ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний факультет
Кафедра «Технологія машинобудування»

СИЛАБУС
обов'язкової навчальної дисципліни
ОК04 Smart-технології в машинобудуванні
Обсяг освітнього компоненту 6 кредитів/180 годин

Освітня програма «Технології машинобудування»
другого рівня вищої освіти
Спеціальність – G9 «Прикладна механіка»

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Тришин Павло Романович, доцент, Ph.D.

Контактна інформація:
- +380661489276;
- e-mail: trishin87@gmail.com;
- гол. навчальний корпус а. 349

Час і місце проведення консультацій:
четвер, 14^{55}-16^{15}, гол. навч. корпус а. 349

ОПИС КУРСУ

Дисципліна «Smart-технології в машинобудуванні» спрямована на підготовку фахівців із сучасних цифрових та інтелектуальних технологій у проєктуванні та виробництві машинобудівних виробів. Курс охоплює генеративний дизайн, 3D- та 4D-друк, адитивні технології, 3D-сканування, зворотній інжиніринг та гібридні виробничі процеси, а також відповідне програмне забезпечення для моделювання, оптимізації конструкцій і підготовки виробів до виготовлення. Вивчення дисципліни забезпечує знання принципів інтеграції інтелектуальних технологій у сучасне машинобудування, розвитку навичок цифрового проєктування та оптимізації виробничих процесів.

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

1. Мета курсу – формування у студентів знань та практичних навичок щодо сучасних цифрових і інновацій-них технологій у машинобудуванні, зокрема гібридного виробництва, генеративного дизайну, зворотного інжинірингу, 3D-сканування, адитивних і 4D-технологій, а також засвоєння програмних засобів для 3D-моделювання та створення керуючих програм.

2. **Перелік загальних компетентностей, яких набуває студент при вивченні дисципліни:**

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

ЗК 3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Перелік спеціальних компетентностей, яких набуває студент при вивченні дисципліни:

СК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

СК2 Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

СК 9. Здатність визначати галузь застосування спеціальних технологій виготовлення деталей.

СК10. Здатність критично оцінювати та добирати сучасні SMART-технології для вирішення практичних завдань у галузі машинобудування.

Програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проєктування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН5. Самостійно ставити та розв’язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН12. Використовувати сучасні підходи при проектуванні та виробництві нової техніки.

РН15. Застосовувати сучасні SMART-технології (адитивні технології, генеративний дизайн, реверсивний інженерінг) у процесах проектування, виготовлення та експлуатації машинобудівних виробів.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Базові знання, вміння та результати навчання, необхідні здобувачу вищої освіти для успішного опанування компетентностями з даної дисципліни: матеріалознавство (теми: властивості та застосування

конструкційних матеріалів: метали, сплави, полімери та композити); комп'ютерне моделювання – основи CAD/CAM систем (теми: 3D-моделювання, підготовка цифрових моделей для виробництва); технологічні основи машинобудування (теми: методи виготовлення та обробки деталей, адитивні та субтрактивні процеси); деталі машин та механізми (теми: загальні принципи конструювання, кінематика та динаміка механізмів, розмірні та допускові ланцюги).

Передумови важливі для формування цілісної освітньої програми: знання технологій обробки деталей, основ комп'ютерного моделювання та проєктування, принципів застосування інтелектуальних та адитивних технологій у машинобудуванні.

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
Змістовий модуль 1		
1	Застосування генеративного дизайну у машинобудуванні, (2 год.)	Лр. № 1. «Зворотний інжиніринг», (4 год.)
2	3D-сканування, (2 год.)	
3	Зворотній інжиніринг, (2 год.)	Лр. № 2. «Створення моделі шляхом 3D-сканування», (4 год.)
4	Адитивні технології у машинобудуванні, (2 год.)	
5	Історія виникнення 3D-друку, (2 год.)	Лр. № 3. «Порівняння методів отримання 3D-моделей», (4 год.)
6	Класифікація технологій 3D-друку, (2 год.)	
7	Технологія стереолітографії, (2 год.)	Лр. № 4. «Редагування 3D-моделі в програмі Meshmixer», (4 год.)
Змістовий модуль 2		
8	Метод селективного лазерного спікання, (2 год.)	Лр. № 5. «Підготовка 3D-моделі до друку в програмі Meshmixer», (4 год.)
9	Метод пошарового наплавлення, (2 год.)	
10	Технологія струменевої полімеризації, (2 год.)	Лр. № 6. «Автоматичне та ручне створення підтримок на 3D-моделі в програмі Meshmixer», (4 год.)
11	Матеріали для 3D-друку, (2 год.)	
12	Застосування 3D-друку, (2 год.)	Лр. № 7. «Створення керуючої програми для 3D-друку в програмі Repetier-Host», (4 год.)
13	Гібридне виробництво, (2 год.)	

