Міністерство освіти і науки України

Сумський національний аграрний університет

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра технічного сервісу та галузевого машинобудування

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

ОК 13 – Цифрові технології в експериментальних дослідженнях
(обов'язковий)

Реалізується в межах освітньої програми **Галузеве машинобудування**
(назва)

за спеціальністю G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)
(шифр, назва)

третього (освітньо-наукового рівня) рівня вищої освіти

Суми – 2025

Розробники: _____ , Думанчук М.Ю., к.т.н., доц. кафедри ТСтаГМ
(підпис) (прізвище, ініціали)(вчений ступінь та звання, посада)

Розглянуто, схвалено та затверджено на засіданні кафедри **Технічного сервісу та галузевого машинобудування** (назва кафедри)	протокол від *16.09.2025 р.* №*3*
	Завідувач кафедри _____ (підпис) Євген КОНОПЛЯНЧЕНКО (прізвище, ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ (підпис) Михайло ШУЛЯК (ПІБ)

Декан факультету _____ (підпис) Владислав ЗУБКО (ПІБ)

Рецензія на робочу програму (додається) надана: _____ (підпис) Владислав ЗУБКО (ПІБ)

_____ (підпис) В'ячеслав ТАРЕЛЬНИК (ПІБ)

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації _____ (підпис) Надія БАРАНІК (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 26.09 2025 р.

© СНАУ, 2025 рік

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1.	Назва ОК	Цифрові технології дослідження напружено-деформованого стану елементів технічних систем			
2.	Факультет/кафедра	Інженерно-технологічний факультет/ кафедра технічного сервісу та галузевого машинобудування			
3.	Статус ОК	Обов'язковий			
4.	Програма/Спеціальність (програми)	Освітньо-наукова програма «Галузеве машинобудування» за спеціальністю G11 Машинобудування (за спеціалізацією)			
5.	ОК може бути запропонований для (*заповнюється для вибіркових ОК)*				
6.	Рівень НРК	8 рівень			
7.	Семестр та тривалість вивчення	Денна 3 семестр, 10 тижнів			
8.	Кількість кредитів ЄКТС	3			
9.	Загальний обсяг годин та їх розподіл – 90 годин	Контактна робота(заняття)			Самостійна робота
		Лекційні	Практичні / семінарські	Лабораторні	
		Денна 20	Денна 20		Денна 50
10.	Мова навчання	Українська, англійська			
11.	Викладач/ Координатор освітнього компонента	Думанчук Михайло Юрійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри технічного сервісу та галузевого машинобудування Години консультацій – кожного понеділка з 10.00 до 12.00, кабінет 316м			
11.1	Контактна інформація	mykhailo.dumanchuk@snau.edu.ua			
12.	Загальний опис освітнього компонента	Дисципліна буде корисна майбутнім фахівцям для набуття поглиблених компетентностей, необхідних для використання в науковій діяльності, зокрема, теоретичних знань та практичних навичок використання прикладних комп'ютерних програм, систем комп'ютерного проектування та моделювання з метою підвищення достовірності отримання наукових і практичних результатів досліджень та ефективності їх подання. Оволодіння методологічними та методичними основами дослідження напружено-деформованого стану технічних систем та набуття практичних умінь і навичок дозволить здобувачам освіти підвищити науковий рівень власних проєктів в предметній області спеціальності «Галузеве машинобудування».			
13.	Мета освітнього компонента	Полягає у оволодінні здобувачами принципами методиками, програмними та технічними комплексами дослідження напружено-деформованого стану елементів технічних систем в галузі інженерних досліджень, набуття навичок застосування сучасного програмного забезпечення для рішення наукових задач на етапі моделювання, обробки даних та візуалізації аналітичних залежностей з інтегруванням результатів досліджень в кваліфікаційну роботу.			
14.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	Дисципліна базується на ОК 2 «Сучасні інформаційні технології у науковій діяльності», ОК9 «Аналітичні та чисельні методи досліджень в механічній інженерії»			
15.	Політика академічної	Система вимог, які ставляться перед здобувачем вищої освіти під			

