

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «БОБРИНЕЦЬКИЙ АГРАРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ІМ. В. ПОРИКА
БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ»

Заочна форма навчання

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| галузь знань | 20 Аграрні науки та продовольство |
| спеціальність | 201 Агрономія |
| кваліфікація | фаховий молодший бакалавр з агрономії |
| відділення | Агрономія та землевпорядкування |

2025-2026 навчальний рік

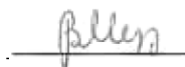
Програма навчальної дисципліни «Смарт-технології в рослинництві» для здобувачів фахової передвищої освіти за спеціальністю 201 Агронімія кваліфікації фаховий молодший бакалавр з агрономії. – Бобринець: ВСП «Бобринецький АФК ім. В. Порика БНАУ» 2025. – 20 с.

Укладач: С. Г. Іванченко - викладач агрономічних дисциплін, кваліфікаційна категорія «спеціаліст першої кваліфікаційної категорії».

Програму схвалено на засіданні циклової комісії спеціальності Н1 Агронімія

Протокол № 2 від 10.09.2025

Голова циклової комісії



Вікторія МУЗИКА

Схвалено методичною радою ВСП «Бобринецький АФК ім. В. Порика БНАУ»

Протокол № 2 від 12.09.2025р

Голова методичної ради



Тетяна БОНДАРЄВСЬКА

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 4 |
| 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 5 |
| 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ..... | 6 |
| 4. СФОРМОВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ..... | 6 |
| 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 7 |
| 6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ..... | 9 |
| 6.1. ЛЕКЦІЇ..... | 11 |
| 6.2. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ..... | 13 |
| 6.3. САМОСТІЙНА РОБОТА..... | 13 |
| 7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ..... | 18 |
| 8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ..... | 18 |
| 9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ..... | 19 |
| 10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ..... | 19 |
| 11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ..... | 20 |
| 12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ..... | 21 |

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2025-2026 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Смарт-технології в рослинництві» (ВК09) для заочної форми навчання виділено всього 90 академічних годин (3 кредити ECTS), у т .ч. аудиторних – 18 години (лекції – 18,), самостійна робота студентів – 72 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-професійний ступень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|---|--------------------------------------|--------------------|
| | | заочна форма навчання | |
| Кількість кредитів відповідних ECTS – 3 | Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство | Вибіркова | |
| Розділів – 4 | Спеціальність 201 Агрономія | | Рік підготовки 4-й |
| Загальна кількість годин - 90 | | | Семестр 8-й |
| Заочна форма навчання | Освітньо-професійний ступень фаховий молодший бакалавр | Лекції 18 години | |
| | | Самостійна робота 72 годин | |
| | | Вид контролю: диференційний залік | |

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів освіти теоретичних знань і практичних навичок із використання сучасних цифрових, автоматизованих та інформаційно-комунікаційних технологій у галузі агрономії для підвищення ефективності виробництва, оптимізації управлінських рішень і забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Предметом вивчення дисципліни "Смарт-технології в агрономії" є система інтелектуальних цифрових рішень та їх застосування для оптимізації, підвищення ефективності та сталості сільськогосподарського виробництва.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

1. Ознайомлення з основами концепції Smart Farming і Precision Agriculture.
2. Вивчення принципів застосування ГІС-технологій, GPS-навігації та систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у рослинництві.
3. Розгляд можливостей Інтернету речей (IoT), сенсорних систем, робототехніки та безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в агровиробництві.
4. Формування навичок збору, аналізу та обробки агроданих за допомогою цифрових платформ та програмного забезпечення.
5. Ознайомлення з основами використання штучного інтелекту, машинного навчання та Big Data для підтримки агрономічних рішень.
6. Навчання методам планування, моніторингу та управління агротехнологічними процесами на основі смарт-технологій.
7. Виховання інноваційного мислення, екологічної свідомості та готовності до впровадження новітніх технологій у сільському господарстві.

В результаті вивчення дисципліни здобувач освіти набуває:

Загальних компетентностей:

- здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології в професійній діяльності;
- здатність до аналітичного мислення, самонавчання та інноваційної діяльності;
- здатність до екологічно відповідального ставлення до природних ресурсів.

Фахових компетентностей:

- здатність використовувати цифрові технології для збору, обробки та інтерпретації агрономічних даних;
- здатність планувати та контролювати технологічні процеси на основі смарт-систем;
- уміння інтегрувати сенсорні, геоінформаційні та автоматизовані технології в агровиробничі системи.