14	4D-друк, (4 год.)	Лр. № 8. «Використання штучного інтелекту в роботі інженера», (2 год.)

САМОСТІЙНА РОБОТА

1) Розвиток адитивних технологій в Україні – 8 год.
2) Порівняння адитивних та субтрактивних технологій – 8 год.
3) Типові помилки під час 3D друку – 8 год.
4) Програмне забезпечення для підготовки моделі для 3D друку – 8 год.
5) Пошарове формування моделей з листового матеріалу (LOM) – 8 год.
6) Обладнання для гібридного виробництва – 10 год.
7) Постпроцесінг – 10 год.
8) Використання 3D-друку в індустрії пластмас – 8 год.
9) Конструкція FDM 3D-принтера та його основні параметри – 8 год.
10) Сучасні технології 3D-друку – 8 год.
11) Використання штучного інтелекту в машинобудуванні – 8 год.
12) Технологія топологічної оптимізації – 8 год.
13) 3D-біопринтінг, 3D-будівництво – 10 год.
14) Технологія наплавлення спрямованою енергією – 10 год.

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Smart-технології в машинобудуванні» для студентів всіх форм навчання спеціальності G9 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» / Укл. ст. викл. Тришин П.Р. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025 – 70 с.
2. Методичні рекомендації для самостійної роботи з вивчення дисципліни «Smart-технології в машинобудуванні» для студентів всіх форм навчання спеціальності G9 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» / Укл. П.Р.Тришин – Запоріжжя: НУ «За-порізька політехніка», 2025. – 24 с.
3. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Smart-технології в машинобудуванні» для студентів всіх форм навчання спеціальності G9 «Прикладна механіка» спеціалі-зації «Технології машинобудування» галузі знань G «Інженерія, виробництво та бу-дівництво» / Укл. П.Р. Тришин – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. – 84 с.

Літературні джерела:

4. Vinesh Raja, Kiran J. Fernandes. Reverse engineering: an industrial perspective. - London: Springer, 2008. - 242 p
5. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Сучасні технології матеріалізації комп'ютерних моделей: Навч. посібник. – Х.:
6. НТУ "ХПІ", 2009. – 86 с.
7. Адитивні технології : навч. посіб. / Т. Р. Ганєєв, І. О. Прибитько, М. М. Руденко, І. О. Петренко – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 105 с
8. Пупань Л. І. Постпроцеси адитивних технологій: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 91 с.

9. Манжілевський О. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливос-ті практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с

10. Srivatsan T. S. Additive Manufacturing: Innovations, Advances, and Applications / T. S. Srivatsan, T. S. Sudarshan. – Boca Raton : CRC Press, 2015. – 460 p.

11. 7.Мастенко И. В., Стельмах Н. В. Поліпшення механічних властивостей друкованих деталей. – 2018.

12. Griffey, Jason. 3-D The types of 3-D printing / Library Technology Reports, 2017.

13. Пічугіна Ю. В., Максимова Ю. О., Мазур Ю. В. Економіка майбутнього – перспективи розвитку 3D друку в Україні. Регіональна економіка та управління. 2020. №1 (27). С. 65-68.

14. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (І частина). Наука, технології, інновації. 2017. № 1. С. 68-77.

15. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (ІІ частина) Наука, технології, інновації. 2017. № 2 (2). С. 29-36.

16. Андрощук Г. О., Копил Я. В. 3D-друк в епоху інноваційних технологій: проблеми регулювання. Інтелектуальна власність в Україні. 2016. № 5. С. 17-26.

17. Гречко О. М. Сучасні адитивні технології та 3D-друк. Огляд останніх досягнень в різних сферах людського життя. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика. 2019. № 1. С. 63-75.

18. Олексієнко С. В., Прибитько І. О., Ганєєв Т. Р., Ганєєва Т. В. Адитивні те-хнології в архітектурі та містобудуванні. Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та мо-лодих учених, 18-19 берез. 2021 Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. С. 40-41.