	доброчесності	час вивчення освітнього компоненту: • проходження здобувачами етапів оцінювання у встановлені терміни; • виконання і захист письмових та практичних робіт у встановлені терміни; • дотримання при виконанні письмових робіт Положення про порядок перевірки академічних та наукових текстів на унікальність (https://surl.li/ksidbs); • дотримання здобувачами кодексу академічної доброчесності СНАУ (https://surl.li/yzxgnv). Підготовлені до оцінювання письмові роботи повинні бути оригінальними та виконані самостійно здобувачем вищої освіти. Письмові роботи, які виконані і здані із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на оцінку нижче від отриманого результату. Роботи, які виконані з низьким рівнем унікальності або є копією «чужої» роботи оцінюватимуться на «нуль» з послідуючим виконанням роботи згідно іншого оригінального індивідуального завдання. Перездача письмових робіт відбувається після повторного виконання або доопрацювання. Списування із різних джерел інформації (в т.ч. із використанням мобільних девайсів та гаджетів) під час екзаменів заборонено. При виявлені факту списування – робота здобувача анулюється і екзамен складається повторно. Перескладання заліку відбувається із дозволу відділу аспірантури та докторантури в зазначені терміни після повторного засвоєння матеріалу з освітнього компоненту.
16.	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=5859

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента здобувач очікувано буде здатен…»	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК (зазначити номер згідно з нумерацією, наведеною в ОП)					Як оцінюється ДРН
	ПРН					
	ПРН 1	ПРН 3	ПРН 4	ПРН7	ПРН8	
ДРН 1. Здатність робити обґрунтований вибір технічних засобів та пакетів прикладних програм для цифрового моделювання технічних систем			X	X	X	Індивідуальне завдання
ДРН 2. Здатність складити формалізовану багатофакторну модель складнонавантажених технічних систем та їх компонентів	X	X	X	X		Індивідуальне завдання
ДРН 3. Здатність адаптовувати та реалізовувати модель застосовуючи сучасні системи моделювання	X				X	Індивідуальне завдання
ДРН 4. Здатність здійснювати аналіз результатів моделювання напружено-деформованого стану технічної системи		X		X		Індивідуальне завдання

ДРН 5. Здатність генерувати раціональні варіанти модернізації технічних систем відповідно до обраних критеріїв оптимізації та існуючих технічних обмежень	X		X			Індивідуальне завдання

ПРН 1. Мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН 3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у механічній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямах.

