НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

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

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"
Декан механіко-технологічного
факультету
_____ В.В. Братішко
"_____"_____2020 р.

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М.Василенка
Протокол № ___ від " ___ " _____2020 р.

Зав. каф. _____ Ю.О. Гуменюк

"**РОЗГЛЯНУТО**"
Гарант ОПП Агроінженерія

_____ В.В. Братішко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Система точного землеробства
(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

Факультет механіко-технологічний
(назва факультету)

Розробник: Аніскевич Л.В., д.т.н., професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М.Василенка

Київ – 2021

1. Опис навчальної дисципліни

Система точного землеробства

(назва)

Галузь знань, спеціальність, ОС		
Галузь знань	20 Аграрні науки і продовольство (шифр і назва)	
Спеціальність	208 Агроінженерія (шифр і назва)	
ОС	магістр (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	30	
Кількість кредитів ECTS	1.5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	перший	перший
Семестр	2	2
Лекційні заняття	15 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	4 год.
Самостійна робота	75	28 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	2 год. 4 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Сучасний спеціаліст повинен майстерно володіти основами технологічних процесів виробництва продукції рослинництва і вміти визначати шляхи і можливості їх удосконалення. Дисципліна "система точного землеробства" (СТЗ) є логічним завершенням та підсумовуванням знань набутих слухачами при вивченні всього курсу передбаченого планом підготовки спеціалістів у галузі механізації сільськогосподарського виробництва.

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

Задачі дисципліни:

- підготувати спеціалістів до самостійної роботи на посадах наукових співробітників, спеціалістів науково—дослідних та виробничих установ та закладів аграрно-технічного профілю, а також сервісних і консультаційних служб СТЗ;
- 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 грунтів 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;
- користуватися спеціалізованим бортовим комп'ютерним обладнанням та програмним забезпеченням класу ГІС;
- конструювати, виготовляти та використовувати сільськогосподарські машини, що адаптовані до використання в системі точного землеробства.

3. Структура та програма 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. Методи реалізації технологій точного землеробства.							
Способи організації та ведення СТЗ	2	2		3	1		2
Програмне забезпечення для точного землеробства "Агролог"	2		2	3		1	2
Системи позиціонування МТА в полі	2	2		3	1		2
Аналіз формату передачі даних обладнанням ГСП	2		2	2			2
Удосконалені системи місцевизначення МТА в полі	2	2					2
Використання обладнання ГСП для картографування місцевизначених параметрів поля	2		2	3		1	2
Методи реалізації технологій точного землеробства	2	2		2			2
Відбір зразків грунту для побудови картограм агрохімічного стану поля	2		2				
Змістовний модуль 2. Технологія змінних норм внесення матеріалів в рослинництві.							
Збір та реєстрація польових місцевизначених параметрів	2	2		3	1		2
Побудова картограм агрохімічних параметрів грунту за допомогою програмного продукту "Surfer"	2		2	3		1	2
Побудова і аналіз картограм місцевизначених параметрів поля. Обладнання моніторингу стану сільськогосподарських угідь.	2	2		2			2
Обладнання системи моніторингу врожайності зернових "Field Star"	2		2	3		1	2
Способи і технічні системи змінних норм внесення матеріалів в СТЗ	2	2		3	1		2
Застосування програмного продукту "FS Yield Mapping" для побудови картограм врожайності зернових культур	2		2	2			2
Послідовність запровадження технологій точного землеробства	1	1		2			2
Застосування програмного продукту "FS Application Mapping" для побудови картограм заданих норм внесення мінеральних добрив	1		1				
Всього	30	15	15	36	4	4	28

4. Змістовні модулі

Змістовний модуль 1

Системи позиціонування машинно-тракторних агрегатів в полі. Методи реалізації технологій точного землеробства.

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. МЕМС-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-технології 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 буряках, 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 грідінгу польових даних. Робота з грідінг-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

Орієнтовний розподіл лекційного учбового часу

Модуль	Тема розділу	Годин
1	1. Способи організації та ведення СТЗ	2
	2. Системи позиціонування МТА в полі	2
	3. Удосконалені системи визначення місцезнаходження МТА в полі	2
	4. Методи реалізації технологій точного землеробства	2
2	5. Збір та реєстрація польових місцевизначених параметрів	2
	6. Обладнання моніторингу сільськогосподарських угідь	2

	7. Побудова і аналіз картограм місцевизначених параметрів поля. Обладнання моніторингу стану сільськогосподарських угідь.	2
	8. Послідовність запровадження технологій точного землеробства	1
Всього		**15**

