослідження, фахові видання);
- складання плану і формування структури (звіт за ДСТУ 3008:2015);
- оформлення і захист (пояснювальна записка, САД-моделі, презентація).

Тематика КНКП охоплює теплові, газодинамічні процеси, динаміку, мехатроніку, діагностику, екологізацію, автономні системи колісних та гусеничних ТЗ. Робота сприяє підготовці до кваліфікаційної магістерської роботи, формуванню інженера-інноватора, готового до майбутніх викликів автомобільної індустрії.

2 ВИБІР ТЕМИ ТА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Організація виконання комплексного науково-дослідного курсового проєкту (КНКП) починається з вибору об'єкта дослідження та теми. Це критичний етап, оскільки від правильного вибору залежить актуальність, наукова новизна, практична цінність та успішний захист роботи.

Тема КНКП повинна охоплювати основні питання теорії та практики проєктування, конструювання, моделювання, дослідження та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів, вносити елементи новизни, ставити наукові або інженерні проблеми (наприклад, оптимізацію параметрів для підвищення безпеки чи ефективності) та висвітлювати їх розв'язання через інноваційні підходи, математичне моделювання, комп'ютерний аналіз чи пропозиції щодо впровадження.

Тематику КНКП розробляє кафедра «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки» на основі Стандарту вищої освіти за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» для магістерського рівня (наказ МОН України від 17.11.2020 р. № 1422), освітньо-професійної програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» другого рівня вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» спеціалізації G11.05 «Транспортні засоби» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво», з урахуванням вимог постанови КМУ від 30.08.2024 р. № 1021 та наказів МОН від 19.11.2024 р. № 1625 і 18.02.2025 р. № 296. Тематика інтегрує компетентності з дисциплін ОК 1–ОК 6, таких як:

- Іноземна мова професійного спрямування (читання наукової літератури, презентація результатів англійською);
- Товарна інноваційна політика в машинобудуванні (аналіз ринкових потреб, патентування інновацій для ТЗ);
- Автоматизоване проєктування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування (3D-моделі в SolidWorks, Siemens NX, CATIA; кінематичні/силові розрахунки; креслення);
- Методологія наукових досліджень (етапи досліджень, статистична обробка, оформлення публікацій);

- Мехатронні системи автомобільних транспортних засобів (проектування ABS, ESP, адаптивної підвіски; програмування мікроконтролерів);
- Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля (OBD-II, осцилографи, програмування ECU).

Кожен магістрант, керуючись мотивами (актуальність проблеми, попередні дослідження, рівень підготовки, кар'єрні плани), самостійно обирає тему з переліку запропонованої тематики, погоджуючи її з науковим керівником. Кількість студентів на одну тему регламентується кафедрою (не більше 2–3 для уникнення плагіату). Якщо жодна тема не задовольняє, за допомогою керівника формулюється нова, але вона мусить відповідати фаховим компетентностям СК1–СК6 та загальним ЗК3, ЗК6–ЗК8, ЗК10, а також результатам навчання РН4–РН9 (інженерні розрахунки, аналіз, дослідження, інноваційні технології для ТЗ).

Вибір теми – важливий етап, бо проблематика КНКП бажано пов'язана з подальшими дослідженнями (кваліфікаційна магістерська робота, наукові публікації, участь у конкурсах). КНКП може стати базою (або складовою) дипломного проєкту, де магістрант розвиває ідею до повноцінної інновації, наприклад, від моделі підвіски до повного проєкту автономного ТЗ.

Рекомендується орієнтуватися на глобальні тренди 2020-х років: електрифікація (EV/HEV), автономність (ADAS Level 3–4), цифрові двійники, сучасні матеріали (легкі матеріали, пластики, рекуперація), кібербезпека мереж CAN/LIN/Ethernet.

Аналізуйте потреби стейкхолдерів (ЗАЗ, Черкаський автобус, Техноцентр «Навігатор» та ін.): локалізація імпорту, адаптація до українських доріг, інтеграція з V2X.

Тематика КНКП групується за напрямками (приклади для орієнтації; повний перелік постійно оновлюється викладачами кафедри):

1. Динаміка та керуваність транспортних засобів:
 - моделювання поведінки колісних ТЗ на нерівностях (Simulink/CarSim);
 - оптимізація параметрів підвіски для гусеничних машин;
 - аналіз стабільності автономних ТЗ при високих швидкостях;
2. Аеродинаміка та опір руху:

- CFD-моделювання кузовів EV для зменшення C_x ;
 - аеродинамічні елементи для гібридних автобусів;
3. Мехатронні та системи безпеки:
 - проектування адаптивної підвіски з ESP у Siemens NX;
 - інтеграція радарів/лідарів в ADAS для уникнення зіткнень;
 - діагностика ABS/ESP за допомогою осцилографів та OBD-II;
 4. Автоматизоване проектування та CAE-аналіз:
 - 3D-моделі шасі колісних ТЗ з аналізом міцності (SolidWorks Simulation);
 - генеративний дизайн гальмівних дисків для адитивного виробництва;
 - віртуальні краш-тести кузовів у CATIA;
 5. Діагностика та експлуатація:
 - алгоритми пошуку несправностей у мережах FlexRay/Ethernet;
 - прогнозування ресурсу батарей HEV за Big Data;
 - калібрування ECU для автономних систем;
 6. Інноваційні технології:
 - IoT-інтеграція для телематики гусеничних ТЗ;
 - кібербезпека ECU проти хакерських атак;
 - ергономіка кабін для Level 4 автономності.

Для кожної теми обов'язкове патентне дослідження (Україна: Патентне відомство України; США: USPTO (англ. United States Patent and Trademark Office – Управління з патентів та торговельних марок США. Це федеральне агентство, що є частиною Міністерства торгівлі США. Доступ до публічної інформації USPTO, зокрема до баз даних патентів і торговельних марок, є безкоштовним. Плата стягується лише за подання заявок, а також за інші послуги, пов'язані з процесом реєстрації та підтримки інтелектуальної власності.); Espacenet <https://worldwide.espacenet.com> – це безкоштовна онлайн-база даних патентів, яку підтримує Європейське патентне відомство (EPO). Вона містить понад 150 мільйонів патентних документів з усього світу (понад 100 країн), включаючи Україну, США, ЄС, Японію, Китай тощо.).

Самостійний аналіз 20+ сучасних англомовних джерел (книги: Gillespie «Fundamentals of Vehicle Dynamics», Pacejka «Tire and Vehicle Dynamics»; журнали: SAE International), CAD-модель, розрахунки

(MATLAB), інноваційна пропозиція з економічним обґрунтуванням.

Загальний алгоритм вибору теми проєкту (напрямку досліджень):

1. ознайомтеся з переліком на Moodle (оновлюється викладачами кафедри щосеместру);
2. оберіть 2–3 теми, проаналізуйте літературу (Google Scholar, Scopus);
3. обговоріть з керівником (зустріч/Zoom протягом 1 тижня);
4. подайте заявку (форма: тема, об'єкт, мета, план – до кінця другого тижня занять після початку семестру);
5. отримайте затвердження теми (наказом кафедри).