ПРН 7. Вміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з галузевого машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН 8. Застосовувати загальні принципи та методи математики, природничих та технічних наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері механічної інженерії.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМОПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу				Рекомен-дована література
	Аудиторна робота			Самос-тійна робота	
	Лк	П.з / семін.з	Лаб. з.		
Тема 1. Комп'ютерне моделювання в машинобудуванні. Принципи комп'ютерного моделювання в машинобудуванні. Етапи побудови моделі. Класифікація моделей. Сфери застосування. Комп'ютерно-інтегроване виробництво.	2	-		4	1, 2, 5, 8, 14,
Тема 2. Метод скінчених елементів як інструмент дослідження технічних систем. Теоретичні основи методу скінчених елементів. Переваги, недоліки та обмеження методу. Типи скінчених елементів. Формування сітки елементів. Граничні умови. Точність методу скінчених елементів.	2	-		8	3, 4, 5, 7, 9, 23, 24
Тема 3. CAD системи для синтезу цифрової моделі деталей машинобудування. Програмні комплекси цифрового 3d-моделювання. Поверхневе та твердотільне моделювання. Методологія геометричного 3d-моделювання деталей.	2	4		6	1, 2, 5, 6, 8, 14, 17, 21
Тема 4. Цифрове 3d-моделювання технічних систем. Синтез збірних конструкцій. Особливості моделювання зварних конструкцій. Особливості проектування виробів листового штампування. Кінематичний аналіз механізмів	4	4		6	1, 2, 5, 6, 8, 14, 17, 21
Тема 5. Початкові умови для інженерного аналізу 3d-моделі Призначення та можливості CAE систем. Імпорт CAD-моделі та її підготовка до аналізу. Визначення властивостей матеріалу деталей. Визначення схеми закріплення моделі. Характеристика взаємомодії між елементами моделі технічної системи.	2	2		4	8-18
Тема 6. CAE системи для дослідження напружено-деформованого стану технічних систем. Типи зовнішніх силових факторів. Закріплення досліджуваної моделі. Визначення схеми зовнішнього навантаження. Призначення параметрів сітки скінчених елементів. Виконання розрахунків	2	2		6	8-18
Тема 7. Аналіз результатів цифрового моделювання напружень системи Графічне представлення полів напружень. Визначення критичних точок. Перевірка адекватності результатів моделювання. Корегування розрахункової моделі. Коефіцієнт запасу міцності.	2	4		6	8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17
Тема 8. Моделювання деформацій та їх інтерпретація Графічне представлення абсолютних переміщень точок технічної системи. Графічне представлення відносних переміщень точок технічної системи. Аналіз частотних характеристик системи.	2	2		4	8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17
Тема 9. Методологія оптимізації конструктивних параметрів технічних систем Методологічні основи оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Визначення меж системи. Критерій оптимальності. Глобальний і локальний оптимуми. Застосування методів оптимізації у інженерній практиці. Програмні комплекси оптимізації конструктивних параметрів технічних систем	2	2		6	1, 8, 14, 18, 19, 20, 22
Всього	**20**	**20**		**50**	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	**Методи викладання** (робота, що буде проведена викладачем під час аудиторних занять, консультацій)	**Кількість годин**	**Методи навчання** (які види навчальної діяльності має виконати студент самостійно)	Кількість годин
ДРН 1. Здатність робити обґрунтований вибір технічних засобів та пакетів прикладних програм для цифрового моделювання технічних систем	Проблемна лекція, тематична дискусія, «круглий стіл», обговорення актуальних питань.	8	Самостійна робота з літературу, опрацювання теоретичного матеріалу.	10
ДРН 2. Здатність складати формалізовану багатофакторну модель складнонавантажених технічних систем та їх компонентів	Мультимедійна лекція, консультації викладача, обговорення актуальних питань.	8	Самостійна робота з підручником, виконання індивідуальних завдань.	12
ДРН 3. Здатність адаптовувати та реалізовувати модель застосовуючи сучасні системи моделювання	Мультимедійна лекція, консультації викладача, обговорення актуальних питань.	10	Самостійна робота з підручником, виконання індивідуальних завдань.	14
ДРН 4. Здатність здійснювати аналіз результатів моделювання напружено-деформованого стану технічної системи	Мультимедійна лекція, консультації викладача, обговорення актуальних питань.	8	Самостійна робота з підручником, навчання через дослідження.	8
ДРН 5. Здатність генерувати раціональні варіанти модернізації технічних систем відповідно до обраних критеріїв оптимізації та існуючих технічних обмежень	Мультимедійна лекція, консультації викладача, обговорення актуальних питань.	6	Самостійна робота з підручником, виконання індивідуальних завдань.	12
Всього годин		40		50

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

5.2. Сумативне оцінювання:

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1.	Виконання індивідуального завдання	*15 балів / 15%*	*На 4 тижні*
2.	Виконання індивідуального завдання	*15 балів / 15%*	*На 6 тижні*
3.	Виконання індивідуального завдання	*15 балів / 15%*	*На 8 тижні*
4.	Аналітичний огляд з презентацією	*25 балів / 25%*	*На 10 тижні*
5	Іспит	*30 балів / 30%*	*На 12 тижні*

