



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО  
МАШИНОБУДУВАННЯ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<b>Назва курсу</b>	<b>МОДЕЛЮВАННЯ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА</b>
<b>Викладач (-і)</b>	Сергій ЛЕЩЕНКО, завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування, кандидат технічних наук, доцент, <a href="https://sgm.kntu.kr.ua/kafedra/leshchenko-serhii-mykolaiovych">https://sgm.kntu.kr.ua/kafedra/leshchenko-serhii-mykolaiovych</a>
<b>Контактний тел.</b>	+38(099) 443-70-84
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:serafsgm@ukr.net">serafsgm@ukr.net</a>
<b>Обсяг та ознаки дисципліни</b>	Обов'язкова дисципліна фахової підготовки. Форма контролю: екзамен. Загальна кількість кредитів – 5, годин – 150, у т.ч. лекції – 32 години, лабораторні роботи – 32 години, самостійна робота – 86 годин. Формат: очний (offline / face to face) / дистанційний (online). Мова викладання: українська.
<b>Консультації</b>	Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відеоконференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Messenger, Telegram за домовленістю.
<b>Пререквізити</b>	Засвоєння компоненту здобувачами освіти поліпшиться, якщо попередньо були опановані дисципліни: «Основи агроінженерії та інформаційні технології», «Фізико-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів», «3-D моделювання в агроінженерії», «Технологія виробництва продукції рослинництва», «Машини та технології виробництва продукції тваринництва», «Теорія, конструкція і розрахунок сільськогосподарських машин».

## **1. Мета і завдання дисципліни**

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є формування у здобувачів освіти знань теоретичних основ, практичних навиків і умінь моделювання машин та обладнання для агропромислового виробництва, в тому числі і з використанням сучасних САД систем, спеціального програмного забезпечення для моделювання, проектування та розрахунку конструктивних елементів машин, обладнання, іншого технічного забезпечення агропромислового комплексу.

### **Завдання вивчення дисципліни:**

- вивчити загальні принципи складання моделей машин та обладнання для агропромислового виробництва, навчитися будувати моделі технічного забезпечення агропромислового комплексу;
- оволодіти методиками аналізу та оцінки ефективності роботи машин та обладнання АПВ, навчитися вдосконалювати та оптимізувати сільськогосподарські агрегати на етапі їх моделювання;
- ознайомити здобувачів освіти з пакетами прикладних програм, які можуть використовуватися для проведення моделювання та автоматизованого розрахунку машин;
- ознайомити з основними типами просторових моделей машин та обладнання АПВ, правилами їх створення та відображення;  
засвоїти типові операції та дії при побудові і оптимізації просторових моделей сільськогосподарських машин, що можуть бути реалізовані у різних пакетах прикладних програм.

## **2. Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен набути наступні компетентності:

### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі агропромислового виробництва та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

### **Загальні компетентності (ЗК):**

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності.
- ЗК 4. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)**

- ФК 2. Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження для створення нових та удосконалення існуючих технологічних систем

сільськогосподарського призначення, пошуку оптимальних методів їх експлуатації. Здатність застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, системного аналізу для розв'язування складних задач і проблем сільськогосподарського виробництва.

ФК 3. Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

ФК 4. Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комп'ютерні технології для вирішення професійних завдань.

ФК 7. Здатність проектувати, виготовляти і експлуатувати технології та технічні засоби виробництва, первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції.

### **Програмні результати навчання (ПРН):**

ПРН 1. Володіти комплексом необхідних гуманітарних, природничо-наукових та професійних знань, достатніх для досягнення інших результатів навчання, визначених освітньою програмою.

ПРН 8. Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач.

ПРН 9. Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та сучасні інформаційні технології для вирішення професійних завдань.

ПРН 12. Проектувати конкурентоспроможні технології та обладнання для виробництва сільськогосподарської продукції відповідно до вимог споживачів та законодавства.

ПРН 16. Створювати і оптимізувати інноваційні техніко-технологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі.

### **3. Політика курсу та академічна доброчесність**

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі вищої освіти відвідають аудиторні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Недопустимість: запізнь на заняття, користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

## **4. Програма навчальної дисципліни**

### **ТЕМА 1. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

1. Система. Класифікація систем. Технічна система. Технологічна система.
2. Машини та обладнання АПВ як складні динамічні системи.
3. Функційна структура машин та обладнання. Конструктивна структура.
4. Робочі процеси, які відбуваються у машинах. Функція технічної системи.