Після опанування дисципліни студент повинен уміти:

1. Пояснювати принципи функціонування смарт-технологій у рослинництві.
2. Використовувати ГІС, GPS і дані ДЗЗ для моніторингу посівів і ґрунтів.
3. Здійснювати аналіз агроданих і формувати карти врожайності.
4. Обґрунтовувати рішення щодо диференційованого внесення ресурсів.
5. Застосовувати інструменти цифрового моніторингу та управління агропідприємством.
6. Розробляти рекомендації з впровадження smart-технологій у виробництво.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовою вивчення дисципліни «Смарт-технології в агрономії» є знання, уміння і навички, отримані студентами під час опанування базових дисциплін професійної підготовки з агрономії та інформаційних технологій.

Студент повинен знати:

- основи рослинництва, ґрунтознавства, агрохімії, екології та землеробства;
- принципи технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур;
- базові поняття інформатики, комп'ютерних технологій, геоінформаційних систем (ГІС);
- основи математики, статистики та фізики, необхідні для аналізу даних і роботи з вимірювальними системами.

Студент повинен уміти:

- користуватися комп'ютером, мобільними пристроями та прикладним програмним забезпеченням (MS Excel, GIS-програми, агроаналітичні платформи тощо);
- аналізувати агрономічну інформацію, складати технологічні карти, вести агрономічну документацію;
- застосовувати базові методи спостереження, вимірювання та оцінки стану посівів і ґрунтів.

4. СФОРМОВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Сформовані компетентності

| Символ компетентності | Сформовані компетентності |
|----------------------------------|--|
| Загальні компетентності | |
| ЗК3 | Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. |
| ЗК5 | Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. |
| ЗК6 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. |
| ЗК7 | Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології |
| Спеціальні компетентності | |
| СК1 | Здатність використовувати базові знання з фахових дисциплін у професійній діяльності. |
| СК7 | Здатність застосовувати в процесах виробництва, переробки і зберігання інноваційно новітні прийоми, заходи, засоби для отримання високоякісної, екологічно безпечної, ринково привабливої сільськогосподарської продукції. |

| | |
|------|--|
| СК13 | Здатність розв'язувати задачі оптимізації і приймати ефективні рішення з питань використання машин і техніки для вирощування та збирання, зберігання, первинної обробки і транспортування сільськогосподарської продукції. |
|------|--|

Результати навчання

| Символ результатів навчання | Результати навчання з дисципліни |
|-----------------------------|--|
| РН1 | Застосовувати всебічні спеціалізовані емпіричні та теоретичні знання для розв'язання практичних ситуацій у сфері агрономії. |
| РН4 | Опановувати нові методи і технології, впроваджувати інноваційні принципи і методи для підвищення ефективності виробничої діяльності в агрономії. |
| РН6 | Виявляти та вирішувати виробничі проблеми з урахуванням зональних умов, а також технологічних, правових, економічних, екологічних та етичних аспектів. |
| РН13 | Оцінювати якість виконання польових робіт та раціонально використовувати природні ресурси. |
| РН15 | Планувати, аналізувати, контролювати й оцінювати власну роботу та роботу інших осіб у сфері агрономії та с-г виробництва. |
| РН17 | Вміти працювати самостійно і в команді, нести професійну відповідальність за результати роботи, дотримуватися норм та стандартів професійної етики для досягнення спільної мети. |
| РН19 | Демонструвати знання й розуміння механізації та автоматизації технологічних процесів в обсязі, необхідному для володіння відповідними навичками в галузі агрономії. |

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальний обсяг навчального часу, відведеного на вивчення дисципліни складає 90 годин, у тому числі – 18 годин лекцій, 72 години – самостійна робота студентів.

Програму дисципліни поділено на чотири розділи. Контроль проводиться у формі тестових завдань та включає перевірку виконання самостійної роботи студентів. Підсумковий контроль передбачає складання диференційного заліку.

РОЗДІЛ 1. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (HARDWARE) ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ІС)

1_Тема лекційного заняття 1.1. Впровадження смарт-технологій в рослинництві.

2_Тема лекційного заняття 1.2. Комунікаційне та мережеве обладнання. Мережеві адаптери. Маршрутизатори (роутери). Комутатори (свічі). Модеми.

РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ (GEOSPATIAL TECHNOLOGIES) ЗБОРУ, АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

3_Тема лекційного заняття 2.1. Технологія для точного визначення місця розташування GNSS (Global Navigation Satellite System).