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
	<9 балів	*9-11 балів*	*11-13 балів*	*14-15 балів*
Виконання індивідуального завдання	Незначна обізнаність щодо проблеми, наведено короткий опис. Не демонструє самостійного мислення щодо обраної теми.	Наведено більшою мірою опис проблеми (без аналізу), недостатнє обґрунтування основних моментів, не достатньо послідовна аргументація, презентація відсутня або подана поверхнево. Опрацьована лише література, що рекомендована викладачем.	Продемонстровано розуміння, глибину та/або деталізацію проблеми; основні проблемні аспекти обґрунтовані, аргументи є послідовними; вивчаються різні точки зору, презентація є змістовною, послідовною. Опрацьована література лише рекомендована викладачем.	Досить глибоко та / або детально розкрита проблема, проаналізовані різні погляди на проблему; всі основні моменти викладені, аргументи послідовні та вагомі; аналізуються різні точки зору, наводяться власні пропозиції.
Аналітичний огляд з презентацією	*<15 балів*	*15-17 балів*	*18-20 балів*	*21-25 балів*
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкрити, відсутній аналіз інших підходів до питання	Виконано усі вимоги завдання	Виконані усі вимоги завдання, продемонстровано, креативність, вдумливість, запропоновано власне вирішення проблеми
Іспит	*<18 балів*	*18-22 балів*	*23-26 балів*	*27-30 балів*
	Здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання не розв’язані	Здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання розв’язані не повністю	Здобувач достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання розв’язані з невеликими помилками	Здобувач добре орієнтується в теоретичному матеріалі, завдання розв’язані вірно, наводяться власні пропозиції

5.3. Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	Комп’ютерна симуляція з елементами проблемних завдань	Під час занять
2	Усний зворотний зв'язок від викладача та студентів під час виконання індивідуального завдання	Під час занять
3	Усний зворотний зв'язок від викладача та студентів щодо аналітичного огляду з презентацією	10-й тиждень

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

6.1. Основні джерела:

1. Sayed M. Metwalli. Machine Design with CAD and Optimization. – Wiley, 2021. ISBN: 978-1119156642. 1008 p. https://www.wiley.com/en-us/Machine+Design+with+CAD+and+Optimization-p-9781119156642
2. Zhuming Bi, Xiaoqin Wang. Computer-Aided Design and Manufacturing. – Wiley-ASME, 2020. 640 p. https://www.oreilly.com/library/view/computer-aided-design/9781119534211/cover.xhtml
3. Овчаренко В.А., Подлєсний С.В., Зінченко С.М. Основи методу кінцевих елементів і його застосування в інженерних розрахунках: Навчальний посібник. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – 380 с.

4. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2007. – 288 с.
5. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с.
6. SolidWorks Corporation 2021. SolidWorks help. How to use design study. [Electronic resource]. – Retrieved from https://help.solidworks.com/2021/english/SolidWorks/cworks/c_design_study.htm14
7. Machuga O.S. Using SolidWorks simulation tool for automated design of drying chambers and study oftheir operation parameters / O.S. Machuga, T.V. Olyanyshyn // Scientific bulletin of UNFU. – 2024. –Volume 34(2), March.–P. 109-115. –DOI:https://doi.org/10.36930/40340214.15.
8. Kuang-Hua Chang. Product Design Modeling Using CAD/CAE (The Computer Aided Engineering Design Series). –Academic Press / Elsevier, 2014. ISBN: 978-0123985132
9. Klaus-Jürgen Bathe. Finite Element Procedures (2nd ed.). – Prentice Hall, 1996 (2nd ed.). ISBN: 0-13-301458-4 / 9780133014587.
10. Paul M. Kurowski. Finite Element Analysis for Design Engineers (практичне видання) SAE International (Third Edition). – SAE International. 2022. – 287 p. ISBN 978-1-4686-0537-2.
11. Mohamed S. Gadala. Finite Elements for Engineers – with ANSYS Applications. – Cambridge University Press, 2020. 626 pages. ISBN: 978-1107194083 / 110815168X https://doi.org/10.1017/9781108151689
12. Pramote Dechaumphai, Sedthavat Suharitpvatskul (et. al). Finite Element Analysis with SOLIDWORKS Simulation. – Cengage Learning. – 2018. 432 pages. ISBN: 978-1783324804
13. J. E. Akin (et. al). Finite Element Analysis Concepts: Via SolidWorks. – Rice University. – Pages: 348. –ISBN: 9814313017
14. Panagiotis Kyratsis, Konstantinos Kakoulis, Angelos P. Markopoulos. Advances in CAD/CAM/CAE Technologies. – MDPI / Machines (reprint), 2020. ISBN: 978-3-03928-740-6 / 978-3-03928-741-3. https://www.mdpi.com/books/reprint/2313-advances-in-cad-cam-cae-technologies
15. Huang, Q. B., Cao, D., & Dai, J. Y. (2013). The 3D Solid Model and Finite Element Analysis of Working Device of Loader ZL16H. Advanced Materials Research, 834–836, 1512–1515. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.834-836.1512

