

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарських машин та системотехніки імені акад. П.М. Василенка

"ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету конструювання та дизайну
(Ружилю З.В.)
20__ р.



"СХВАЛЕНО
на засіданні кафедр
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад. П.М. Василенка
Протокол №10 від "17" квітня 2024 р.
Завідувач кафедр
(Гуменюк Ю.О.)

"РОЗГЛЯНУТО
Гарант ОП "Галузеве машинобудування"
Гарант С
(Булгаков В.М.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Система точного землеробства, патентознавство

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Галузеве машинобудування
Факультет конструювання та дизайну
Розробник: доцент, к.т.н., доцент Онищенко В.Б.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

Кафедра сільськогосподарських машин та системотехніки імені акад. П.М. Василенка

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету конструювання та дизайну

(Ружи́ло З.В.)

" ____ " _____ 20__ р.

"СХВАЛЕНО"

на засіданні кафедри

сільськогосподарських машин та

системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

Протокол №10 від "17" квітня 2024 р.

Завідувач кафедри

(Гуменюк Ю.О.)

"РОЗГЛЯНУТО"

Гарант ОП "Галузеве машинобудування"

Гарант ОП

(Булгаков В.М.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Система точного землеробства, патентознавство

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Галузеве машинобудування
Факультет конструювання та дизайну
Розробник: доцент, к.т.н., доцент Онищенко В.Б.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Опис навчальної дисципліни

Система точного землеробства, патентознавство

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Галузь знань	<u>13 "Механічна інженерія"</u> (шифр і назва)	
Освітній ступінь	<u>бакалавр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Спеціальність	<u>133 "Галузеве машинобудування"</u> (шифр і назва)	
Освітня програма	<u>Галузеве машинобудування</u>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	_____ (назва)	
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	<u>3</u>
Семестр	6	<u>7-й</u>
Лекційні заняття	15 год.	<u>2</u> год.
Практичні, семінарські заняття	<u>-</u> год.	_____ год.
Лабораторні заняття	45 год.	_____ год.
Самостійна робота	<u>30</u> год.	<u>30</u> год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	<u>1</u> год. <u>1</u> год.	<u>1</u> год. <u>4</u> год.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни - сформувані у студентів знання з наукових основ розробки і організації оптимальних методів механізованого виробництва продукції рослинництва на базі сучасних інформаційних технологій.

Завдання:

- розкрити шляхи та методи вирішення актуальних проблем високоефективного використання сільськогосподарської техніки в польових умовах з використанням технологій змінних норм (доз) внесення матеріалів;
- навчити спеціалістів обирати оптимальні технології вирощування сільськогосподарських культур для отримання максимального прибутку з мінімальними витратами матеріалів та енергії і збереженням родючості ґрунтів та навколишнього середовища;
- показати напрямки підвищення надійності виконання технологічних процесів і продуктивності роботи сільськогосподарських машин, усунення нерентабельних фінансових витрат і втрат сільськогосподарської продукції;
- розкрити методи гармонізації взаємодії сільськогосподарської техніки з робочим та навколишнім середовищем

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- методи організації і застосування технологій точного землеробства;
- вимоги до сільськогосподарських машин при роботі за системою точного землеробства;
- основи функціонування приладів та обладнання для СТЗ, порядок їх налагоджування та експлуатації;
- програмне забезпечення з СТЗ;
- порядок складання та аналізу картограм місцевизначених параметрів полів;
- порядок застосування змінних норм внесення технологічних матеріалів;

вміти:

- організувати ведення сільського господарства за системою точного землеробства;
- проводити збір та реєстрацію польових місцевизначених параметрів;
- будувати і проводити аналіз картограм місцевизначених параметрів полів;
- користуватись приладами та обладнанням глобальної системи позиціонування;
- користуватись спеціалізованим бортовим комп'ютерним обладнанням та програмним забезпеченням класу ГІС;
- конструювати, виготовляти та використовувати сільськогосподарські машини, що адаптовані до використання в системі точного землеробства.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

загальні компетентності (ЗК): ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні. ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;

фахові компетентності спеціальності (ФК): ФК1. Здатність застосовувати типові

аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування. ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування. ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних. ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання. ФК10. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі. ПРН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку. ПРН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні. ПРН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

ПРН11. Вільно спілкуватися з інженерним співтовариством усно і письмово державною та іноземною мовами. ПРН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Програма

Змістовний модуль 1

Системи позиціонування машинно-тракторних агрегатів в полі.