4_Тема лекційного заняття 2.2. Платформа для зберігання, управління, аналізу та відображення геопросторових даних. GIS (Geographic Information System).

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ

5_Тема лекційного заняття 3.1. Управління земельним банком (Land Management).

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ

6_Тема лекційного заняття 4.1. Датчики дистанційного зондування (RS Sensors) в аграрному виробництві.

7_Тема лекційного заняття 4.2. Системи управління та аналізу полів (FMIS/GIS-платформи).

8_Тема лекційного заняття 4.3. Облік польових операцій, планування та аналіз економічної ефективності.

9_Тема лекційного заняття 4.4. Програмне забезпечення для аналітики супутникових знімків (NDVI, NDRE).

6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Номер заняття | Назва змістовних модулів і тем | Кількість годин | | | |
|--|---|-----------------|-----------|-------------------|-----------|
| | | лекції | практичні | самостійна робота | всього |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| РОЗДІЛ 1. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (HARDWARE) ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ІС) | | | | | |
| 1. | Тема 1.1. Впровадження смарт-технологій в рослинництві. | 2 | | | 2 |
| | <i>1. Пристрої зчитування даних.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>2. Веб-камери та відеокамери.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>3. Проектори.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>4. Монітори та дисплеї. Принтери та плотери</i> | | | 2 | 2 |
| 2. | Тема 1.2. Комунікаційне та мережеве обладнання. Мережеві адаптери. Маршрутизатори (роутери). Комутатори (свічі). Модеми. | 2 | | | 2 |
| | <i>5. Джерела безперебійного живлення (ДБЖ / UPS).</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>6. Системи охолодження.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>7. Апаратні засоби захисту.</i> | | | 2 | 2 |
| Всього за розділ 1 | | 4 | | 14 | 18 |
| РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ (GEOSPATIAL TECHNOLOGIES) ЗБОРУ, АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ | | | | | |
| 3. | Тема 2.1. Технологія для точного визначення місця розташування GNSS (Global Navigation Satellite System). | 2 | | | 2 |
| | <i>8. Дистанційне зондування) RS (Remote Sensing)</i> | | | 2 | 2 |
| 4. | Тема 2.2. Платформа для зберігання, управління, аналізу та відображення геопросторових даних GIS (Geographic Information System). | 2 | | | 2 |
| | <i>9. Моніторинг врожайності</i> | | | 2 | 2 |
| Всього за розділ 2 | | 4 | | 4 | 8 |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ | | | | | |
| 5. | Тема 3.1. Управління земельним банком (Land Management). | 2 | | | 2 |
| | <i>10. Технології для надання доступу до аналітичних платформ (GIS, Big Data) через інтернет-інтерфейси (хмарні платформи точного землеробства). Web</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>11. Географічна інформаційна система.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>12. Технології для надання доступу до аналітичних платформ (GIS, Big Data) через інтернет-інтерфейси (хмарні платформи точного землеробства). Web-технології</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>13. Ведення обліку земель.</i> | | | 2 | 2 |
| | <i>14. Планування проведення меліорацій.</i> | | | 2 | 2 |
| Всього за розділ 3 | | 2 | | 10 | 12 |
| РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ | | | | | |
| 6. | Тема 4.1. Датчики дистанційного зондування (RS Sensors). | 2 | | | 2 |
| | <i>15. Мультиспектральні камери.</i> | | | 2 | 2 |