### **ТЕМА 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МОДЕЛЮВАННЯ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ**

1. Модель. Моделювання. Об'єкт моделювання машин та обладнання в агроінженерії.
2. Класифікація об'єктів моделювання технічного забезпечення агропромислового виробництва.
3. Етапи розробки і використання моделі.
4. Абстрагування та ідеалізація.
5. Методи побудови математичних моделей машин та обладнання для агропромислового виробництва.
6. Аналітичні методи аналізу моделей технічного забезпечення АПВ.

### **ТЕМА 3. ПОБУДОВА ДЕТЕРМІНОВАНИХ МОДЕЛЕЙ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ**

1. Типові математичні моделі руху точки, механізму, руху потоку рідини, теплопровідності при моделюванні машин та обладнання для АПВ.
2. Побудова складної моделі об'єднанням простих моделей.
3. Динамічні моделі сільськогосподарських машин та агрегатів.
4. Особливості моделей функціонування сільськогосподарських агрегатів.

### **ТЕМА 4. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

1. Задача найшвидшого спуску.
2. Оптимальне проектування машин та обладнання для агропромислового виробництва.
3. Методи математичного програмування.
4. Симплексний метод лінійного програмування.
5. Графічний розв'язок задачі лінійного програмування.
6. Задачі розподілу.

### **ТЕМА 5. ІМІТАЦІЙНЕ ТА СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

1. Уведення в імітаційне моделювання.
2. Призначення й область застосування імітаційного моделювання в науці й техніці.
3. Методологія імітаційного моделювання.
4. Випадкові процеси при функціонуванні сільськогосподарських агрегатів.

5. Метод Монте-Карло.
6. Генератори випадкових чисел.
7. Загальні методи генерування випадкових послідовностей із заданими законами розподілу.
8. Теорія масового обслуговування.

#### **ТЕМА 6. ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

1. Автоматизовані інструментальні середовища моделювання машин та обладнання.
2. Просторове (3D) моделювання.
3. Твердотільне моделювання.
4. Віртуальна реальність.
5. Віртуальна інженерія.

#### **ТЕМА 7. СИСТЕМИ ПРОСТОРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АПВ**

1. Види і рівні просторових (3D) моделей. CAD/CAM/CAE системи в агроінженерії.
2. Основи геометричного просторового моделювання. Загальні засади роботи CAD/CAM/CAE систем.
3. Роль просторових моделей машин та обладнання на різних етапах життєвого циклу виробів, оптимізація під час просторового моделювання.

#### **ТЕМА 8. ПРИНЦИПИ ДІЙ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ. МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄМНИХ ЗБОРОК МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АПВ**

1. Геометричні (просторові) моделі в автоматизованому конструюванні сільськогосподарської техніки.
2. Електронна модель виробу.
3. Основні терміни просторового моделювання, базові формоутворюючі операції.
4. Загальні принципи твердотільного моделювання деталей сільськогосподарської техніки і обладнання.
5. Загальні принципи роботи із зборками машин та обладнання для АПВ.

#### **ТЕМА 9. СИСТЕМА ПРОСТОРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ SOLIDWORKS. ПОРЯДОК СТВОРЕННЯ ПРОСТОРОВИХ МОДЕЛЕЙ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ**

1. Вимоги, що висуваються до ескізів при побудові просторових моделей в SolidWorks.
2. Загальні принципи твердотільного моделювання деталей сільськогосподарської техніки.
3. Моделювання додаткових конструктивних елементів машин та обладнання.
4. Побудова масивів елементів.
5. Побудова допоміжних елементів.

## **ТЕМА 10. СИСТЕМА AUTOCAD. ФОРМУВАННЯ ТИПОВИХ ОБ'ЄМНИХ ТІЛ. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТРИВИМІРНИХ КРЕСЛЕНЬ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АПВ**

1. Основи просторового моделювання в AutoCAD.
2. Загальні принципи твердотільного моделювання деталей сільськогосподарської техніки.
3. Основні операції просторового моделювання машин та обладнання.
4. Система координат і площини проекцій.
5. Особливості просторового моделювання деталей сільськогосподарської техніки.
6. Вибір орієнтації моделі деталі.