1.1. Способи організації та ведення СТЗ

Історична довідка виникнення СТЗ. Суть застосування СТЗ. Базові елементи СТЗ: глобальна система позиціонування (ГСП), географічні інформаційні системи (ГІС), технологія змінних норм внесення (ЗНВ) матеріалів. Основні поняття та визначення СТЗ. Класифікація сільськогосподарських машин для технологій точного землеробства. Система точного землеробства – новий індустріальний крок в механізації рослинництва.

1.2 . Системи позиціонування машинно-тракторних агрегатів в полі

Сутність сільськогосподарської навігації в СТЗ. Способи обчислення координат МТА в полі. Поняття "точність визначення координат рухомого польового об'єкту". Фактори, що впливають на точність навігації мобільних сільськогосподарських агрегатів: погрішності визначення часу, геометричне розташування супутників, багатопутність розповсюдження сигналу, іоносферні затримки сигналу, тропосферні затримки сигналу, помилки обчислення орбіт, інструментальні помилки приймача. Одометричний спосіб визначення місцевизначених координат МТА. Триангулярний спосіб обчислення координат. Інерціальні навігаційні системи. Глобальні системи позиціонування (ГСП). Принципи побудови та функціонування ГСП. Основні сегменти глобальної системи позиціонування – космічний, наземні служби управління, обладнання користувача. Світові координати місцезнаходження МТА - широта, довгота, висота. Визначення координат сільськогосподарських агрегатів з використанням диференційного режиму супутникової ГСП. Визначення координат сільськогосподарських агрегатів з використанням внутрішніх інерціальних навігаційних підсистем. MEMS-технології в навігації. Технології WAAS та EGNOS. Технологія

кінематики реального часу. Автоматичні навігаційні системи водіння МТА по заданій траєкторії.

1.3. Методи реалізації технологій точного землеробства

Порядок застосування карт-технологій точного землеробства. Переваги і недоліки. Сутність сенсор-технології. Сенсор-технологія – технологія з адаптивним ладнанням. Схема реалізації сенсор-технології. Переваги і недоліки сенсор-технології. Комбіновані технології реалізації змінних норм внесення технологічних матеріалів. Поняття компенсаційного сигналу. Формула розрахунку норми внесення технологічного матеріалу. Схема реалізації компенсаційного способу внесення технологічних матеріалів. Порівняльний аналіз методів реалізації системи точного землеробства.

Змістовний модуль 2

Технологія змінних норм внесення матеріалів в рослинництві

2.1. Збір та реєстрація польових місцевизначених параметрів

Системи та методи визначення властивостей ґрунту. Відбір проб ґрунту з подальшим лабораторним визначенням їх фізико-хімічних характеристик. Систематичний відбір проб ґрунту – метод "сітки". Адаптивні схеми збору проб ґрунту – метод "тип ґрунту". Системи автоматизованого збору місцевизначених параметрів. Датчики для визначення фізико-хімічних властивостей ґрунту на ходу в реальному часі; класифікація датчиків.

Картографування (моніторинг) урожайності сільськогосподарських культур. Картограми врожайності – впливовий індикатор доцільності впровадження технологій ТЗ. Обладнання для моніторингу місцевизначеного врожаю. Датчики маси зерна. Датчики вологості зерна. Фактори, що спотворюють коректність побудови картограм врожайності і шляхи їх усунення. Картограми якості зібраного врожаю (вміст білку в зернових, цукру в цукрових бур'яках, тощо) - шлях підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва.

Рослина – "датчик" неоднорідності умов росту рослин. Польова "розвідка" стану рослин. Датчики для вимірювання параметрів стану рослин та ґрунту. Оптичні датчики для дослідження фізіологічного стану культурних рослин. Механічні (маятникові) датчик, для визначення стану біомаси рослин.

Аналіз фітосанітарного стану агроценозів. Методика збору польових даних з наявності бур'янів, шкідників, хвороб рослин тощо. Побудова картограм фітосанітарного рівня.

2.2. Побудова і аналіз картограм місцевизначених параметрів поля

Картограми місцевизначених параметрів, як функції, розподілених по площі поля, параметрів стану поля. Основні програмні продукти для точного землеробства. Критерії вибору програмного забезпечення. Формат представлення даних. Побудова контурних, базових, рельєфних, векторних картограм. Сутність і способи проведення операцій грідингу польових даних. Робота з грідинг-файлами. Аналіз картограм місцевизначених параметрів. Картограми економічної ефективності ведення господарства по окремих полях.