| | | | | | |
|---|---|-----------|--|-----------|-----------|
| | 16. Гіперспектральні камери. | | | 2 | 2 |
| | 17. Тепловізійні камери. | | | 2 | 2 |
| | 18. Радари мікрохвильового випромінювання. | | | 2 | 2 |
| | 19. Ультразвукові, лазерні датчики | | | 2 | 2 |
| | 20. Датчики бур'янів на основі машинного зору. | | | 2 | 2 |
| | 21. Датчик вологості зерна. | | | 2 | 2 |
| | 22. Датчики витрати палива | | | 2 | 2 |
| | 23. Системи управління фермерським господарством (FMIS / Farm Management Information Systems) | | | 2 | 2 |
| | 24. ПЗ для змінної норми внесення. | | | 2 | 2 |
| | 25. Програми для метеостанцій та датчиків. API та інтеграційні шлюзи | | | 2 | 2 |
| 7. | Тема 4.2. Системи управління та аналізу полів (FMIS/GIS-платформи). | 2 | | | 2 |
| 8. | Тема 4.3. Облік польових операцій, планування та аналіз економічної ефективності. | 2 | | | 2 |
| | 26. Управління операціями (Cropwise Operations) | | | 2 | 2 |
| | 27. Створення, редагування та просторовий аналіз карт у ГІС-середовищі (ArcGIS, QGIS, PreAgri) | | | 2 | 2 |
| | 28. Керування системами паралельного водіння, автопілотами та змінними нормами (VRA) | | | 2 | 2 |
| | 29. Програма польових терміналів Topcon Horizon / Trimble Field-IQ | | | 2 | 2 |
| 9. | Тема 4.4. Програмне забезпечення для аналітики супутникових знімків (NDVI, NDRE). | 2 | | | 2 |
| | 30. Аналітика супутникових знімків, погоди та інструментів скаутингу в EOSDA Crop Monitoring. | | | 2 | 2 |
| | 31. Ведення історії полів, облік ресурсів та GPS-моніторинг у системі Soft.Farm. | | | 2 | 2 |
| | 32. Комплексне управління агро-підприємством: історія полів, ресурси та GPS-інтеграція. | | | 2 | 2 |
| | 33. Управління даними та аналітика в системі Soft.Farm. | | | 2 | 2 |
| | 34. Автономні трактори та обприскувачі. Рої роботів. | | | 2 | 2 |
| | 35. Високошвидкісні мережі, та низькоорбітальні супутникові системи для миттєвої передачі великих обсягів даних | | | 2 | 2 |
| | 36. Створення самостійних карт завдань для техніки III | | | 2 | 2 |
| Всього за розділ 4 | | 8 | | 44 | 52 |
| Всього годин з навчальної дисципліни | | 18 | | 72 | 90 |

6.1. ЛЕКЦІЇ

| Номер заняття | Назва змістовних розділів і тем | Кількість годин |
|--|--|--------------------|
| 2 | 3 | 4 |
| РОЗДІЛ 1. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (HARDWARE) ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ІС) | | |
| 1. | Тема 1.1. Впровадження смарт-технологій в рослинництві. 1. Апаратні та програмні засоби персональних комп'ютерів. Введення даних. 2. Пристрої для перетворення інформації в цифрову форму. 3. Клавіатури, сканери, сенсорні екрани та графічні планшети. Виведення даних. 4. Пристрої для перетворення обробленої інформації з цифрової форми на форму, зрозумілу людині. | 2 |
| 2. | Тема 1.2. Комунікаційне та мережеве обладнання. 1. Мережеві адаптери. 2. Маршрутизатори (роутери). 3. Комутатори (свічі). 4. Модеми. 5. Допоміжне обладнання. 6. Пристрої, що забезпечують надійність та безперервність роботи системи. | 2 |
| Всього за розділ 1 | | 4 |
| РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ (GEOSPATIAL TECHNOLOGIES) ЗБОРУ, АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ | | |
| 3. | Тема 2.1. Технологія для точного визначення місця розташування GNSS (Global Navigation Satellite System) 1. Технологія отримання інформації про об'єкти (поля) без фізичного контакту (через супутники або дрони). 2. Технологія моніторингу врожайності по координатах. 3. Технологія збору хімічних даних що прив'язуються до координат Soil-Test (Аналіз ґрунту) | 2 |
| 4. | Тема 2.2. Платформа для зберігання, управління, аналізу та відображення геопросторових даних GIS (Geographic Information System). 1. Методи та інструменти для обробки великих обсягів даних, зібраних з різних джерел (Big Data) | 2 |
| Всього за розділ 2 | | 4 |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ І ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ | | |
| 5. | Тема 3.1. Управління земельним банком (Land Management). 1. Картографування меж. 2. Оцінка та картографування (Land Assessment & Mapping). 3. Аналіз ґрунту. 4. Аналіз рельєфу. 5. Картографування електропровідності. 6. Планування операцій. сівозмін. Оптимізація маршрутів. | 2 |
| Всього за розділ 3 | | 2 |