Правильний вибір забезпечує: 90+ балів за КНКП, публікацію, рекомендацію на роботу. Помилки (неактуальна тема, відсутність новизни) ведуть до доопрацювання. Керівник – ключовий партнер: консультує, але робота студента – самостійна (академічна доброчесність за Кодексом НУ «Запорізька політехніка»).

Обсяг КНКП: 60–70 стор. (пояснювальна записка), терміни: план – 2 тж., література – 4 тж., основна частина – 8 тж., захист – кінець семестру.

Цей підхід формує інженера-інноватора, готового до цифрової трансформації автомобілебудування.

3 ПІДБІР ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЛІТЕРАТУРИ

Підбір та опрацювання літератури є одним з найвідповідальніших етапів виконання комплексного науково-дослідного курсового проєкту, оскільки саме на основі ретельного аналізу наукових джерел формується теоретична база роботи, обґрунтовуються інноваційні рішення та забезпечується наукова новизна проєкту в контексті проєктування, конструювання, моделювання, дослідження та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів.

Цей процес не просто передбачає збирання інформації, а **вимагає критичного осмислення, поєднання знань з різних дисциплін** магістратури, таких як автоматизоване проєктування в SolidWorks чи Siemens NX, мехатронні системи з акцентом на ADAS та діагностика за OBD-II, з урахуванням сучасних тенденцій на кшталт електрифікації, автономності та цифрових двійників.

Магістрант повинен самостійно проводити пошук, відбрати релевантні матеріали та систематизувати їх так, щоб літературний огляд не лише відображав стан проблеми, а й слугував основою для власних висновків та пропозицій щодо вдосконалення транспортних засобів.

Першим і обов'язковим кроком у підборі літератури має стати патентне дослідження, яке дозволяє виявити передові інновації, уникнути дублювання ідей та обґрунтувати новизну власних розробок. Для цього використовуйте спеціалізовані бази даних, такі як українська база Укрпатенту, американська USPTO та європейська Espacenet.

Шукайте патенти за ключовими словами на кшталт «adaptive suspension for wheeled vehicles», «ADAS integration in tracked machinery» чи «EV chassis optimization», фокусуючись на заявках 2020–2025 років. Аналіз патентів допоможе зрозуміти еволюцію технологій, наприклад, як компанії на зразок Bosch чи Continental впроваджують FlexRay для систем безпеки, і адаптувати ці рішення до українських реалій, таких як експлуатація на дорогах з низькою якістю покриття.

Джерелами інформації слугують каталоги бібліотеки та читальні зали Національного університету «Запорізька політехніка», електронні ресурси Scopus, Web of Science, Google Scholar, а також внутрішні ре-

позитарії Moodle та eir.zp.edu.ua. Почніть з електронних каталогів, де за запитом «vehicle dynamics» чи «mechatronic systems automotive» знайдете монографії та дисертації. Далі звертайтеся до реферативних журналів та баз, таких як SAE Digital Library чи Elsevier, для оглядів статей з динаміки ТЗ.

Особливо цінними є списки літератури з дисертацій та звітів НДР, доступних у репозитарії університету, – вони ведуть до «золотої жили» релевантних джерел, дозволяючи розширити пошук ланцюжково.

Підбір літератури магістрант здійснює самостійно, керуючись принципами академічної доброчесності: кожне джерело фіксуйте з URL, DOI чи ISBN для подальшого цитування. Використовуйте бібліографічні довідники, спеціальні каталоги рефератів (ResearchGate) та періодичні видання.

Для тем з автоматизованого проектування шукайте посібники з SolidWorks Simulation чи CATIA V6, а для мехатроніки – праці з MATLAB/Simulink для моделювання ESP. Доцільно починати з оглядів у журналах SAE International, Automotive Engineering чи Journal of Terramechanics, де автори систематизують тенденції. Наприклад, аналізуйте статті 2023–2025 рр. про інтеграцію AI в ADAS, щоб обґрунтувати власні моделі керованості автономних колісних ТЗ.

Вивчаючи джерела, робіть систематичний відбір і групування відомостей: виписуйте ключові тези, формули (наприклад, рівняння Пейчака для шинної динаміки), графіки залежностей (коефіцієнт опору від форми кузова) та емпіричні дані з випробувань.

Формуйте робочий зошит чи електронну таблицю з колонками: «Джерело – Сторінка – Ключова ідея – Критика/Порівняння». Це дозволить не лише уникнути плагіату, а й провести порівняльний аналіз, наприклад, методів CFD в Ansys для аеродинаміки гусеничних машин проти традиційних вітрових тунелів. На цьому етапі обдумуйте основні питання проекту: наприклад як оптимізувати підвіску для EV, чи інтегрувати Ethernet в діагностику HEV, – і складайте перші варіанти плану КНКП, де література логічно структурується від теорії до практики.

Фіксація джерел є критичною: за текстом вказуйте [номер джерела, с. сторінки], наприклад, [15, с. 245–250] для цитати з Gillespie про fundamentals of vehicle dynamics. У списку літератури дотримуйтесь ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне

посилання», де для книг: Автор. Назва. Місто: Видавництво, рік. Кількість с.; для статей: Автор. Назва статті // Назва журналу. – Рік. – №. – С. поч.–кін. DOI. Електронні ресурси оформлюйте з URL та датою доступу (станом на 29.10.2025). Список має бути алфавітним або за порядком згадок, не менше 40–50 позицій, з 70% англомовних джерел для ЗК10.

Пріоритет – найсвіжіша література (2020–2025 pp.), що відображає трансформацію галузі: від гібридів до Level 4 автономності. Рекомендуємо базові монографії: Thomas D. Gillespie «Fundamentals of Vehicle Dynamics» (2022 p., SAE, 500 с.) для основ керуваності; Hans В. Pacejka «Tire and Vehicle Dynamics» (2024, Butterworth-Heinemann, 700 с.) з моделями шин; Joseph Katz «Automotive Aerodynamics» (2023, Wiley, 650 с.) для CFD-оптимізації; Rajesh Rajamani «Vehicle Dynamics and Control» (2025, Springer, 550 с.) з алгоритмами ADAS тощо.

Для проектування: Robert L. Norton «Design of Machinery» (2024, McGraw-Hill) та Massimo Guiggiani «The Science of Vehicle Dynamics» (2023, Springer). Сучасні тенденції – у Victoria A. Banks «Automobile Automation» (2024, CRC Press) про distributed cognition та Moustapha Doumiati «Vehicle Dynamics Estimation» (2025, Wiley) з Kalman-фільтрами.

Фахові журнали: Automotive Innovation (Springer), Vehicle System Dynamics (Taylor & Francis), Journal of Automobile Engineering (SAGE) – шукайте статті з ключовими словами «tracked vehicle mechatronics» чи «wheeled EV diagnostics».

Опрацювання літератури тісно пов'язане з методологією наукових досліджень: групуйте матеріали за блоками – теоретичні основи (динаміка, мехатроніка), аналітика (порівняння ТЗ), проєктні рішення (CAD-моделі), експерименти (OBD-логі).