6.2. Додаткові джерела:

16. SolidWorks Corporation. 2023. Functional categories of Solid Works Simulation API. [Electronic resource]. – Retrieved from https://help.solidworks.com/2023/english/api/swsimulationapi/FunctionalCategories-swsimulationapi.html
17. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks – Херсон: Олді+. – 2020. – 252с.
18. Komolafe C.A. Numerical Simulation of the 3D Simultaneous Heat and Mass Transfer in a Forced Convection Solar Drying System Integrated with Thermal Storage Material // Journal of Solar Energy Engineering. – 2023. – Volume 145(5), May. – P. 51-61. – DOI: https://doi.org/10.1115/1.4062484
19. Sokolovskyy Y. Software for Studying Wood Drying Chambers Based on SolidWorks Flow Simulation Experiment / Y. Sokolovskyy, O. Sinkevych, R. Voliansky // Materials of 9th International Conference "Advanced Computer Information Technologies", Ceske Budejovice, Czech Republic, 5-7 June 2019, –P. 281-284. –DOI: https://doi.org/10.1109/ACITT.2019.8780040
20. Kurowski, P. M. Thermal Analysis with SolidWorks Simulation 2013 / P.M. Kurowski. –SDC Publications, 2013. – 200 p. Retrieved from: https://www.amazon.com/Thermal-Analysis-SolidWorks-Simulation-2013/dp/1585037850
21. MySolidWorks Training - https://my.solidworks.com/training?lang=en
22. Yoshimura, M. System Design Optimization for Product Manufacturing [Text] У M. Yoshimura - Concurrent Engineering. - 2007. - Vol. 15(4). - P. 329-343
23. Павленко І.В. Метод скінчених елементів в задачах опору матеріалів і лінійної теорії пружності: Навчальний посібник.– Суми: Вид-во СумДУ, 2006.–147с.

24. Борисюк О.П., Колончук О.П. Напружено-деформований стан нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилених вуглепластиками за дії малоциклового навантаження. Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 138 с.
25. Орлов, Р.О., Кушніров, П.В., Думанчук, М.Ю., Динник, О.Д., Приходько, О.М., та Басов, А.С. (2025). НАЛАШТУВАННЯ ЗБІРНОВИГОТОВЛЕНИХ ФРЕЗ З ПОХИЛИМИ РІЗАЛЬНИМИ ПЛАСТИНАМИ. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів , №1 (59), 51-57. https://doi.org/10.32782/msnau.2025.1.8
26. Кондусь, В. Ю., Кругляк, А. А., Бага, В. М., & Думанчук, М. Ю. (2025). ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ВІЛЬНОВИХРОВОГО НАСОСА З НЕЦИКЛІЧНИМ РОБОЧИМ КОЛЕСОМ У РОБОЧОМУ ДІАПАЗОНІ. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, №4 (58), 3-11. https://doi.org/10.32782/msnau.2024.4.1
27. Думанчук, М. Ю., Івченко, О. В., Жигилій, Д. О., Завгородній, Д. М., & Козін, В. М. (2025). ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗУБЧАСТИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРЯМОЗУБИХ ПЕРЕДАЧ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОЕФІЦІЄНТА ЗМІЩЕННЯ ВИХІДНОГО КОНТУРУ. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, №4 (58), 34-43. https://doi.org/10.32782/msnau.2024.4.5