19. Назаркевич Є. Адитивні технології та 3D моделювання в ювелірному мис-тецтві. Народна творчість та етнологія, 2021, №2(390). С. 113-122.

20. Струтинська О. В. Сучасний стан і перспективи розвитку технологій три-вимірного моделювання та друкування. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драго-манова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. 2018. №20(27). С. 88-94.

21. S. Pradhan, S. Kumar, S. Srivastav Canister Satellite Light Weight Chassis Design using Bio Mimicry of Human Skeleton. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. 2023. Vol. 10(5). P. 1-9.

22. 3D друк в умовах біомедичного використання [Електронній ресурс] : кон-спект лекцій з дисципліни «3D друк в умовах біомедичного використання» для сту-дентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Б. В. Єфременко. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2019. – 56 с.

23. Масючок О.П., Юрженко М.В., Колісник Р.В., Кораб М.Г. Адитивні технології полімерних матеріалів. Автоматичне зварювання. 2020. №5. С.53-60. DOI: https://doi.org/10.37434/as2020.05.08.

24. Василишин Т., Сорочинський Є. Застосування генеративного дизайну в проєктуванні будівельних конструкцій. Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», 2023, с. 36-37.

25. Díaz, G., Herrera R. F., Muñoz-La Rivera F. C., Atencio E. (2021). Applications of generative design in structural engineering. Revista ingeniería de construcción, 36(1), 29–47. DOI: 10.4067/s0718-50732021000100029

26. Гривюк О. Технології 3D сканування. Інформаційно-комп'ютерні технології–2018, 2018, 9: 242-245.

27. Топчій Н.В. 3D-сканери. принципи роботи та аналіз сучасного стану. Вчені записки, 2024, 6202425.

28. Солнцев О., Сапон С. Обладнання для гібридних технологій формоутворення виробів з полімерних матеріалів. Технічні науки та технології, 2023, Т. 3(33): С. 9-22.

29. Габовда О.В. Аналіз сучасного стану гібридного адитивного виробництва та перспективийого впровадження в Україні. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2023, Т. 34(1), С. 1-8

30. Тарасюк Г. М., Чагайда А. О. Проєктування харчових продуктів з використанням технології 3D-і 4D-друку та його значення для розвитку адитивного виробництва. Економіка, управління та адміністрування, 2024, Т. 4 (110): С. 18-24.

31. Kantaros A., Ganetsos T., Piromalis, D. 4D printing: technology overview and smart materials utilized. Journal of Mechatronics and Robotics, 2023, Vol. 7(1), P. 1-14.

32. Diegel O., Nordin A., Motte D. Additive Manufacturing Technologies. A Practical Guide to Design for Additive Manufacturing, P. 19–39. DOI: 10.1007/978-981-13-8281-9_2.

33. Dilberoglu U. M., Gharehpapagh B., Yaman U., Dolen M. The role of additive manufacturing in the era of Industry 4.0. Procedia Manufacturing, 2017. Vol. 11. P. 545–554. DOI: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.148

34. Sanjay S., Guha P. M. Optimization of Binder Jetting Using Taguchi Method. Journal of the Minerals, Metals & Materials Society, 2017. Vol. 69, No3. DOI: 10.1007/s11837-016-2231-4.

35. Beth E. Carroll, Todd A. Palmer, Allison M. Beese Anisotropic tensile behavior of Ti–6Al–4V components fabricated with directed energy deposition additive manufacturing. Acta Materialia, 2015. Vol. 87, P. 309–320. DOI: https://doi.org/10.1016/j.actamat.2014.12.054

36. Svetlizky D., Das M., Zheng B., Vyatskikh A. L., Bose S., Bandyopadhyay A., Schoenung J. M., Lavernia E. J., Eliaz N. Directed energy deposition (DED) additive manufacturing: Physical characteristics, defects, challenges and applications. Materials Today, 2021. Vol. 49, P.271–295. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mattod.2021.03.020

37. Perez M., Carou D., Rubio E. M., Teti R. Current advances in additive manufacturing. Procedia Cirp, 2020, Vol. 88, P. 439-444 DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.076

38. Colosimo B. M., Qiang H., Tirthankar D., Tsung, Fugee Opportunities and challenges of quality engineering for additive manufacturing. Quality Engineering for Advanced Manufacturing, 2018. Vol. 50, Is. 3. DOI: https://doi.org/10.1080/00224065.2018.1487726

39. Singh S., Ramakrishna S., Berto F. 3D Printing of polymer composites: A short review. MDPS, 2020. Vol. 2, P. 97. DOI: https://doi.org/10.1002/mdp2.97

Інформаційні ресурси:

40. Hybrid Manufacturing & The Future of 3D Printing for Production [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.engineering.com/hybrid-manufacturing-the-future-of-3d-printing-for-production/ (дата звернення: 19.05.2025). – Назва з екрана.