Критичний аналіз обов'язковий: порівнюйте підходи (наприклад, Simulink vs. CarSim для віртуальних тестів), виявляйте прогалини (брак даних по гусеничних автономних ТЗ) та формулюйте гіпотези для власних розрахунків. Це забезпечить РН6 (пошук інформації іноземною) та РН8 (планування досліджень).

Обсяг літературного огляду – 15–20 стор., з графіками, таблицями порівнянь (наприклад, еволюція протоколів CAN→Ethernet). Уникайте переписування: перефразуйте, додавайте коментарі. Кожне запозичення – з посиланням, інакше – плагіат за Кодексом доброчесності НУ «Запорізька політехніка» (наказ №253). Після опрацювання

складіть анотований список (5–10 ключових джерел з рефератом 100 сл.) для керівника.

Цей етап займає 4–6 тижнів, завершується розділом 1 пояснювальної записки та попереднім планом. Ретельне опрацювання літератури перетворює КНКП на «візитівку» магістранта – основу для публікацій, патентів та кар'єри в автомобілебудуванні.

4 СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ТА СТРУКТУРИ КОМПЛЕКСНОГО НАУКОВО- ДОСЛІДНОГО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Складання плану та структури комплексного науково-дослідного курсового проєкту є одним з найважливіших етапів його виконання, оскільки саме від якості цього документа залежить логічна послідовність викладу матеріалу, повнота охоплення теми, глибина аналізу проблем, наукова обґрунтованість висновків та практична цінність запропонованих інноваційних рішень у сфері проєктування, конструювання, моделювання, дослідження та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів.

План не є статичним документом – він еволюціонує на основі опрацьованої літератури, уточнюється під час консультацій з науковим керівником і слугує «дорожньою картою» для магістранта, забезпечуючи відповідність роботи вимогам ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання», а також фаховим компетентностям СК1–СК6 та результатам навчання РН4–РН9 освітньої програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби».

Правильно складений план гарантує, що пояснювальна записка обсягом 50–70 сторінок стане не просто компіляцією даних, а оригінальним науково-технічним документом з елементами новизни, такими як CAD-моделі в SolidWorks чи Siemens NX, результати симуляцій у MATLAB/Simulink для оптимізації мехатронних систем ADAS або алгоритми діагностики OBD-II для автономних ТЗ.

Процес складання плану розпочинається одразу після затвердження теми та завершення підбору літератури, коли магістрант уже має чітке уявлення про об'єкт дослідження – наприклад, адаптивну підвіску колісного електромобіля чи систему кібербезпеки гусеничного транспортера.

Спочатку формуйте **робочий план** у формі таблиці або mind-map у програмах на кшталт MindMeister чи XMind: вертикальні стовпці для основних розділів, горизонтальні – для підрозділів з орієнтовним обсягом (сторінки), ключовими формулами, графіками та термінами виконання. Назви розділів і підрозділів мусять бути **корот-**

кими, але інформативними, відображаючи суть: замість «Розділ про підвіску» пишуть «1.2. Математичне моделювання параметрів адаптивної підвіски колісних ТЗ з урахуванням нерівностей українського дорожнього полотна».

План повинен бути **логічно послідовним**: від загального (актуальність проблеми) до конкретного (власні розрахунки та рекомендації), з чітким переходом між блоками – теоретичним, аналітичним, проєктно-конструкторським та дослідницьким.

Кожен розділ завершуйте **підсумковими висновками** (0,5–1 стор.), де формулюйте перехід до наступного: «На основі аналізу літератури виявлено прогалини в моделях керованості, що обґрунтовує необхідність проєктування нової схеми в Siemens NX».

Затверджений план подається керівнику протягом 2 тижнів після вибору теми у формі окремого документа (3–5 стор.), де вказані мета, завдання, структура з обсягами та календарний графік (Excel). Після правок план стає **незмінним**, окрім дрібних уточнень, і слугує основою для **попереднього захисту** (10-хвилинна презентація в PowerPoint з 15–20 слайдами). Структура КНКП строго регламентована ДСТУ 3008:2015 та вимогами кафедри, з акцентом на інтеграцію знань з дисциплін магістратури: автоматизоване проєктування (3D-моделі, кінематика), мехатроніка (датчики, виконавчі механізми), діагностика (лог-файли, осцилографи).

4.1 Обов'язкові елементи структури

Титульний аркуш оформлюється за зразком (Додаток А): назва університету, факультет, кафедра, повна назва проєкту («Комплексний науково-дослідний курсовий проєкт на тему, наприклад: «Оптимізація мехатронної системи ADAS для підвищення безпеки колісних автономних ТЗ»), ПІБ магістранта, група, науковий керівник, рік (2025), поле для оцінки (національна шкала, ECTS, бали).

Зміст – автоматично генерується в Word з нумерацією сторінок, включає вступ, 3–4 основні розділи, висновки, список літератури (не менше 50 джерел), додатки (10–20 арк.).

Вступ (2–3 стор.) – серце плану: обґрунтуйте **актуальність** (статистика аварійності в Україні 2025 р. – 15 тис. ДТП через дефекти підвіски; глобальні тренди EV/ADAS за SAE J3016), **мету** (розробити модель для підвищення стабільності ТЗ на 20%), **завдання** (аналіз

літератури, моделювання, CAD-проект, економіка), **об'єкт** (колісні ТЗ), **предмет** (алгоритми ESP), методи (FEM-аналіз, Simulink), новизну (наприклад інтеграція Kalman-фільтрів з українськими дорогами). Тут формулюйте **гіпотезу**: «Запропонована схема зменшить бічний люфт на 15%».

Основна частина – 40–55 стор., поділена на **3–4 логічні блоки**:

Перший блок (**теоретичні основи**, 12–15 стор.) – огляд та аналіз літератури: еволюція технологій (від механічних підвісок до мехатронних), рівняння динаміки (7 ступенів свободи за Gillespie), моделі шин (Pacejka Magic Formula), протоколи мереж (CAN-FD, Ethernet для ADAS). Вставляйте таблиці порівнянь (наприклад, LIN vs. FlexRay) та графіки (залежність коеф. зчеплення від кута нахилу).

Другий блок (**аналітичний**, 10–12 стор.) – критика поточного стану: розбір реальних ТЗ (ЗА3, КрАЗ), SWOT-аналіз, статистика експлуатації (з МВС України 2025), виявлення проблем (плаваючі DTC в ECU гібридів). Обчислюйте базові параметри: центр мас, радіус повороту.

Третій блок (**проектно-конструкторський**, 15–20 стор.) – креатив: 3D-модель у CATIA (скріншоти, специфікації), кінематичні розрахунки (графіки траєкторій), силовий аналіз (SimulationX), креслення за ЕСКД. Для мехатроніки – схеми датчиків (IMU, радар), алгоритми в Arduino IDE.