| РОЗДІЛ 4. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБОРУ ДАНИХ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ТОЧНОГО ТА ЦИФРОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА | | |
|--|---|-----------|
| 6. | <p>Тема 4.1. Датчики дистанційного зондування (RS Sensors) в аграрному виробництві.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Датчики для вимірювання ключових параметрів ґрунту в режимі реального часу. 2. Датчики вологості, електропровідності, вмісту поживних речовин. 3. Датчики рН для вимірювання кислотності та лужності ґрунту. 4. Сенсорні датчики рослинності (Crop Sensors). 5. Активні оптичні датчики (N-сенсори). 6. Датчики для контролю та вимірювання врожаю. GNSS-приймачі. 7. Датчики маси (Mass Flow Sensor). | 2 |
| 7. | <p>Тема 4.2. Системи управління та аналізу полів (FMIS/GIS-платформи).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Географічні інформаційні системи (ГІС / GIS). 2. Платформи моніторингу посівів (Web/Cloud-based). 3. Програмне забезпечення для техніки та автоматизації. 4. ПЗ для навігаційних терміналів. ПЗ для дронів (БПЛА). ПЗ для змінної норми внесення. 5. Аналітичне та інтеграційне програмне забезпечення. 6. Аналітика великих даних (Big Data Analytics) та Штучний інтелект (ШІ). 7. Технології майбутнього. Роботизація та автономність. Агроботи та роботи-скаути. 8. Штучний інтелект та глибоке навчання. 9. Прогностична аналітика. Діагностика рослин у режимі реального часу. | 2 |
| 8. | <p>Тема 4.3. Облік польових операцій, планування та аналіз економічної ефективності.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системи обліку польових операцій: завдання та принципи. 2. Первинна документація та її цифровий аналог. 3. Нормування витрат ресурсів та відхилення факту від плану. 4. Агровиробниче планування: короткострокове та сезонне. 5. Розрахунок собівартості та калькуляція витрат по полях і культурах 6. Аналіз економічної ефективності агротехнологій | |
| 9. | <p>Тема 4.4. Програмне забезпечення для аналітики супутникових знімків (NDVI, NDRE).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фізичні основи дистанційного зондування рослинного покриву 2. Вегетаційні індекси: NDVI, NDRE, EVI, MSAVI — формули та застосування 3. Огляд програмних платформ: EOSDA, Sentinel Hub, Google Earth Engine 4. Методологія роботи з часовими серіями супутникових знімків 5. Зонування полів та побудова карт різноманітності на основі NDVI/NDRE 6. Обмеження супутникового моніторингу та шляхи їх подолання | |
| Всього за розділ 4 | | 4 |
| ВСЬОГО ГОДИН З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ | | 14 |

6.2. САМОСТІЙНА РОБОТА

| Номер заняття | Назва змістовних розділів і тем | Кількість годин |
|---|---|-----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| РОЗДІЛ 1. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (HARDWARE) ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ІС) | | |
| 1. | <p>Тема: Пристрої зчитування даних.</p> <p>1. Технології ідентифікації та оцифрування: Принципи роботи оптичних сканерів (планшетні, ручні), зчитувачів штрих-кодів та RFID-міток для обліку ресурсів.</p> <p>2. Інтеграція в агробізнес: Використання терміналів збору даних (ТЗД) для автоматизації складського обліку насіння, добрив та запчастин.</p> | 2 |
| 2. | <p>Тема: Веб-камери та відеокмери.</p> <p>1. Технічні параметри цифрового відео: Роздільна здатність (Full HD, 4K), типи матриць (CMOS, CCD) та фокусна відстань для різних завдань.</p> <p>2. Віддалений моніторинг: Застосування IP-камер для нагляду за польовими станами, елеваторами та роботою персоналу в режимі реального часу.</p> | 2 |
| 3. | <p>Тема: Проектори.</p> <p>1. Технології проектування та оптика: Порівняння DLP, LCD та лазерних джерел світла; параметри яскравості (ANSI люмени) та корекція трапецеїдальних спотворень.</p> <p>2. Візуалізація даних: Використання проекторів для демонстрації картографічних матеріалів та аналітичних звітів на виробничих нарадах.</p> | 2 |
| 4. | <p>Тема: Монітори та дисплеї. Принтери та плотери</p> <p>1. Пристрої візуалізації: Еволюція матриць (IPS, OLED), їхня колірна точність та важливість високої роздільної здатності для роботи з детальними картами полів.</p> <p>2. Технології друку та широкоформатне виведення: Принципи лазерного та струменевого друку; роль плотерів у створенні великомасштабних карт та схем меліорації.</p> | 2 |
| 5. | <p>Тема: Джерела безперебійного живлення (ДБЖ / UPS).</p> <p>1. Архітектура та типи систем: Різниця між резервними (Off-line), лінійно-інтерактивними та онлайн (Double Conversion) ДБЖ.</p> <p>2. Захист обладнання: Розрахунок необхідної потужності та ємності акумуляторів для підтримки стабільної роботи серверів та систем зв'язку на агропідприємстві.</p> | 2 |
| 6. | <p>Тема: Системи охолодження.</p> <p>1. Теплообмін у цифрових системах: Активне та пасивне охолодження; конструкція кулерів, радіаторів та переваги рідинних систем для високонавантажених серверів.</p> <p>2. Терморегуляція інфраструктури: Важливість систем кондиціонування в серверних кімнатах для запобігання перегріву обладнання під час обробки масивів Big Data.</p> | 2 |
| 7. | <p>Тема: Апаратні засоби захисту.</p> <p>1. Фізичний рівень інформаційної безпеки: Апаратні фаєрволи, ключі безпеки (FIDO2), біометричні сканери та пристрої захисту від перенапруги.</p> | 2 |