41. What is hybrid manufacturing? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.3dsculplab.xyz/Blog/post/What-is-hybrid-manufacturing (дата звернення: 19.05.2025). – Назва з екрана.

42. LUMEX Avance-60 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.lumex-matsuura.com/english/lumex-avance-60 (дата звернення: 19.05.2025). – Назва з екрана.

43. Directed Energy Deposition through Powder Nozzle Select series [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.dmgmori.com/products/machines/additive-manufacturing/powder-nozzle/lasertec-65-ded-hybrid (дата звернення: 19.05.2025). – Назва з екрана.

44. Top 5 Generative Design Tools of 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.archistar.ai/blog/top-5-generative-design-tools-of-2022/#popup-id-31813 (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

45. The Best Generative Design Software in 2024 [Електронний ресурс]. – Ре-жим доступу: https://all3dp.com/1/the-best-generative-design-software/ (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

46. Featured: Applying cutting-edge generative design in NASA & ESA's Mars Sample Return Mission [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.thenewtoncorp.com/news/generative-design-mars-sample-return-mission (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

47. What to Expect from a Personalized Knee or Hip Replacement [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.conformis.com/personalized-knee-and-hip-implants/ (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

48. MSC Apex Generative Design [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hexagon.com/fr/products/msc-apex-generative-design (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

49. Poduct design and manufacturing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.autodesk.com/design-make/pdm (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

50. Fishing Pliers Reimagined With Generative Design [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://all3dp.com/4/fishing-pliers-reimagined-with-generative-design/ (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

51. Automated CAE for rear axle concepts [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.synera.io/focused-case-study/automated-cae-for-rear-axle-concepts (дата звернення: 12.05.2025). – Назва з екрана.

ОЦІНЮВАННЯ

Для студентів денної форми навчання: опитування з кожної теми лекційного курсу; виконання та захистів звітів лабораторних робіт; перший рубіжний контроль; екзамен в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Для студентів заочної форми навчання: виконання та захисту звітів лабораторних робіт; захист контрольної роботи; екзамен в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

На екзамен виносяться теоретичні питання, практичні задачі, а також завдання, що потребують творчого підходу та вміння синтезувати набуті знання. Екзамен складається з двох теоретичних питань. Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни.

Семестрова оцінка студента з дисципліни складається з відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну шкалу

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою	Визначення
90-100	відмінно	**відмінно** – відмінне виконання з незначною кількістю помилок
75-89	добре	**добре** – в цілому правильне виконання, але з помилками
60-74	задовільно	**задовільно** – виконання в повному обсязі, але зі значною кількістю недоліків
35-59	незадовільно	**незадовільно** з можливістю повторного складання
1-34		**незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Політика курсу ґрунтується на тісній взаємодії викладача і студента, регулярному спілкуванні з метою допомоги при вивченні курсу. Здобувачі вищої освіти мають вирішити навчальні завдання курсу в терміни, передбачені графіком навчального процесу, дотримуючись принципів академічної доброчесності, порядності та взаємоповаги між учасниками освітнього процесу.

Академічна доброчесність визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька політехніка» https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання: активності та якості його роботи в аудиторії – до 5 %; виконання лабораторних завдань – до 50 %; поточного опитування – до 5 %; відповідь на екзамені – до 40 %.

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчити матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

Всі види робіт студент повинен виконувати самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших здобувачів освіти або сторонніх осіб. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою, проте є можливість повторного виконання завдання.

Для запобігання та врегулювання конфлікту інтересів, здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати контрольних заходів

через деканат, який після розгляду ситуації надасть можливість та певний період часу для їх повторного проходження. Правила проведення контрольних заходів є доступними для усіх учасників освітнього процесу та забезпечуються об'єктивністю екзаменатора.

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.