Четвертий блок (**дослідницький**, 10–12 стор., опціонально) – віртуальні експерименти: симуляція в CarSim (відео ролики як додаток), статистика (t-критерій Ст'юдента для валідації), чуттєвий аналіз (Monte-Carlo).

Висновки (2–3 стор.) – тезисно (8–12 пунктів): узагальнення, відповідність завданням, кількісні ефекти («зниження витрат на 12%»), рекомендації впровадження (пілот на ЗА3).

Список літератури – 50+ джерел за ДСТУ 8302:2015, з DOI/URL (дата доступу: 29.10.2025).

Додатки – аркуші формату А1/А3: CAD-моделі (STEP-файли), протоколи OBD, коди Simulink, акти випробувань. Кожен нумерований (Д1–Д15), з посиланнями в тексті [Див. Додаток 3].

Оформлення: А4, Times New Roman 14, інтервал 1,5, поля 2–2,5 см, нумерація арабськими цифрами з 3-ї стор. Графіки – векторні (Visio), таблиці – з підписами. **Творчий підхід**: уникайте копіювання підручників – аналізуйте, пропонуйте альтернативи (наприклад,

гібридну підвіску для гусениць). **Контроль якості:** перевірте на плагіат (менше 20% за Unicheck), логіку (стрілки переходів у плані).

Планування завершується **самоконтролем:** чи охоплює він ЗК7 (вирішення проблем), СК6 (дослідження ТЗ)? Ця структура перетворює КНКП на прототип магістерської роботи, готову до публікації в SAE чи «Автомобільний транспорт».

4.2 Деталізація структури КНКП

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Реферат

Зміст

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень

Вступ

1. Загальна теоретична частина

1.1. _____ .

1.2. _____ .

1.3. _____ .

2. Аналітична частина

2.1. _____ .

2.2. _____ .

2.3. _____ .

3. Шляхи вирішення існуючих проблем предмета досліджен-

ня

3.1. _____ .

3.2. _____ .

3.3. _____ .

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

Розробка кожної складової частини комплексного науково-дослідного курсового проєкту (КНКП) має свої особливості, які забезпечують відповідність роботі вимогам ДСТУ 3008:2015, фаховим компетентностям СК1–СК6 та результатам навчання РН4–РН9 освітньої програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби».

Ця структура логічно інтегрує теоретичні знання з дисциплін магістратури – автоматизоване проєктування в SolidWorks, Siemens NX чи CATIA, мехатронні системи ADAS та ESP, комп'ютерні технології діагностики OBD-II – для створення оригінального науково-технічного документа обсягом 50–70 сторінок, з акцентом на інноваційні рішення для проєктування, моделювання та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів.

У вступі (2–3 сторінки) магістрант обґрунтовує **актуальність теми**, формулює **мету і завдання**, визначає **об'єкт і предмет дослідження**, **зміст теми**, **методи та інформаційну базу**. **Актуальність** ґрунтується на критичних потребах галузі: за даними Патрульної поліції України, за січень–липень 2025 р. зареєстровано понад 13 тис. ДТП з 1663 загиблими, значна частина з яких пов'язана з дефектами керованості та систем безпеки на дорогах з низькою якістю покриття.

Глобальні тренди посилюють проблему: продажі електромобілів (EV) перевищили 17 млн у 2024 р. (+25%), з прогнозом 25% частки ринку у 2025 р., а adoption Level 2 ADAS сягає 40%. Коротко розкрийте основні наукові підходи (моделі динаміки Gillespie, шинні моделі Pacejka), ступінь розробленості (прогалини в адаптації ADAS до українських умов) та висновок про необхідність дослідження для інновацій у ТЗ.

Завдання дослідження розвивають і конкретизують **мету дослідження** та **повинні відповідати об'єкту і предмету дослідження**. Зазвичай перераховується **не більше 3-4 завдань**, які логічно випливають з актуальності та формують дорожню карту роботи. Наприклад:

1. **Проаналізувати сучасний стан теоретичних і практичних розробок** у сфері мехатронних систем адаптивної підвіски колісних транспортних засобів на основі вивчення 40+ наукових джерел (монографії SAE International, статті з Vehicle System Dynamics, патентні бази USPTO та Espacenet).
2. **Розробити та обґрунтувати математичну модель** взаємодії підвіски з дорожнім покриттям, враховуючи параметри українських доріг (нерівності, коефіцієнт зчеплення 0,4–0,7), з використанням диференціальних рівнянь 7-ступеневої моделі динаміки за Gillespie та шинної моделі Pacejka Magic Formula.
3. **Створити 3D-модель адаптивної підвіски** в системі Siemens NX з подальшим CAE-аналізом міцності в SolidWorks Simulation та кінематичним моделюванням у

MATLAB/Simulink для оцінки стабільності на швидкостях 60–120 км/год.

4. **Провести економічне обґрунтування** впровадження запропонованої конструкції на підприємствах автомобілебудування України (ЗАЗ, КраЗ) з розрахунком ROI, зниження аварійності на 15–20% та локалізації імпорتنних компонентів.

Об'єкт дослідження – це та частина реального світу, яка підлягає дослідженню магістрантом. Як об'єкт дослідження може виступати **якесь сукупність зв'язків і відносин, властивостей, що існує об'єктивно в теорії та практиці**. У контексті КНКП об'єктом дослідження є **колісні та гусеничні транспортні засоби загалом** як складна динамічна система, що включає взаємодію механічних, мехатронних та електронних підсистем (шасі, підвіска, системи керування, датчики, виконавчі механізми), які функціонують у реальних умовах експлуатації на автомобільних дорогах України з урахуванням кліматичних факторів (температурний діапазон $-30^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$, опади, пил) та стандартів безпеки (Євро-6, SAE J3016 для ADAS).

Об'єкт охоплює як теоретичні аспекти (моделі динаміки, рівняння руху), так і практичні (реальні зразки ЗАЗ EV, КраЗ «Фенікс», гібридні автобуси «Електрон»), а також нормативну базу (ДСТУ, ISO 26262 для функціональної безпеки).

Предмет вивчення конкретніший, ніж об'єкт. Предмет дослідження – це **функціонування сфери діяльності об'єкта, його структурні елементи, особливості**. У даному випадку предметом дослідження є **механізм функціонування та взаємодія мехатронної системи адаптивної підвіски колісних транспортних засобів**, зокрема: алгоритми керування ESP та ABC (Active Body Control) на базі IMU-датчиків та радарів, кінематичні зв'язки важелів підвіски (подвійні поперечні важелі, багатоважільна схема), силові характеристики пружин та амортизаторів (прогресивна характеристика $k=15\text{--}25$ кН/м), особливості інтеграції з CAN/LIN/Ethernet-мережами для обміну даними з ECU (швидкість 500 кбіт/с–1 Гбіт/с), а також діагностичні протоколи OBD-II/UDS для виявлення DTC (P0500–P0510 для систем стабілізації). Предмет фокусується на конкретних аспектах: чутливість системи до нерівностей (amplitude 50–200 мм, частота 1–15 Гц), час реакції алгоритмів (<100 мс), енергоспоживання актуаторів (12–48 В, 5–20 А).

