



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Будівельно-технологічний інститут  
Кафедра процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів

**СИЛАБУС**  
**освітнього компонента – ОК10**  
**Зворотній інжиніринг в адитивному виробництві**

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма	Адитивні технології	
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS (120 академічних годин)	
Види аудиторних занять	Лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	Розрахунково-графічна робота	
Форми семестрового контролю	іспит	

**Викладач:**

Хлицов Микола Володимирович к.т.н., доцент кафедра процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів, [khlytsov@ogasa.org.ua](mailto:khlytsov@ogasa.org.ua)

У процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ОСНОВНИМИ ПРИНЦИПАМИ ТА СИСТЕМАМИ ЗВОРОТНОГО ІНЖИНІРИНГА ТА ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЗДОБУВАЮТЬ НАВИЧКИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИХ ЗНАНЬ В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ.**

Наприклад: Вміти створювати технічну документацію з урахуванням наявної деталі чи конструкції. Іншими словами, вести процес проектування у зворотному напрямку - від фізичного об'єкта до його абстрактного уявлення.

**Передумовами для вивчення дисципліни** є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: Теоретичною основою даної дисципліни є розділи хімії, інформатики, фізики, матеріалознавства, математичного моделювання.

## **Програмні результати навчання:**

**ПРН 4.** Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності

**ПРН 5.** Акцентовано формулювати думку в усній і письмовій формі державною та іноземною мовою

**ПРН 8.** Знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення

**ПРН 10.** Уміти виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі завдання відповідно до спеціальності; розуміти важливість не технічних (суспільство, здоров'я і безпека, охорона навколишнього середовища, економіка, промисловість) обмежень

**ПРН 11.** Уміти обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки

**ПРН 12.** Створювати цифрові моделі та формо утворювати будівельні деталі за матеріалами тривимірних технологій

**ПРН 13.** Демонструвати знання методів та навички практичного застосування методів експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів

**ПРН 16.** Вирішувати інженерно-технічні завдання на основі матеріалів тривимірного сканування та комп'ютерного моделювання

**ПРН 17.** Знання технічних характеристик, умов роботи, застосування виробничого обладнання для обробки матеріалів та контрольованих вимірювальних приладів

**ПРН 19.** Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування

**ПРН 20.** Розробляти завдання на проектування, технічні умови, інструкції та методичні вказівки по використанню коштів, технологій і устаткування

## **Диференційовані результати навчання:**

### **знати:**

конструктивне-технологічні особливості об'єкта виробництва (обґрунтування застосовуваних матеріалів, геометричних розмірів, вимог щодо точності та якості виготовлення, за експлуатаційними характеристиками);

- процес отримання цифрової 3D-моделі реального виробу з використанням автоматизованих систем проектування;
- етапи створення тривимірних об'єктів з використанням 3D-сканування, при якому форма об'єкта перетворюється на математичний образ у вигляді хмари точок.

### **володіти:**

- практичним досвідом проектування для виготовлення деталей; методиками розрахунку та проектування;
- навичками редагування фасетних моделей із застосуванням звичних інструментів проектування для роботи з граничними уявленнями;

– вибором найбільш відповідних методів тривимірного друку з визначеними параметрами, матеріалами і алгоритмами друку.

**вміти:**

- обґрунтовувати технічні та технологічні вимоги, представлені у конструкторській документації;
- обґрунтовувати технологічні можливості створення конструкцій у виробництві, намічати шляхи вирішення технологічних проблем;
- вибрати обладнання для виготовлення деталі та призначати режими переробки;
- призначати конкретні методи виготовлення, збирання, контролю та випробувань;
- вміти користуватися технічною документацією.

**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва тем	Кількість годин на		
		лекційні заняття	практичні заняття	самостійну роботу
1	2	3	4	5
1.1	<b>Введение в зворотній інжиниринг. Системный інжиниринг.</b> Загальні відомості про зворотний інжиніринг Історія виникнення зворотного інжинірингу Функції інженера під час створення об'єктів у адитивному виробництві	2	2	2
1.2	<b>Зворотній інжиніринг.</b> Концепція зворотного інжинірингу. Основні поняття та визначення Виникнення та приклади зворотного інжинірингу в історії машинобудування. Цілі зворотного інжинірингу. Переваги та недоліки зворотного інжинірингу. Апаратне та програмне забезпечення зворотного інжинірингу. Класифікація вихідних об'єктів зворотного інжинірингу	2	2	2
1.3	<b>Зворотній інжиніринг простих статичних виробів.</b> Зворотній інжиніринг механізмів та машин. Особливості механізмів, що впливають на складність робіт із зворотного інжинірингу. Вибір способу отримання розмірів даних деталей при зворотному інжинірингу. Зворотній інжиніринг деталі: вимоги до вихідних даних. Зворотній інжиніринг конструкторської документації.	2	2	2