| | | |
|--|---|-----------|
| | 2. Захист від кіберзагроз: Використання спеціалізованих апаратних шлюзів для ізоляції внутрішньої мережі агропідприємства від зовнішніх атак. | |
| Всього за розділ 1 | | 14 |
| РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ (GEOSPATIAL TECHNOLOGIES) ЗБОРУ, АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ | | |
| 8. | <p>Тема: Дистанційне зондування) RS (Remote Sensing).</p> <p>1. Фізичні основи та платформи збору даних: Принципи взаємодії електромагнітного випромінювання з рослинністю; порівняння можливостей супутникового моніторингу (Sentinel, Landsat) та аерофотозйомки за допомогою БПЛА.</p> <p>2. Аналіз вегетаційних індексів: Методологія розрахунку та інтерпретації індексів (NDVI, NDRE, EVI) для оцінки здоров'я посівів, виявлення зон стресу та прогнозування біомаси.</p> | 2 |
| 9. | <p>Тема: Моніторинг врожайності.</p> <p>1. Технологічне оснащення збиральної техніки: Будова та калібрування датчиків масового потоку зерна, датчиків вологості та систем GNSS-позиціонування для фіксації результатів у кожній точці поля.</p> <p>2. Побудова та аналіз карт врожайності: Процес очищення даних від «шумів» та створення просторових карт для виявлення зон низької продуктивності та розрахунку фактичного винесення поживних речовин ґрунту.</p> | 2 |
| Всього за розділ 2 | | 4 |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ | | |
| 10. | <p>Тема: Технології для надання доступу до аналітичних платформ (GIS, Big Data) через інтернет-інтерфейси (хмарні платформи точного землеробства). Web.</p> <p>1. Архітектура хмарних рішень: Принципи доступу до даних через Web-інтерфейси (SaaS), хмарне зберігання великих масивів даних (Big Data) та забезпечення синхронізації між офісом і мобільними пристроями в полі.</p> <p>2. Інтеграція та аналітика: Робота з агрегаторами даних (наприклад, Cropwise, FieldView), що об'єднують супутникові знімки, звіти техніки та метеодані в єдиному онлайн-кабінеті агронома.</p> | 2 |
| 11. | <p>Тема: Географічна інформаційна система.</p> <p>1. Моделювання просторових даних: Створення та редагування багатопланових карт (рельєф, ґрунти, межі); робота з векторними (межі полів) та растровими (карти індексів) форматами даних.</p> <p>2. Просторові запити та звіти: Використання ГІС-інструментів для розрахунку площ, аналізу неоднорідності полів та підготовки карт-завдань для техніки з GPS-прив'язкою.</p> | 2 |
| 12. | <p>Тема: Технології для надання доступу до аналітичних платформ (GIS, Big Data) через інтернет-інтерфейси (хмарні платформи точного землеробства). Web-технології.</p> <p>1. Використання моделі SaaS (Software as a Service) для надання дистанційного доступу до ГІС-аналітики та масивів великих даних без необхідності встановлення потужного ПЗ на локальні пристрої.</p> <p>2. Роль веб-браузерів та кросплатформних додатків у забезпеченні мобільності агронома: отримання складних аналітичних звітів, супутникових знімків та прогнозів у режимі реального часу безпосередньо в полі.</p> <p>3. Функціонування інтерактивних веб-карт (Web-GIS) для візуалізації багатопланових даних: межі полів, карти вегетації (NDVI), зони продуктивності та маршрути руху техніки.