Від формулювання актуальності вибраної теми логічно перейти до постановки **мети дослідження**. **Мета** – це **коротке концептуальне формулювання суті наукового пошуку з даної проблеми, це кінцевий висновок роботи**. Наприклад: «Розробити та апробувати в комп'ютерному середовищі інноваційну мехатронну систему адаптивної підвіски для колісних електромобілів, яка забезпечить підвищення коефіцієнта стабільності на поворотах на 22% та зниження бічного прискорення до 0,7g при швидкості 100 км/год, з урахуванням специфіки українських доріг та стандартів безпеки SAE J3016».

У вступі також дається характеристика **основних джерел здобуття інформації** (офіційні – звіти МВС, ДСАП; наукові – монографії Gillespie, Pасеjка, Katz; літературні – 50+ джерел з Scopus/Web of Science; бібліографічні – патентні бази USPTO, Espacenet), а також вказуються **методологічні основи проведеного дослідження, використані наукові методи** (історичний підхід для еволюції підвісок, порівняння схем McPherson vs. багатоважільна, дедукція/індукція для узагальнення даних, методи логічного і системного аналізу для декомпозиції ADAS, синтезу для інтеграції компонентів, економіко-математичні методи для ROI-аналізу), **комп'ютерні програми** (Siemens NX 2306 для CAD, SolidWorks Simulation 2025 для CAE, MATLAB/Simulink R2025a для динаміки, CarSim 2025 для віртуальних тестів, Python 3.11 з бібліотеками NumPy/SciPy для статистики, Arduino IDE для мікроконтролерів).

Основна частина складається з трьох розділів, кожен з підрозділами (пунктами), що забезпечують послідовність від теорії до практики. **Загальна теоретична частина** (Розділ 1, ~35% обсягу, 15–20 стор.) аналізує стан питання: на основі 40+ джерел (вітчизняні – НУ «Запорізька політехніка», зарубіжні – SAE, Springer) розкрийте суть об'єкта (архітектура мехатронних систем ТЗ), рівень розробки (порівняння CAN vs. Ethernet), точки зору авторів (Katz про аеродинаміку, Rajamani про контроль). Аргументуйте власну позицію, залучаючи міжнародну практику (Waymo ADAS, Tesla OTA). Вставте таблиці (протоколи мереж), графіки (залежність стабільності від швидкості). Цей блок формує базу для PH5 (аналіз об'єктів) та ЗКЗ (обробка інформації).

Аналітична частина (Розділ 2, ~35%, 15–20 стор.) характеризує об'єкт: опишіть конструкції реальних ТЗ (ЗАЗ EV, КраЗ гусеничний), тенденції (електрифікація, автономність), чинники (нерівності доріг).

Систематизуйте дані таблицями/схемами, проведіть **розрахункове завдання**: моделювання в CarSim, FEM-аналіз міцності шасі в SolidWorks Simulation, графіки (коеф. зчеплення vs. навантаження). Виконайте чуттєвий аналіз (Monte-Carlo для DTC у ECU), валідацію (t-критерій). Це реалізує PH4 (інженерні розрахунки) та СК1 (комп'ютерні методи).

Шляхи вирішення (Розділ 3, ~30%, 12–15 стор.) – кульмінація: виявіть недоліки (плаваючі несправності ADAS), запропонуйте інновації (адаптивна підвіска з IMU-датчиками в NX, алгоритм Kalman для діагностики), CAD-моделі (скріншоти, STEP-файли), перспективи (інтеграція V2X, локалізація на ЗАЗ). Опишіть модернізацію (генеративний дизайн гальм), адаптацію зарубіжного досвіду (Bosch ESP для українських ТЗ), економіку (зниження аварійності на 15%, ROI). Кожен підрозділ завершуйте **висновками** для логічного переходу.

До викладу підходьте **творчо**: поєднуйте, уникайте переписування підручників, правильно робіть цитування наприклад [1, с.45]. **Кожен розділ** – з висновками (0,5 стор.). **Висновки** (2–3 стор.) узагальнюють: тезисно (10–12 пунктів) – результати, відповідність завданням, ефекти («стабільність +22%»), рекомендації (пілотне впровадження). Обґрунтуйте доведеність (графіки, статистика).

Список літератури (50+ джерел) – за ДСТУ 8302:2015, за порядком згадок, з DOI/URL (дата доступу: 29.10.2025). **Додатки** (після списку): CAD-моделі (A1), протоколи Simulink, OBD-логі, коди Python для аналізу, специфікації – нумеровані (Д1–Д20), з посиланнями [Див. Додаток А].

КНКП – **повне систематизоване висвітлення теми**, що свідчить про самостійність, практичну спрямованість, готовність до магістерської роботи. **Оформлення**: А4, TNR 14, 1,5 інтервал; графіки векторні. **Перевірка**: плагіат <20% (Unicheck). Ця структура забезпечує 90+ балів, публікації та кар'єру в автомобілебудуванні.

4.3 Висновки, список використаної літератури та додатки

Кожен розділ комплексного науково-дослідного курсового проєкту (КНКП) завершується висновками, які формуються безпосередньо з результатів проведеного дослідження в цьому розділі. Висновки – це **стилий (0,5–1 сторінка), логічно структурований під-**

сумок ключових знахідок, що обґрунтовують перехід до наступного етапу роботи.

Вони **не повторюють текст**, а **узагальнюють дані** з таблиць, графіків, розрахунків та CAD-моделей, підкреслюючи **наукову новизну та практичну значущість** для проектування, конструювання, моделювання та експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів. Наприклад, у **Розділі 1 (теоретична частина)** висновок може звучати так: «Аналіз літератури [15–25] показав, що сучасні моделі динаміки ТЗ (Gillespie 7-DOF, Расейка Magic Formula 6.2) недостатньо враховують нерівності українських доріг (амплітуда 150–250 мм, частота 5–12 Гц), що обґрунтовує необхідність адаптивної мехатронної підвіски з IMU-датчиками та алгоритмами Kalman для підвищення стабільності на 20–25%».

У **Розділі 2 (аналітична)**: «Розрахунки в MATLAB/Simulink підтвердили, що базова підвіска ЗАЗ EV має люфт 12–15% при 100 км/год, що перевищує норму SAE J670 на 8%; чуттєвий аналіз (Monte-Carlo, $n=1000$) дав $\sigma=0,045g$ для бічного прискорення».

У **Розділі 3 (шляхи вирішення)**: «Запропонована 3D-модель у Siemens NX з прогресивними пружинами ($k=22$ кН/м) та ESP-інтеграцією зменшує люфт до 3%, з ROI 18% за 2 роки впровадження на ЗАЗ». Формулювання висновків – тезисне (3–6 пунктів), з кількісними показниками, посиланнями на фігури/таблиці («див. Рис. 3.5, Табл. 3.2») та переходом («Це створює основу для рекомендацій»). Висновки робляться автором, забезпечуючи PH8 (планування досліджень) та СК6 (інноваційні технології ТЗ).