Розподіл учбового часу на проведення лабораторно–практичних 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 грунту 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**

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Змістовий модуль 1

1. Історична довідка виникнення СТЗ.
2. Обґрунтувати доцільність застосування технологій точного землеробства.
3. Мета і задачі курсу „Система точного землеробства”.
4. Навести і охарактеризувати базові елементи СТЗ.
5. Охарактеризувати географічну інформаційну систему (ГІС).
6. Основні поняття та визначення СТЗ.
7. Методи реалізації технологій ТЗ.
8. Охарактеризувати карт-технологію точного землеробства.
9. Охарактеризувати сенсор-технологію точного землеробства.
10. Класифікація сільськогосподарських машин для технологій точного землеробства.
11. Охарактеризувати сутність сільськогосподарської навігації в СТЗ.
12. Способи обчислення координат МТА в полі.
13. Поняття "точність визначення координат рухомого польового об'єкту". Фактори, що впливають на точність навігації мобільних сільськогосподарських агрегатів під дією супутникової ГСП.
14. Супутникові глобальні системи позиціонування (ГСП).
15. З яких секторів складається супутникова ГСП?
16. Пояснити сутність диференційної глобальної системи позиціонування (ДГСП). Принципові відмінності диференційного режиму ГСП від звичайного?
17. Пояснити сутність роботи систем WAAS та EGNOS.
18. Триангулярний спосіб обчислення координат МТА в полі.
19. Архітектура побудови контролерів ГСП-приймачів.

20. Структура формату передачі даних при роботі датчиків координат обладнання супутникової ГСП.
21. Удосконалені (інтегровані) системи позиціонування МТА в полі.
22. МЕМС-технології, що застосовуються в обладнанні для навігації сільськогосподарських польових об'єктів.
23. Сільське господарство – провідний користувач ГСП.
24. Способи моніторингу (збору) місцевизначеної інформації.
25. Системи та методи визначення властивостей ґрунту.
26. Систематичний відбір проб грунту – метод "сітки".
27. Адаптивні схеми збору проб грунту – метод "тип ґрунту"
28. Датчики для визначення фізико-хімічних властивостей ґрунту на ходу в реальному часі; класифікація датчиків.

Змістовий модуль 2

29. Картографування (моніторинг) урожайності сільськогосподарських культур. Картограми врожайності – впливовий індикатор доцільності впровадження технологій ТЗ.
30. Обладнання для моніторингу місцевизначеного врожаю. Типи датчиків маси зерна. Датчики вологості зерна.
31. Описати призначення, склад та процес роботи обладнання для картографування врожайності зернових Field Star.
32. Мета і послідовність проведення операції "польова розвідка" стану рослин.
33. Датчики для вимірювання параметрів стану рослин та грунту.
34. Послідовність аналізу фітосанітарного стану агроценозів.
35. Описати призначенням та основні характеристики комп'ютерного програмного продукту для точного землеробства "НАУ ТЗ АЛМАЗ AgroLog.
36. Охарактеризувати графічний інтерфейс користувача програмного продукту "НАУ ТЗ АЛМАЗ AgroLog.
37. Обладнання і порядок відбору зразків ґрунту для побудови картограм рівня поживних елементів по площі поля при проведенні агрохімічного аналізу ґрунту.
38. Описати концепцію побудови програмного продукту Surfer і етапи побудови контурних картограм.
39. Описати систему меню користувача програмного продукту Surfer.
40. Порядок побудови картограм агрохімічних параметрів грунту за допомогою програмного продукту "Surfer".
41. Що таке файл "границь поля", його призначення та порядок створення.
42. Пояснити сутність проведення операцій гридінгу над польовими місцевизначеними даними.
43. Описати призначення, склад та процес роботи обладнання для картографування врожайності зернових Field Star.
44. Пояснити призначення, структуру та побудову програмного модуля для точного землеробства "FS Yield Mapping".
45. Пояснити призначення, структуру та побудову програмного модуля для точного землеробства "FS Application Mapping".
46. Сутність технології змінних норм внесення (ЗНВ) технологічних матеріалів. Приклади застосування.
47. Вимоги до сільськогосподарських машин-реалізаторів в системі точного землеробства.
48. Програмно-апаратний комплекс для здійснення операції місцевизначеного внесення добрив.
49. Програмно-апаратний комплекс для здійснення операції місцевизначеної сівби.
50. Програмно-апаратний комплекс для здійснення операції місцевизначеного захисту рослин від шкідників та хвороб.
51. Шляхи вдосконалення існуючої сільськогосподарської техніки для застосування її за технологіями точного землеробства.