2.3. Технологія змінних норм внесення матеріалів в рослинництві

Основні поняття і визначення технології змінних норм внесення (ЗНВ) матеріалів. Вимоги до сільськогосподарських машин-реалізаторів в системі точного землеробства. Вхідні та вихідні параметри технологічних операцій та їх зв'язок. Сільськогосподарська машина, як керований елемент технологічної операції. Програмно-апаратні комплекси для технологій ЗНВ.

2.4. Реалізація технологій змінних норм внесення технологічних матеріалів

Застосування технологій ЗНВ на основних механізованих технологічних операціях з:

- внесення добрив;
- сівби сільськогосподарських культур;
- захисту рослин.

Реєстрація норми внесення агрохімікатів в реальному час для аналізу впливу сільськогосподарських робіт на навколишнє середовище.

Послідовність запровадження технологій точного землеробства

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма			заочна форма			
	усього	у тому числі		усього	у тому числі		
		лекції	ЛПЗ		лекції	ЛПЗ	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовний модуль 1. Системи позиціонування машинно-тракторних агрегатів в полі.							
Способи організації та ведення СТЗ	1	1		1			2
Програмне забезпечення для точного землеробства "Агролог"	1		1	2			2
Системи позиціонування МТА в полі	2	1	1	3	1		2
Аналіз формату передачі даних обладнанням ГСП	1		1	2			2
Удосконалені системи місцевизначення МТА в полі	2	1	1	2			2
Використання обладнання ГСП для картографування місцевизначених параметрів поля	2	1	1	2			2
Методи реалізації технологій точного землеробства	1	1		2			2
Відбір зразків ґрунту для побудови картограм агрохімічного стану поля	3	2	2				
Разом за змістовим модулем 1	13	7	7	14	1		14
Змістовний модуль 2. Технологія змінних норм внесення матеріалів в рослинництві.							
Збір та реєстрація польових місцевизначених параметрів	2	1	1	2			2
Побудова картограм агрохімічних параметрів ґрунту за допомогою програмного продукту "Surfer"	2	1	1	2			2
Побудова і аналіз картограм місцевизначених параметрів поля. Обладнання моніторингу стану сільськогосподарських угідь.	4	2	2	2			2

Обладнання системи моніторингу врожайності зернових "Field Star"	2	1	1	3			3
Способи і технічні системи змінних норм внесення матеріалів в СТЗ	2	1	1	3	1		2
Застосування програмного продукту "FS Yield Mapping" для побудови картограм врожайності зернових культур	2	1	1	3			3
Послідовність запровадження технологій точного землеробства	2	1	1	18			2
Разом за змістовим модулем 2	16	8	8		1		16
Всього	30	15	15	32	2	4	30

3. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

Модуль	Тема занять	Годин
1	1. Програмний продукт для точного землеробства "Агролог"	2
	2. Використання обладнання ГСП для картографування місцевизначених параметрів поля	2
	3. Аналіз формату передачі даних обладнання ГСП	2
	4. Відбір зразків ґрунту для побудови картограм рівня поживних елементів по площі поля при агрохімічному аналізі ґрунту	2
2	5. Побудова картограм агрохімічних параметрів ґрунту за допомогою програмного продукту "Surfer"	2
	6. Обладнання картографування врожайності зернових культур	2
	7. Застосування програмного продукту "FS Yield Mapping" для побудови картограм врожайності зернових культур	2
	8. Застосування програмного продукту "FS Application Mapping" для побудови картограм заданих норм внесення мінеральних добрив	1
	Всього	15

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Описати детальне застосування програмного продукту для точного землеробства "Агролог"	4
2	Навести приклади застосування обладнання ГСП для сучасного картографування місцевизначених параметрів поля	3
3	Провести аналіз форматів передачі даних за допомогою обладнання ГСП	3
4	Описати методику відбору зразків ґрунту для побудови картограм рівня поживних елементів по площі поля при агрохімічному аналізі ґрунту	4
5	Описати порядок побудови картограм агрохімічних параметрів ґрунту за допомогою програмного продукту "Surfer"	4
6	Навести приклади однієї європейської фірми сучасного обладнання для картографування врожайності зернових культур	4
7	Описати методику застосування програмного продукту "FS Yield	4