У **висновках КНКП загалом (2–3 сторінки)** узагальнюються **теоретичні та практичні результати**, викладені в основній частині. Це послідовний, логічно чіткий виклад отриманих узагальнень з співвідношенням до мети та завдань, поставлених у вступі.

Важливо, щоб висновки відображали вирішеність усіх завдань (3–4 пункти), обґрунтованість і доведеність (розрахунки, графіки, статистика t-критерію $p<0,05$) узагальнень та рекомендацій. Структура: **вступний абзац** (перелік досягнень), **тезисний блок (10–15 пунктів)**, **заключний абзац** (перспективи).

Тезисно за пунктами викладаються **висновки за результатами**:

1. **Теоретична база** підтверджена аналізом 50+ джерел: моделі

- Расејка оптимізують шинну динаміку з похибкою <5%.
2. **Аналіз об'єкта** виявив дефіцит стабільності колісних ТЗ на 15–20% через відсутність ADAS-адаптації.
 3. **CAD-модель** у CATIA зменшує масу шасі на 12% (матеріал – алюміній 6061-T6).
 4. **CAE-симуляція** (SolidWorks) показала міцність 250 МПа при навантаженні 2g.
 5. **Динамічні тести** у CarSim: час реакції ESP <80 мс, зниження аварійності на 22%.
 6. **Економіка**: витрати впровадження 1,2 млн грн, окупність 24 міс., ефект – 150 тис. грн/рік.
 7. **Інновація**: інтеграція Ethernet (1 Гбіт/с) для реального часу діагностики OBD-II. 8–15. **Специфічні** (екологічність – CO₂ - 18%, сервіс – SOH батарей +15% тощо).

Оцінка: «Запропоновані рішення перевершують аналоги Bosch на 10% за адаптивністю». Пропозиції: пілот на КрАЗ, патентування, публікація в SAE. Доведеність – таблиця/графік (Додаток В).

Список використаної літератури повинен включати всі джерела, вивчені при написанні (не лише згадані), незалежно від посилань у тексті. Систематизується за порядком посилань у основній частині (нумерація [1], [2]...), алфавітно в межах типів (книги, статті, патенти, сайти). **Мінімум 50–70 позицій, 70% англомовних** для ЗК10: **20 монографій** (Gillespie T.D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: SAE, 2022. 550 с.), **25 статей** (Rajamani R. Vehicle Dynamics and Control // Springer. 2025. Vol. 15. P. 120–145. DOI:10.1007/978-3-031-XXXX), **10 патентів** (US 11,234,567. Adaptive Suspension System. Bosch. 2024), **інші** (нормативи ДСТУ EN ISO 26262). **Оформлення – ДСТУ 8302:2015.**

Для скорочення основного тексту робіть додатки (після списку літератури, 20–50 арк. А4/А1): мета – уникнути перевантаження деталями. Вони включають:

- розрахункові методик (формули FEM, скрипти Python для статистики);
- протоколи (OBD-логі CSV, Simulink .slx з графіками);
- початкові програмні коди (Arduino для ESP, MATLAB m-файли);

- САD-елементи (STEP-файли, анімації MP4, BOM-таблиці);
- повні креслення (ЄСКД, PDF), акти (віртуальних тестів).

Нумерація: Додаток А (Див. Додаток А, с. 120). Оформлення: титульний для кожного («Додаток Г. 3D-модель шасі в NX»).

У результаті КНКП має бути повним систематизованим висвітленням теми, що свідчить про ґрунтовне розуміння (інтеграція ОК1–ОК6), самостійний виклад (плагіат <15%), практичну спрямованість (впровадження, патенти). Робота – база для магістерської, публікацій та кар'єри (ЗАЗ, Bosch та ін.). Контроль: самоперевірка, рецензія керівника.

5 ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАХИСТ КОМПЛЕКСНОГО НАУКОВО- ДОСЛІДНОГО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Оформлення та захист комплексного науково-дослідного курсового проєкту (КНКП) є фінальним етапом, що завершує творчий процес магістранта та дозволяє комісії оцінити рівень засвоєння компетентностей освітньої програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби». Цей етап не лише демонструє майстерність виконання роботи, а й формує навички професійної комунікації (ЗК10), аргументації рішень (ЗК8) та презентації інновацій у сфері проєктування, конструювання, моделювання та діагностики транспортних засобів.

Оформлення строго регламентовано національними стандартами, а захист – Положенням про організацію освітнього процесу НУ «Запорізька політехніка» (наказ №507 від 10.12.2021), з акцентом на академічну доброчесність (Кодекс, наказ №253 від 29.06.2021) та перевірку на плагіат (наказ №42 від 03.02.2022). КНКП подається у двох форматах: паперовому та електронному (PDF + архів САD-файлів на флешці), з обов'язковим завантаженням у Moodle для комісії.

5.1 Оформлення курсового проєкту

Комплексний науково-дослідний курсовий проєкт оформлюється відповідно до ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення» (чинний від 01.07.2017), з урахуванням специфіки транспортного машинобудування: обсяг основної частини – 50–70 сторінок, загальний – до

150 стор. з додатками.

Робота виконується на аркушах формату А4 (210×297 мм) з одного боку, зброшурована в швидкозшивач або в твердій палітурці (наприклад – синього кольору з позолотою «КОМПЛЕКСНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КУРСОВИЙ ПРОЄКТ»). Текстовий редактор – Microsoft Word 365 або аналогічний, шрифт Times New Roman Сур, розмір 14 pt, міжрядковий інтервал 1,5, абзацний відступ 1,25 см, поля: ліве – 30 мм (для палітурки), праве – 15 мм, верхнє/нижнє – 20 мм, кількість рядків на сторінці – не більше 40. Нумерація сторінок – арабськими цифрами (шрифт 14 pt), у нижній частині по центру, починаючи з 3-ї сторінки (після титульного листа та змісту).

Титульний лист оформлюється за Додатком А (зразок у методичці): повна назва НУ «Запорізька політехніка», Транспортний факультет, кафедра «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», спеціальність G11.05 «Транспортні засоби», ПІБ магістранта, група, науковий керівник (посада, звання, ПІБ), поле для оцінки (національна шкала, ECTS-бали).

Реферат – двомовний (українська/англійська), обсяг 0,5–1 стор., з 10–15 ключовими словами (наприклад: ADAS, мехатроніка, SolidWorks Simulation, динаміка ТЗ). Зміст – автоматичний, з номерами сторінок. Перелік умовних позначень – таблиця алфавітного порядку: символ, пояснення, одиниця (а – бічне прискорення, м/с²; Сх – коефіцієнт аеродинамічного опору тощо).

Графіка та ілюстрації – ключовий елемент КНКП: рисунки, схеми, графіки виконуються векторним способом у Siemens NX, SolidWorks, CATIA, MATLAB Plot, OriginLab, розміщуються у тексті або на окремих аркушах А4 з підписами зверху («Рисунок 3.2 – Кінематична схема багатоважільної підвіски (вид зверху, масштаб 1:5)») та джерелом ([власна розробка в NX 2306]).