## **ТЕМА 11. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, КІНЕМАТИЧНИХ, СИЛОВИХ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ТА РОЗРАХУНКІВ НА МІЦНІСТЬ. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

1. Загальний алгоритм проведення інженерного аналізу розробленої конструкції (просторової моделі) сільськогосподарської техніки.
2. Створення розрахункової моделі (Simulation Part), аналіз отриманих результатів (Results). Відстеження тенденцій в результатах досліджень машин та обладнання АПВ.
3. Моделювання та аналіз процесів і впливів (SolidWorks Simulation). Дослідження впливу зовнішніх навантажень на ґрунтообробний робочий орган та оптимізація його форми.
4. SolidWorks Motion. Дослідження руху складальної одиниці. Створення анімації роботи механізму та дослідження його руху.
5. Інженерний аналіз машин та обладнання для АПВ. Метод кінцевих елементів.

### **5. Система оцінювання та вимоги**

**Види контролю:** поточний, рубіжний, підсумковий.

**Методи контролю:** спостереження за навчальною діяльністю здобувачів вищої освіти, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

**Форма підсумкового контролю:** екзамен.

Рубіжний контроль проводиться з метою оцінки рівня засвоєння здобувачами вищої освіти денної форми навчання логічно завершеної частини навчального матеріалу та має на меті підвищення мотивації до навчання і навчальної дисципліни здобувачів вищої освіти. Рубіжний контроль успішності здобувачів вищої освіти проводиться науково-педагогічними працівниками під час проведення всіх видів аудиторних занять в середині семестру та за тиждень до закінчення семестру.

Об'єктом оцінювання при проведенні рубіжного контролю успішності виступають: міра засвоєння здобувачем вищої освіти теоретичних знань, рівень оволодіння практичними вміннями і навичками, здатність до самостійної роботи, навчальна дисципліна (активність, своєчасне проходження контрольних заходів тощо).

Оцінка рубіжного контролю носить комплексний характер і враховує досягнення здобувача вищої освіти за основними компонентами:

- рівень засвоєння навчального матеріалу;
- повнота виконання здобувачем вищої освіти усіх видів робіт, передбачених навчальною програмою дисципліни;
- самостійна робота здобувача вищої освіти.

Результати рубіжних контролів є складовими оцінки семестрового підсумкового контролю.

Максимально загальна кількість балів, виділених для оцінки результатів під час одного рубіжного контролю у формі екзамену складає 30 балів.

Здобувач вищої освіти вважається допущеним до семестрового підсумкового контролю (екзамену) із «Моделювання машин та обладнання для агропромислового виробництва», якщо він виконав усі види робіт, які передбачені навчальним планом.

Оцінку підсумкового семестрового контролю у формі екзамену становить сума балів за результатами рубіжних контролів та балів, набраних здобувачем вищої освіти при складанні семестрового екзамену. Загальна кількість балів, виділених на проведення семестрового екзамену робочою програмою навчальної дисципліни, складає 40 балів. Кількість балів, одержана здобувачем вищої освіти на екзамені, додається до результатів рубіжних контролів, що разом складає оцінку знань здобувача вищої освіти з дисципліни «Моделювання машин та обладнання для агропромислового виробництва» за 100-бальною шкалою та переводиться в оцінку за шкалою ЄКТС і національною шкалою («Відмінно», «Добре», «Задовільно», «Незадовільно»).

**Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни «Моделювання машин та обладнання для агропромислового виробництва»**

Поточний та підсумковий контроль												Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1											ЗК1		
T1	Lp1	T2	Lp2	T3	Lp3	T4	Lp4	T5	Lp5	ЗК1		40	100
2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	5			
Змістовий модуль 2											ЗК2		
T6	Lp6	T7	Lp7	T8	Lp8	T9	Lp9	T10	Lp10	T11		Lp11	ЗК2
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	6	

**Примітка:** Примітка: T1, T2,..., T11 – тема програми, Lp1, Lp2,..., Lp11 – лабораторна робота; ЗК1, ЗК2 – підсумковий змістовий контроль.

**Критерії оцінювання** знань і вмінь здобувачів визначені [Положенням про організацію освітнього процесу в ЦНТУ](#) (с. 31-33).

## 6. Рекомендована література

### Методичне забезпечення

1. Моделювання машин та обладнання для агропромислового виробництва. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, В.В. Амосов – Кропивницький: ЦНТУ, 2024.