Комплект тестів, контрольних запитань для проведення заліку

Питання 1

75	Яка з наведених супутникових систем позиціонування не існує?
1	NAVSTAR
2	ГЛОНАСС
3	SatStar
4	Galileo

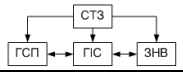
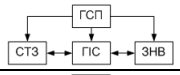
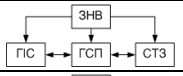
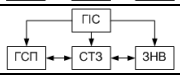
Питання 2

50	Призначення глобальних систем позиціонування?
1	Надавати інформацію про тримірне положення антени приймача рухомого або стаціонарного об'єкту в будь-якій точці планети і в будь-який час
2	Надавати інформацію про світовий час в будь-якій точці планети з будь-якими координатами
3	Надавати інформацію про стан земної поверхні в будь-якій точці планети і в будь-який час
4	Надавати інформацію про погодні умови в будь-якій точці планети і в будь-який час

Питання 3

75	Яка кількість робочих супутників в глобальній системі позиціонування GPS (США)?
1	36
2	12
3	48
4	24

Питання 4

50	Яка з наведених схем відповідає структурі побудови базових елементів системи точного землеробства?
1	
2	
3	
4	

Питання 5

75	Яке поняття описує визначення: "Організація розміщення місцевизначених даних, що містяться в елементарних ділянках поля або осередках комірок координатної сітки, якою «накривається» поле"?
1	Польова розвідка
2	Збір проб грунту
3	Моніторинг урожайності
4	Сітка

Питання 6

75	Яке поняття описує визначення: "Процес взяття проб грунту на елементарних ділянках поля або в осередках комірок сітки, якою «накривається» поле?
1	Польова розвідка
2	Збір проб грунту
3	Моніторинг урожайності
4	Сітка

Питання 7

75	Яке поняття описує визначення: "Автоматизований процес обчислення рівня

	урожайності в межах кожної елементарній ділянки поля "?
1	Польова розвідка
2	Збір проб грунту
3	Моніторинг урожайності
4	Сітка

Питання 8

75	Яке поняття відповідає визначенню: "Точні оцінки в ручному режимі наявного місцевизначеного урожаю та місцевизначеної популяції шкідників і хвороб "?
1	Польова розвідка
2	Збір проб грунту
3	Моніторинг урожайності
4	Сітка

Питання 9

100	До якого поняття відноситься визначення "Ідентифікація параметрів об'єкту або ряду об'єктів без прямого контакту датчика з ними"?
1	Crop Scouting
2	Grid Mapping
3	Remote sensing
4	Soil Sampling

Питання 10

100	Який з наведених термінів відноситься до методів реалізації технологій точного землеробства?
1	електро-технологія
2	технологія заданого кроку
3	цифрова технологія
4	карт-технологія

Питання 11

100	Яка характерна риса реалізації точного землеробства за сенсор-технологією?
1	високий рівень достовірності
2	функціонування в реальному часі
3	ретельний аналіз місцевизначених даних в лабораторних умовах
4	побудова картограм врожайності в реальному часі

Питання 12

75	Призначення візирної системи "lighbar"?
1	допомогти оператору ефективно дотримуватись встановленого напрямку руху МТА без застосування класичних маркерів
2	допомогти оператору МТА витримувати задану швидкість руху
3	правильно обирати місця заправки агрегатів технологічними матервіалами
4	скоротити час простою МТА

Питання 13

50	Що означає абревіатура "ЦМР"?
1	цифрова модель русла
2	цифрова модель руху
3	цифрова модель рельєфу
4	цифрова модель росту

Питання 14

75	До якої з технологій відноситься місцевизначена оранка зі змінною глибиною обробітку грунту?
1	технологія обмежених норм внесення
2	технологія максимальних норм внесення
3	технологія змінних норм внесення (ЗНВ)

4	технологія мінімальних норм внесення

Питання 15

100	Який з перелічених елементів не є частиною обладнання для картографування урожайності зернових?
1	датчик маси
2	датчик вологості
3	датчик визначення координат
4	датчик тиску

Питання 16

75	Який зі способів обчислення координат МТА в полі е найбільш точним?
1	адометричний
2	триангулярний
3	за витратами палива
4	візуальний

Питання 17

100	До якого обладнання відносяться поняття "холодний старт", "гарячий старт"?
1	обладнання ГСП
2	обладнання ГІС
3	обладнання ЗНВ
4	обладнання VRT