Креслення – за ЄСКД (ГОСТ 2.301-68, 2.302-68): рамка, основні написи (шрифт 3,5–5 мм), масштаби 1:1–1:20, позиційні позначення. 3D-моделі експортуються у STEP/AP214, IGES, з анімаціями обертання (MP4, 30 с) у додатках; скріншоти – 300 DPI, JPEG/PNG. Таблиці – не ширше 160 мм, з нумерацією (наприклад Таблиця 2.1 – Порівняльні характеристики протоколів LIN/CAN/Ethernet), горизонтальні лінії.

Формули – нумеровані в дужках праворуч, через Microsoft Equation або LaTeX у Word. Бібліографія – за ДСТУ 8302:2015, 50+ джерел, за порядком згадок, з DOI/URL (дата доступу: 29.10.2025).

Додатки (A1–A20): повні CAD-файли (.prt, .sldasm), протоколи Simulink, OBD-логі (CSV), специфікації BOM. Електронна версія – єдиний PDF (з вбудованими шрифтами, <50 МБ) + архів .zip на флешці. Перевірка на плагіат – StrikePlagiarism.com (Unicheck) <20%, інакше – відмова в допуску на захист.

5.2 Перевірка та допуск до захисту

Готовий КНКП (паперовий + флешка + PDF) подається науковому керівнику за 14 днів до графіка захисту. Рецензування – 3 робочі дні: керівник оцінює актуальність теми (зв'язок з трендами EV/ADAS), якість теоретичної/аналітичної частин (розрахунки, література), проєктні розробки (CAD-моделі, CAE-результати), оригінальність (плагіат, самостійність), оформлення.

Рецензія – 1–2 стор., з балами (0–100) та рекомендаціями («Доповнити валідацію моделі CarSim реальними даними ЗАЗ»). Суттєві недоліки (плагіат >20%, відсутність CAD) – доопрацювання (7 днів, повторна подача). Допуск – на титульному (підпис керівника, дата), електронне підтвердження в Moodle + завантаження файлів для комісії.

5.3 Захист курсового проєкту

Захист проводиться в присутності комісії (голова – зав. кафедри О. Артюх, секретар, 2–3 члени: викладачі, стейкхолдери з ПрАТ «ЗАЗ» чи ТОВ «Техноцентр Навігатор»). Графік – наказом кафедри (Moodle, за 7 днів). Формат – очний (ауд. 315) або онлайн (Zoom), тривалість на магістранта – 15 хв: 10 хв доповідь + 5 хв відповіді.

Доповідь – PowerPoint (15–20 слайдів, шаблон кафедри): слайд 1 – тема/мета; 2–3 – актуальність (наприклад статистика: 1663 загиблих у ДТП за 7 місяців 2025 р., 17 тис. Травмованих тощо); 4–8 – ключові результати (графіки, демо 3D-моделі); 9–10 – висновки/впровадження; фінал – подяка.

Демонстрація – ноутбук з «живою» моделлю (обертання в SolidWorks, запуск Simulink).

Питання (комісія), наприклад: «Чому Ethernet замість CAN?», «Валідація FEM?» тощо. Відповіді – з розрахунками, слайдами.

5.4 Оцінювання

Оцінювання – за 100-бальною шкалою (мін. 60). Підсумок = 50% записка + 50% захист. Критерії:

№	КРИТЕРІЙ	МАКС. БАЛИ
1	Актуальність/методологія	15
2	Теорія/аналіз/розрахунки	20
3	Проект (САД/САЕ-моделі)	25
4	Висновки/інновації	15
5	Оформлення/графіка	10
6	Захист/відповіді	15
Всього		100

95–100: відмінно (публікації).

75–94: добре.

60–74: задовільно.

<60: незадовільно, повторний захист (1 раз).

Топ-роботи – на конкурси, конференції.

Цей етап формує професіонала, готового до магістерської роботи та кар'єри.

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується до виконання комплексного науково-дослідного курсового проекту для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби», усіх форм навчання. Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані студентом для самопідготовки при вивченні дисципліни, не обмежуються тільки цим, наведеним нижче переліком літератури.

Базова

1. Волков В. П., Вільський Г. Б. Теорія руху автомобіля : підручник. Суми : Університетська книга, 2015. 320 с.
2. Безбородова Г. Б., Галушко В. Г. Моделювання руху автомобіля. Київ : Вища школа, 1978. 168 с.

3. Автомобілі : тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. / В. П. Сахно Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. Київ : КВІЦ, 2004. 174 с.
4. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія : навч. посіб. для студентів ВНЗ. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ : Арістей, 2011. 356 с.
5. Гащук П. Автомобіль. Теорія колісного рушія. Київ : Кондор, 2018. 328 с.
6. Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А. Гібридні автомобілі. Харків : ХНАДУ, 2008. 327 с.
7. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
8. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. К. : Каравела, 2008. 400 с.
9. Мазепа С. С., Куцик А. С. Електрообладнання автомобіля : навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 168 с.
10. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления : учеб. пособ. Харьков : Майдан, 2016. 320 с.
11. Бажинов О. В., Двадненко В. Я., Хакім М. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. Харків : ХНАДУ, 2014. 160 с.

Допоміжна

12. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посіб. / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. Київ : НАУ, 2017. 392 с.
13. Вишневецький В. І. Основи інформатики і математичного моделювання : у 2 ч. Ч. 1. Основні положення загальної теорії розвитку соціально-економічних систем, системного підходу, аналізу і синтезу : навч. посіб. для аспірантів. Київ : НТУ, 2005. 140 с.
14. Кудін Р. А. Вік автомобільного парку та потреби в технічному сервісі : монографія. Київ : НТУ, 2005. 109 с.
15. Автомобілі. Всеколісне керування : монографія / В. П. Сахно, О. В. Григорашенко, А. В. Вакуліч, О. М. Тімков, Д. М. Ященко. Київ : НТУ, 2013. 180 с.
16. Безбородова Р. Б., Маяк Н. М., Чалий А. А. Економія палива при

- керуванні автомобілем. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Техніка, 1989. 128 с.
17. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навч. посіб. / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов. Вінниця : ВНТУ, 2017. 163 с.
 18. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів : монографія. Львів : Академія сухопутних військ, 2010. 117 с.
 19. Зінько Р. В., Крайник Л. В., Горбай О. З. Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019. 344 с.
 20. Методи моніторингу та розрахунку експлуатаційних впливів і динаміки руху колісних транспортних систем при транспортуванні великогабаритних вантажів : навч. посіб. / уклад. П. В. Ясній, В. З. Гудь, Ю. І. Пиндус, М. І. Гудь, М. Р. Коневич. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 168 с.
 21. Гліненко Л. К., Сухоносів О. Г. Основи моделювання технічних систем : навч. посіб. Львів : Бескид Біт, 2003. 176 с.
 22. Лебідь Р. Д., Жуков І. А., Гузій М. М. Математичні методи в моделюванні систем : навч. посіб. Київ : КМУЦА, 2000. 158 с.
 23. Моделювання систем : підруч. / В. М. Томашевський ; за ред. М. З. Згуровського. Київ : Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
 24. Томашевський В. М., Жданова О. Г., Жолдаков О. О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання. Київ : Корнійчук, 2001. 267 с.
 25. Вступ до математичного моделювання: навч. посібник / В. Н. Ашихмін, М. Б. Гітман, І. Е. Келлер, О. Б. Наймарк. Київ: НАУ, 2005. 440 с.
 26. Струтинський В. Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки : підруч. Житомир : ЖІТІ, 2001. 611 с.
 27. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2014. 274 с.
 28. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) : навч. посіб. Львів : Світ, 2001. 232 с.
 29. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New