2. Математичне моделювання процесів і систем : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти магістр спеціальності 208 "Агроінженерія" освітньо-наукова програма "Агроінженерія" / [уклад.: В.В. Амосов, І. М. Осипов] – Кропивницький : ЦНТУ, 2021.– 36 с.

3. Математичне моделювання процесів і систем (Частина 2): методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти магістр спеціальності 208 "Агроінженерія" освітньо-наукова програма "Агроінженерія" / [уклад.: В.В. Амосов, Д.Ю. Артеменко, С.М. Мороз]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021.– 44 с.

4. Амосов В.В., Сало В.М., Свірень М.О. Математичне моделювання процесів і машин: навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2022. – 218 с.

### Основна

1. Основи творення машин / М.Я. Бучинський та ін. ; за ред. О.В. Горика. Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. 448 с.

2. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: підручник. Житомир: ЖІТІ, 2001. 612 с.

3. Пальчевський Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) : навч. посібник. Львів: Світ, 2001. 232 с.

4. Бахрушин В.Є. Математичні основи моделювання систем: навч. посібник для студентів. Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2009. 224 с.

5. Майстренко А.А. Моделювання виробничих процесів і систем: конспект лекцій / А.А. Майстренко, Л.М. Рижанкова. Київ : КНУБА, 2013. 56 с.

6. Кірчук Р.В., Дударев І.М. Математичне моделювання машин : навч. посібник. Луцьк : Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2014. 134 с.

7. Томашевський В.М. Моделювання систем : підруч. для студ. ВНЗ / В.М. Томашевський. Київ : вид. група ВНУ, 2007. 352 с.

8. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника : навч. посібник для студентів агротехн. спец. Кіровоград : 2016. 204 с.

9. Сиротинський О.А. Основи проектування машин: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – рівне: УДУВГП, 2003. – 252 с.

10. Системи 3D моделювання: Навчальний посібник/ Пальчевський Б.О., Валецький, Б.П., Вараніцький Т.Л. – Луцьк:, 2016 – 176 с.

11. Іванов М.І. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник / М.І. Іванов, О.Ю. Гуменюк, О.М. Міщук та ін. – Вінниця, 2011. – 129 с.



12. Климнюк В.Є. Інженерна і комп'ютерна графіка: навчальний посібник / В.Є. Климнюк. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – 92 с.
13. Грабченко А.І., Доброскок В.Л. Теорія 3D моделювання: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 230 с.
14. SolidWorks. Офіційний сайт Dassault Systems: веб-сайт. URL: <https://www.solidworks.com/>.
15. Autodesk Inventor. Офіційний сайт Autodesk: веб-сайт. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/>.
16. Solid Edge. Офіційний сайт Siemens: веб-сайт. URL: <https://solidedge.siemens.com/en/>.
17. FreeCAD. Офіційний сайт FreeCAD: веб-сайт. URL: <https://www.freecadweb.org/>.

### **Додаткова**

1. Остапчук М.В., Станкевич Г.М. Математичне моделювання на ЕОМ : Підручник. Одеса: Друк, 2006. 313 с.
2. Пожидаєв С. П. Моделювання інженерних задач: навч. посібник. Київ : НУБіПУ, 2011. 224 с.
3. Гліненко Л. К. Сухоносів О. Г. Основи моделювання технічних систем: Навч. посібник. Львів: Бескид Біт, 2003. 176 с.
4. Лазарев Ю. Ф. Моделювання на ЕОМ: Навчальний посібник. Київ : Політехніка, 2007. 290 с.
5. Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2017 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 1677 p.
6. Keska Pawel. SolidWorks 2021: Part Modeling, Assemblies, and Drawings. – CADvantage, 2021. – 1586 p.
7. Verna G., Weber M. SolidWorks 2020 Black Book. – CAD/CAM/CAE WORKS, 2019. – 644 с.
8. Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2020 for Designers. – CAD/CIM Technologies, 1040 p.

### **Інформаційні ресурси**

1. <http://dSPACE.kntu.kr.ua/> .
2. <http://moodle.kntu.kr.ua/my/> .
3. <https://books.google.com.ua/> .

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри сільськогосподарського машинобудування, Протокол № 2 від 29 серпня 2024 р.