1.4	<b>Програмні технології прототипування виробів.</b> Програмне забезпечення швидкого прототипування виробів. Завдання програм підготовки виробу. Перевірка файлу STL та виправлення помилок. Визначення напрямку нарощування. Оцінка замкнених обсягів. Створення підтримуючих структур.	2	6	12
1.5	<b>САПР для систем швидкого прототипування.</b> Гібридне моделювання, параметричне моделювання. Процеси швидкого прототипування та виготовлення. Стереолітографія. Затвердіння на твердій основі. Вибірче лазерне спікання. Тривимірний друк. Моделювання методом наплавлення. Верстати для швидкого прототипування. Приклади спеціального застосування швидкого прототипування. Програмні технології для швидкого прототипування.	2	4	12
1.6	<b>Машинобудівний інжиніринг.</b> Об'єкти та характеристика машинобудівного інжинірингу. Основні роботи, що виконуються при машинобудівному інжинірингу. Концепція модернізації машини. Основні напрямки модернізації машин та обладнання. Завдання та роботи, що виконуються при машинобудівному інжинірингу новоствореного та модернізованого обладнання, машин та комплексів. Нормативно-технічні документи, що використовуються в машинобудівному інжинірингу. Поняття Системи розробки та постачання продукції на виробництво.	2	2	12
1.7	<b>Життєвий цикл машини та стадії її проектування</b> Життєвий цикл машини. Відмітні ознаки кожної стадії життєвого циклу. Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи. Цілі та завдання їх виконання Початкові вимоги до машини. Технічне завдання. Цілі їх розробки, короткий зміст. Технічна пропозиція. Цілі та завдання виконання, основний зміст конструкторських робіт етапу. Ескізний	2	4	10

	проект. Цілі та завдання виконання, основний зміст конструкторських робіт етапу. Технічний проект Цілі та завдання виконання, основний зміст конструкторських робіт етапу. Робочий проект. Цілі та завдання виконання, основний зміст конструкторських робіт етапу.			
1.8	<b>Швидке прототипування та виготовлення виробів та оснащення.</b> Швидке прототипування та виготовлення виробів традиційними методами. Основи обробки матеріалів різанням. Вибір матеріалів. Постобробка прототипів. Методи швидкого виготовлення оснастки за фізичним прототипом.	2	2	4
	<b>Всього</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>56</b>

### Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання «іспиту» за навчальною дисципліною складає 60 балів та 100 балів відповідно і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
Практичні роботи (виконання та захист)		10	16
Контроль знань:			
- Поточний контроль знань (стандартизовані тести), або усне опитування		36	60
- Підсумковий (семестровий) контроль знань		1	
Відвідування лекційних та практичних занять		24	14
<b>Разом</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

Два рази за семестр проводиться поточний контроль знань – **стандартизовані тести** (по 25 тестових питань).

**Підсумковий (семестровий) контроль знань** проводиться для студентів, що не змогли з будь яких причин набрати мінімальну кількість балів та/або для студентів, які бажають збільшити вже набрану кількість балів. Підсумковий (семестровий) контроль знань здійснюється у вигляді здачі усного запиту викладачеві.

**Перелік тематики розрахунково-графічної роботи**, визначених відповідно до тематичного плану навчальної дисципліни, пов'язані із вирішенням конкретних практичних фахових завдань:

1. Розробити твердо тільну модель 3D сканеру по фасетній моделі засобами SolidWorks.
2. Розробити твердо тільну модель 3D сканеру по фасетній моделі засобами Solid Edge.

При розробці розрахунково-графічної роботи студент повинен користуватися, окрім навчально-методичних матеріалів, діючими нормативними матеріалами: будівельними нормами і правилами, нормами технологічного проектування, державними стандартами, технічними умовами, використовуючи при цьому сучасні інформаційні засоби та комп'ютерні технології. Розрахунково-графічна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (формат листа А-4).

## **Інформаційне забезпечення**

### Основна література

1. Зиновьев Д. В. Основы моделирования в Solid Edge ST10. 1-е изд. / под ред. М. И. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 171 с.: ил.
2. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. Изд-во: М.: Техносфера, 2016. 656 с.
3. Овсянников В.Е., Шпитко Г.Н., Васильев В.И. Техническое и инженерно-психологические основы проектирования машин. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. 115с.
4. Зиновьев Д. В. Основы моделирования в Solid Edge ST10. 1-е изд. / под ред. М. И. Азанова. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 171 с.: ил.
5. Baehr J., Bernardini A., Sigl G., Schlichtmann U. Machine learning and structural characteristics for reverse engineering // Integration, In press, journal pre-proof, Available online 2 November 2019 doi: 10.1016/j.vlsi.2019.10.002
6. Herráez J., Martínez J.C., Coll E., Martín M.T., Rodríguez J. 3D modeling by means of videogrammetry and laser scanners for reverse engineering // Measurement. 2016. Vol. 87. Pp. 216–227. doi: 10.1016/j.measurement.2016.03.005
7. Довгань О.А., Хлицов Н.В. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи по дисципліні «Зворотній інжиніринг в адитивному виробництві»// Для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" ступеня вищої освіти "Магістр" спеціалізація «Адитивні технології» // Одеса, 2022, 12с.

### Допоміжні джерела інформації

1. Бортяков Д.Е. Основы проектной деятельности. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: учебное пособие / Д.Е. Бортяков, С.В. Мещеряков, Н.А. Солодилова; под ред. С.В. Мещерякова. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. — 152 с. Под ред. В. Н. Кулезнева, В. К. Гусева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Мир, 2006. - 596,с.
2. [https://docs.sw.siemens.com/en-US/product/246738425/doc/PL20200701135947994.user\\_interface/html/xid486886](https://docs.sw.siemens.com/en-US/product/246738425/doc/PL20200701135947994.user_interface/html/xid486886)
3. <https://autocad-lessons.ru/book-solid-edge/> – бесплатный учебник по изучению Solid Edge.
4. Видеокурс «Основы конструирования в Solid Edge. Синхронная среда»: <https://autocad-lessons.ru/product/solid-edge-base/>.
5. <https://solidedge.siemens.com/en/solutions/users/students/>