- York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
30. Tom Denton. Electric and hybrid vehicles. New York, NY : Routledge, 2016. 207 p.
 31. William B. Ribbens. Understanding automotive electronics : an engineering perspective. Cambridge, MA : Butterworth-Heinemann, 2017. 712 p.
 32. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.
 33. Jürgen Garche, Eckhard Karden, Patrick T. Moseley. Lead-acid batteries for future automobiles. Amsterdam : Elsevier, 2017. 669 p.
 34. Andreas Luescher. Urban shrinkage, industrial renewal and automotive plants. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 129 p.
 35. Ashish Bharadwaj. Environmental regulations and innovation in advanced automobile technologies. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 119 p.
 36. Chandan Deep Singh, Jaimal Singh Khamba. Manufacturing competency and strategic success in the automobile industry. New York, NY : CRC Press, 2019. 239 p.
 37. Junxiu Wang. Development of a society on wheels. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 316 p.
 38. Markus Mueck. Networking vehicles to everything evolving automotive solutions. Berlin : CPI books GmbH, 2018. 234 p.
 39. Uwe Winkelhake. The digital transformation of the automotive industry catalysts, roadmap, practice. Wiesbaden : Springer, 2018. 317 p.
 40. Vivek D. Bhise. Automotive product development. A systems engineering implementation. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 571 p.
 41. Yi Wu. Achieving supply chain agility : information system integration. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 242 p.
 42. Norton Robert. Automotive Milestones. The technological development of the automobile : who, what, when, where, and how it all works. South Norwalk, Connecticut : Industrial Press, Inc., 2016. 322 p.
 43. Martin Thaddeus. Classic car electrics: tips, techniques & step-by-step repair, restoration & maintenance procedures. London : Veloce publishing, 2015. 299 p.
 44. Konrad Reif. Brakes, brake control and driver assistance systems. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 284 p.

45. Daniele Fabrizio Bignami, Alberto Colorni Vitale, Alessandro Lué Roberto Nocerino. Electric vehicle sharing services for smarter cities. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 280 p.
46. Emanuele Crisostomi, Robert Shorten, Sonja Stüdli. Electric and plug-in hybrid vehicle networks : optimization and control. Boca Raton, FL : CRC Press, 2018. 261 p.
47. Gianfranco Pistoia, Boryann Liaw. Behaviour of lithium-ion batteries in electric vehicles : battery health, performance, safety, and cost. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 343 p.
48. John G. Hayes, Abas Goodarzi. Electric powertrain : energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2018. 557 p.
49. Harrop Peter, Das Raghu. Car traction batteries - the new gold rush 2010-2020. Cambridge, UK : IDTechEx, 2020. 271 p.
50. Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester. Vehicle-to-Grid : a sociotechnical transition beyond electric mobility. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 271 p.
51. Larry E. Erickson, Jessica Robinson, Gary Brase. Solar powered charging infrastructure for electric vehicles. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 183 p.
52. Mehdi Rahmani-Andebili. Planning and operation of plug-in electric vehicles : technical, geographical, and social aspects. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 251 p.
53. Nam Kwang Hee. AC motor control and electrical vehicle applications. Boca Raton, FL : CRC Press, 2019. 575 p.
54. Ottorino Veneri. Technologies and applications for smart charging of electric and plug-in hybrid vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 323 p.
55. iPatricia Egede. Environmental assessment of lightweight electric vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 141 p.
56. Philipp Bergmeir. Enhanced machine learning and data mining methods for analyzing large hybrid electric vehicle fleets based on load spectrum data. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 192 p.
57. Xiong Rui, Welxiang Shen. Advanced battery management technologies for electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2019. 390 p.
58. Teresa Donateo. Hybrid electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 154 p.

59. Wei Liu. Hybrid electric vehicle system modeling and control. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 582 p.
60. Zhongjing Ma. Decentralized charging coordination of large-scale plug-in electric vehicles in power systems. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2020. 252 p.

7 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

61. How car electrical systems work. URL: <https://www.howacarworks.com/basics/how-car-electrical-systems-work> (дата звернення: 2.08.2025).
62. How Brake Assist Works. URL: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/brake-assist.htm> (дата звернення: 2.08.2025).
63. The IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS (TMECH) is a bimonthly periodical source. <http://www.ieee-asme-mechatronics.org> (дата звернення: 2.08.2025).
64. Mechatronics – an international journal. <https://www.journals.elsevier.com/mechatronics> (дата звернення: 2.08.2025).
65. Mechatronics, Informatics and Control Group (MICG) – incorporates the Mechatronics Forum, which has been actively promoting mechatronics internationally for the past 20 years. <https://www.imeche.org/get-involved/special-interest-groups/mechatronics-informatics-and-control-group> (дата звернення: 2.08.2025).
66. Robotics. <https://curlie.org/Computers/Robotics> (дата звернення: 2.08.2025).
67. IEEE Robotics and Automation Society. <http://www.ieee-ras.org> (дата звернення: 2.08.2025)
68. Investigation of social robots – Robots that mimic human behaviors and gestures. <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/index.html> (дата звернення: 2.08.2025)
69. Wired's guide to the '50 best robots ever', a mix of robots in fiction (Hal, R2D2, K9) to real robots (Roomba, Mobot, Aibo). <https://www.wired.com/wired/archive/14.01/robots.html> (дата звернення: 2.08.2025)
70. Automotive Electronic Systems Clemson Vehicular Electronics

Laboratory Website <http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/auto-systems.html> (дата звернення: 2.08.2025).

71. Seattle Robotics «What is a Servo?». <http://www.seattlerobotics.org/guide/servos.html> (дата звернення: 2.08.2025).
72. Different types of servo motors. <http://www.servotronix.com/servomotors.html> (дата звернення: 2.08.2025).
73. Automotive Manufacturing Engineering Overview. <http://www.automotiveengineeringhq.com/automotive-manufacturing-engineering/> (дата звернення: 2.08.2025).
74. Engineering Synergy. <http://myengineeringsystems.co.uk/> (дата звернення: 2.08.2025).
75. The Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), formerly the Institute of Industrial Engineers, is a professional society dedicated solely to the support of the industrial engineering profession and individuals involved with improving quality and productivity. <http://www.iise.org/> (дата звернення: 2.08.2025).
76. SME (previously the Society of Manufacturing Engineers) is a non-profit student and professional association for educating and advancing the manufacturing industry in North America. <http://sme.org/> (дата звернення: 2.08.2025).