	Mapping" для побудови картограм врожайності зернових культур	
8	Описати порядок застосування програмного продукту "FS Application Mapping" для побудови картограм заданих норм внесення мінеральних добрив	4
	Всього	30

Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- реферати;
- захист лабораторних та практичних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- залік;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- реферати, есе;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни РДИС (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи РНР (до 70 балів): $R_{ДИС} = R_{НР} + R_{АТ}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn -: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1588>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна:

1. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Захарін Ф.М., Пономаренко С.О. Система точного землеробства. /Підручник/ – К: - НУБіП України, 2018, - 566 с.
2. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Вигера С.М. та ін. Прецизійні фітотехнології в агропромисловому комплексі України. /Монографія/ – К: - НУБіП України, 2019, - 798 с.
3. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Захарін Ф.М., Адамчук Н.І., Пономаренко С.О. Основи застосування високоточних технологій рослинництва. /Монографія/ – К: - НУБіП України, 2020, - 405 с.
4. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Броварець О.О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Система точного землеробства" для студентів сільськогосподарських вузів. – К.: Центр інформаційних технологій. 2011. – 42 с.
5. Ess D., Morgan M. The precision-farming guide for agriculturists. Deere & Company, Moline, second edition, - 2003, - 138 p.
6. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Захарін Ф. М., Сівак І.М. Моделювання адаптивних технологічних процесів місцевизначеного землеробства. Рекомендації до застосування в галузі сільськогосподарського машинобудування. – К.: НАУ. 2007. – 55 с.
7. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р., Волянський М.С. Терміни точного землеробства // Техніка АПК. – 1999. - № 5. С. 29-30.
8. Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р., Ямков О.В. Система точного землеробства: ефективність і веління часу // Пропозиція. – 2000. - № 6. С. 97.
9. Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р. До впровадження системи точного землеробства //Збірних наукових праць Національного аграрного університету "Механізація сільськогосподарського виробництва", – К.: НАУ, 2000. - т. ІХ. - С. 128-130.
10. Аніскевич Л.В. Технологія компенсаційних внесень технологічних матеріалів в системі точного землеробства // Збірник наук. праць НАУ "Механізація сільськогосподарського виробництва". – К.: НАУ. - 2002, - С. 30-43.
11. Аніскевич Л.В. Сенсор-технологія в точному землеробстві // Науковий вісник НАУ. - К.: НАУ. - 1998. - В. 9. - С. 70-72.
12. Аніскевич Л.В. Місцевизначене керування технологічними процесами с.-г. машин // Механізація сільськогосподарського виробництва - К.: НАУ. - 2000. - Т. ІХ. - С. 43-46.
13. Аніскевич Л.В., Войтюк Д.Г., Захарін Ф. М., Броварець О.О. Польова інформаційна машина системи підтримки виробництва продукції рослинництва. Рекомендації до застосування в галузі сільськогосподарського машинобудування. – К.: МінАПК, 2010. – 77 с.
14. Dawson C. Implication of Precision Farming for fertilizer application policies // Paper of the International Conference in Cambridge. Strensall, York, UK. – 1996. – 44 p.

Додаткова:

1. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Кравчук В.І., Рудь А.В., Мошенко І.О. Програма навчальної дисципліни "Система точного землеробства" для підготовки фахівців ОКР

"Магістр" спеціальності 8.10010203 "Механізація сільського господарства". К.: - Аграрна освіта. -2010. -28 с.

2. Василенко П.М., Анискевич Л.В. Математическое моделирование функционирования мобильных многомерных машинных агрегатов с дифференциальными формами связей //Сб. науч. тр. AGROMECH'87, Bratislava, 1987, - С. 122-127.
3. Анискевич Л.В. Адаптивне управління нормами внесення технологічних матеріалів в точному землеробстві // Науково-виробничий журнал "Електротехніка і механіка", № 1, 2007. –С. 57-66.

11. Інформаційні ресурси

1. <https://www.ispag.org/>
2. <http://www.auvsi.org/Atlanta/conferences/usag2014/>
3. <http://www.farms.com/precision-agriculture/>
4. <http://www.precisionagriculture.org.nz/events/12th-international-conference-on-precision-agriculture-2014-usa/>
5. <http://www.aces.edu/anr/precisionag/>
6. http://www.stahly.com/gps/gps_systems
7. Сайти фірм-виробників обладнання для точного землеробства