Питання 18

100	Який елемент є зайвим при описі функціонування датчика маси зерна компанії Massey Ferguson?
1	джерело γ-випромінювання
2	детектор
3	ударна пластина
4	зерновий елеватор

Питання 19

70	Чи можливо за допомогою обладнання ГСП реєструвати швидкість руху МТА
1	так
2	ні
3	частково
4	за умов наявності секундоміра

Питання 20

100	Інтерполяція нерегулярно розміщених даних з координат і величин місцевизначених параметрів в цих координатах на регулярно розміщені комірки певної сітки (решітки) називається
1	кригінгом
2	гридінгом
3	усередненням
4	нормалізацією

Питання 21

50	Програмний продукт "Surfer" відноситься до класу
1	текстових редакторів
2	географічних інформаційних систем
3	редакторів векторних зображень
4	редакторів растрових зображень

Питання 22

100	Яке з наведених понять є характерною рисою систем як WAAS, так і EGNOS?
1	інтегральні поправки
2	диференціальні викривлення

3	часові поправки
4	диференціальні поправки

Питання 23

50	Призначення програмного модуля для точного землеробства "FS Application Mapping"?
1	Будувати картограми врожайності
2	Будувати картограми норм внесень технологічних матеріалів
3	Будувати картограми інтенсивності росту рослин
4	Будувати картограми механічних навантажень на вал двигуна

Питання 24

50	Призначення програмного модуля для точного землеробства "FS Yield Mapping"?
1	Будувати картограми врожайності
2	Будувати картограми фітосанітарного стану
3	Будувати картограми інтенсивності росту рослин
4	

Питання 25

100	Призначення програмного продукту для точного землеробства "FS Yield Mapping"?
1	Будувати картограми врожайності
2	Будувати картограми норм внесень технологічних матеріалів
3	Реєструвати місцевизначені польові дані
4	Будувати картограми фітосанітарного стану

Питання 26

75	В формулі розрахунку миттєвої врожайності сільськогосподарських культур $Q=\frac{10\lambda}{BQ}$ величина λ означає:
1	швидкість руху комбайна
2	інтенсивність подачі зерна
3	ширину захвату комбайна
4	коефіцієнт завантаження молотарки

Питання 27

75	Яка з наведених систем збору місцевизначеної інформації є найбільш перспективною для інформаційних технологій в екосистемах?
1	автоматизована
2	ручна
3	безпілотна роботизована
4	механізована

Питання 28

50	Характерна риса застосування інформаційних технологій в екосистемах
1	безперервний моніторинг та аналіз
2	епізодичний моніторинг
3	циклічний моніторинг
4	вибірковий моніторинг

Питання 29

100	Який з наведених методів не є методом гридінгу?
1	кригінг
2	"найближчого сусіда"
3	Шепарда
4	Клюєва

Питання 30

50	Яким з наведених датчиком точніше всього можливо виміряти рівень органічної речовини грунту?

1	іонселективним
2	п'єзодатчиком
3	спектральним
4	індуктивним

6. Методи навчання

В процесі проведення навчальних занять використовувалися такі методи навчання: метод інформаційного викладу, метод пояснення, метод ілюстрації, метод демонстрації, метод бесіди, інтерактивний метод ділової гри, методи контролю оволодіння навчальним матеріалом.

7. Форми контролю

Усне опитування, контрольне практичне виконання лабораторних робіт по завдвнню і під наглядом викладача, тематичні контрольні завдання, модульні контрольні роботи (вирішення практичних задач, тестів), підсумковий контроль (залік).

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Курс складається з 3 теоретично-практичних модулів; їх характеристика і розшифровка наведена в таблицях нижче.

Кожен теоретично-практичний модуль оцінюється в балах, враховуючи виконання самостійних робіт з кожного модуля.

Лекції	Лабо-раторні	Всього год.	Розрахунк. рейтинг $R_{дис}$	Рейтинг навчал. роботи $R_{нр}$	Рейтинг атестат. $R_{ат}$	Кредити ECTS
15	15	30	30	21	9	1,0

Наведена кількість умовних балів за навчальну роботу студента складає 70% (коефіцієнт 0,7) від загальної кількості умовних балів. Ще 30% (коефіцієнт 0,3) припадає на атестацію (залік). Тобто рейтинги з навчальної роботи та з атестації складають:

$R_{нр}$=21 балів $R_{ат}$=9 балів $R_{дис}$=30 балів

Студент може збільшити свій рейтинг за роботу, визначену лектором і вводиться за рішенням кафедри сільськогосподарських машин за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню кваліфікації студентів з дисципліни (доповідь на студентській конференції, виготовлення макетів, підготовку наочних посібників тощо).

Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$ може складати до 10% від рейтингу з дисципліни $R_{дис}$ (тобто, до 2,8 балів).

Рейтинг штрафний $R_{штр}$ віднімається від $R_{нр}$ і може складати до 5% від $R_{нр}$ (до 2,1 балів). $R_{штр}$ визначається лектором і вводиться за рішенням кафедри сільськогосподарських машин для студентів, які невчасно засвоїли матеріал модуля, не дотримувались графіка роботи, пропускали заняття тощо.

Для допуску до атестації (заліку) студенту необхідно набрати з навчальної роботи не менше 50% умовних балів від рейтингу з навчальної роботи $R_{нр}$ (9,8 балів). Це означає, що в цілому студенту необхідно виконати такий мінімум робіт:

1. Виконати всі заплановані завдання (завдання самостійної роботи, домашні завдання, реферати, тощо);
2. Уникати штрафних санкцій лектора.

Рейтинг з атестації $R_{ат}$ включає рейтинг із заліку $R_{зал}$ і визначається кількістю балів, отриманих студентом на атестації з дисципліни, передбаченої робочим навчальним планом. Залік складається в кінці 3-го семестру.

Студенти, які протягом семестру набрали необхідну кількість умовних балів (не менше 60% від розрахункового рейтингу - 11,8 бали) мають можливість:

- не складаючи залік отримати залікову оцінку згідно з даними таблиці ;
- скласти залік з метою підвищення рейтингу з дисципліни;
- у разі отримання на заліку оцінки меншої, ніж „Автоматично" з рейтингу, за студентом зберігається оцінка, отримана „Автоматично".

Студенти, які протягом навчального семестру набрали кількість балів, меншу 60% від розрахункового рейтингу (тобто 11,8 балів) зобов'язані скласти залік.

Студенти, які протягом навчального семестру набрали кількість балів, меншу 50% від розрахункового рейтингу з навчальної роботи $R_{нр}$ (менше мінімальної рейтингової оцінки, приведеної в таблиці (тобто 9,8 бали), зобов'язані до початку залікової сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку і матимуть академічну заборгованість.

Студентам, які успішно завершили засвоєння дисципліни, задовольняючи всі необхідні вимоги щодо атестації, присвоюються кредити ECTS, призначені для дисципліни робочим навчальним планом.

Рейтингові оцінки із змістових модулів

Термін навчання тижні	Номер змістовного модуля	Навчальне навантаження години (балів)	Кредити ECTS	Рейтингова оцінка змістового модуля		
				міні-мальна	розра-хункова	реальна
1-4	1	16		4	9	
5-7	2	14		5	12	
Всього		30	1,0	9	21	

Співвідношення
між національними та ECTS оцінками і рейтингом з дисципліни
"Система точного землеробства"

Оцінка національна	Кількість умовних балів	Визначення ECTS	Рейтинг з дисципліни
1	3	5	6
Відмінно	37,8-42,0	Відмінно - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	(0,90-1,00) $R_{дис}$
Добре	34,4-37,7	Дуже добре вище середнього рівня з кількома помилками	(0,82-0,89) $R_{дис}$
	31,5-34,3	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	(0,75-0,81) $R_{дис}$
Задовільно	27,7-31,4	Задовільно – непогано, але із значною кількістю помилок	(0,66-0,74) $R_{дис}$
	25,2-27,6	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	(0,60-0,65) $R_{дис}$
Незадовільно	14,7-25,1	Незадовільно – потрібно працювати перед тим, як отримати поз.	(0,35-0,59) $R_{дис}$
	1-14,6	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота	(0,01-0,34) $R_{дис}$

9. Методичне забезпечення

Лабораторні роботи виконуються на базі навчальних лабораторій кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М.Василенка, а саме: спеціалізованої навчально-наукової лабораторії "Система точного землеробства", ґрунтового каналу кафедри, відкритих майданчиків. Лекційні заняття відбувається в лекційних аудиторіях із використанням мультимедійного обладнання.

10. Рекомендована література

Базова

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. IX. - 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. IX. - 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. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. (Экологические основы). - Кишинев: Штиница, 1990. - 432 с.
15. Dawson C. Implication of Precision Farming for fertilizer application policies // Paper of the International Conference in Cambridge. Strensall, York, UK. – 1996. – 44 p.

Допоміжна

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. Аніскевич 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