</p> <p>4. Технології синхронізації даних між хмарними серверами та польовим обладнанням, що дозволяють перетворювати веб-аналітику на цифрові карти-завдання для автоматизованої техніки.</p> | 2 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 13. | Тема: Ведення обліку земель. 1. Цифровий земельний кадастр підприємства: Систематизація даних про паї, договори оренди та терміни їх дії; візуалізація земельного банку на електронній карті для уникнення «шахматки». 2. Контроль землекористування: Автоматичне виявлення розбіжностей між юридичними кордонами ділянок та фактичними треками обробки технікою за допомогою супутникового моніторингу. | 2 |
| 14. | Тема: Планування проведення меліорацій. 1. Гідрологічне моделювання: Аналіз цифрових моделей рельєфу (ЦМР) для визначення напрямків стоку води, виявлення зон підтоплення та проектування дренажних систем. 2. Проектування систем зрошення: Використання геопросторових даних для розрахунку оптимального розміщення зрошувальних машин та створення карт диференційованого поливу залежно від вологоємності ґрунту. | 2 |
| Всього за розділ 3 | | 10 |
| РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ | | |
| 15. | Тема: Мультиспектральні камери. 1. Спектральні канали та індекси: Принцип захоплення світла у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах; використання даних для розрахунку вегетаційних індексів (NDVI, NDRE). 2. Агрономічний моніторинг: Оцінка щільності посівів, вмісту хлорофілу та раннє виявлення стресу рослин за допомогою БПЛА. | 2 |
| 16. | Тема: Гіперспектральні камери. 1. Надточна спектроскопія: Фіксація сотень вузьких спектральних каналів; можливість ідентифікації хімічного складу рослин та специфічних збудників хвороб. 2. Науковий аналіз: Відмінність між гіперспектральним та мультиспектральним аналізом у задачах класифікації сортів та виявлення дефіциту конкретних мікроелементів. | 2 |
| 17. | Тема: Тепловізійні камери. 1. Термальний моніторинг: Вимірювання температури поверхні рослин для аналізу транспірації та продигової провідності. 2. Управління зрошенням: Виявлення водного стресу на ранніх стадіях та перевірка ефективності систем поливу. | 2 |
| 18. | Тема: Радари мікрохвильового випромінювання. 1. Радіолокаційне зондування (SAR): Переваги мікрохвильового випромінювання — здатність «бачити» крізь хмари, туман та в нічний час. 2. Визначення структури та вологості: Моніторинг динаміки росту біомаси та вологості ґрунту незалежно від погодних умов. | 2 |
| 19. | Тема: Ультразвукові, лазерні датчики 1. Дистанційне вимірювання геометрії: Застосування ультразвуку для контролю висоти штанги обприскувача та лазерних сканерів (LiDAR) для побудови 3D-моделей саду. 2. Безпека та навігація: Виявлення перешкод у реальному часі для систем автопілотування та автоматизованого вирівнювання агрегатів. | 2 |
| 20. | Тема: Датчики бур'янів на основі машинного зору. 1. Класифікація об'єктів у реальному часі: Використання згорткових нейронних мереж для розрізнення культурних рослин та бур'янів («зелене по зеленому») 2. Технологія Spot Spraying: Керування індивідуальними форсунками обприскувача для точкового внесення гербіцидів. | 2 |
| 21. | Тема: Датчик вологості зерна. 1. Дієлькометричний метод вимірювання: Принцип роботи потокових датчиків вологості зерна в елеваторі комбайна. | 2 |

| | | |
|-----|---|---|
| | 2. Коригування врожайності: Автоматичне приведення фізичної ваги зібраного зерна до залікової вологості для точного картування. | |
| 22. | Тема: Датчики витрати палива 1. Контроль енергоресурсів: Типи датчиків (проточні, рівневі в баку) та аналіз даних через CAN-шину трактора. 2. Економічна аналітика: Оптимізація витрат палива залежно від операції, стану ґрунту та кваліфікації механізатора. | 2 |
| 23. | Тема: Системи управління фермерським господарством (FMIS / Farm Management Information Systems) 1. Цифрова екосистема підприємства: Централізація даних про поля, техніку, склад та персонал у єдиній інформаційній системі. 2. Підтримка прийняття рішень: Формування звітів про рентабельність кожного гектара та автоматизація документообігу. | 2 |
| 24. | Тема: ПЗ для змінної норми внесення. 1. Формування та зчитування карт-завдань: Алгоритми перетворення агрономічних рекомендацій у цифрові файли форматів Shape або ISO-XML. 2. Контроль виконання: Робота бортового комп'ютера з контролерами секцій та форсунок для диференційованого внесення добрив та насіння. | 2 |
| 25. | Тема: Програми для метеостанцій та датчиків. API та інтеграційні шлюзи 1. Інтєрооперабельність даних: Використання API для об'єднання даних від різних виробників обладнання в одну аналітичну панель. 2. Прогностичне моделювання: Використання метеоданих для розрахунку фаз розвитку культур та прогнозування ризику хвороб. | 2 |
| 26. | Тема: Управління операціями (Cropwise Operations) 1. Загальна характеристика платформи Cropwise Operations 2. Реєстрація та налаштування облікового запису 3. Управління полями та сезонами 4. Планування агрооперацій та їх виконання 5. Моніторинг стану виконання польових робіт 6. Звітність та аналітика в Cropwise Operations | 2 |
| 27. | Тема: Створення, редагування та просторовий аналіз карт у ГІС-середовищі (ArcGIS, QGIS, PreAgri) 1. Основи геоінформаційних систем для агрономії 2. Робота в ArcGIS Online: створення та редагування польових карт 3. QGIS як безкоштовна альтернатива: встановлення та базові операції 4. Просторовий аналіз: зонування полів, аналіз рельєфу та ґрунтів 5. PreAgri — спеціалізована ГІС-платформа для агровиробництва 6. Імпорт/експорт даних між ГІС та агрономічними системами | 2 |
| 28. | Тема: Керування системами паралельного водіння, автопілотами та змінними нормами (VRA) 1. Принципи роботи систем паралельного водіння та GPS-навігації 2. Класифікація систем точності: SBAS, RTK, PPP 3. Автопілоти в сільськогосподарській техніці: налаштування та експлуатація 4. Технологія змінних норм (VRA): концепція та апаратне забезпечення 5. Підготовка карт завдань для VRA та їх завантаження на термінали 6. Контроль виконання та аналіз даних після роботи | 2 |
| 29. | Тема: Програма польових терміналів Topcon Horizon / Trimble Field-IQ 1. Огляд польових терміналів: призначення та основні можливості 2. Topcon Horizon: інтерфейс та налаштування 3. Trimble Field-IQ: архітектура системи та функціонал 4. Управління секціями та контроль перекриттів 5. Запис даних виконання та інтеграція з хмарними сервісами 6. Обслуговування та усунення несправностей | 2 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 30. | <p>Тема: Аналітика супутникових знімків, погоди та інструментів скаутингу в EOSDA Crop Monitoring.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальний огляд платформи EOSDA Crop Monitoring 2. Робота з вегетаційними індексами (NDVI, NDWI, EVI) 3. Аналіз погодних даних та агрометеорологічних показників 4. Інструменти скаутингу: планування та фіксація обстежень поля 5. Моніторинг стресів рослин та виявлення проблемних ділянок 6. Інтеграція з іншими платформами та API | 2 |
| 31. | <p>Тема: Ведення історії полів, облік ресурсів та GPS-моніторинг у системі Soft.Farm.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна характеристика платформи Soft.Farm 2. Ведення електронного журналу полів та сівозмін 3. Облік ресурсів: насіння, добрива, засоби захисту рослин 4. GPS-моніторинг техніки у Soft.Farm 5. Планування та облік польових робіт 6. Звітність та аналіз даних | 2 |
| 32. | <p>Тема: Комплексне управління агро-підприємством: історія полів, ресурси та GPS-інтеграція.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Концепція інтегрованого управління аграрним підприємством 2. Цифровий земельний банк: реєстр полів та їх характеристик 3. Ресурсне планування та матеріально-технічний облік 4. Інтеграція GPS-моніторингу в систему управління 5. Документування та регуляторна звітність 6. Прийняття рішень на основі даних (Data-Driven Farming) | 2 |
| 33. | <p>Тема: Управління даними та аналітика в системі Soft.Farm.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Архітектура даних платформи Soft.Farm 2. Імпорт та експорт даних: формати та інструменти 3. Аналітичні панелі (Dashboard) та налаштування відображення 4. Розширена аналітика: порівняння полів, сезонів та культур 5. Інтеграції Soft.Farm із зовнішніми системами 6. Безпека даних та резервне копіювання | 2 |
| 34. | <p>Тема: Автономні трактори та обприскувачі. Рої роботів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перехід до повної автономності: Рівні автоматизації техніки; навігаційні системи безпілотних тракторів. 2. Концепція Swarm Farming: Переваги використання груп малих роботів для зниження ущільнення ґрунту та підвищення надійності операцій. | 2 |
| 35. | <p>Тема: Високошвидкісні мережі, та низькоорбітальні супутникові системи для миттєвої передачі великих обсягів даних</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зв'язок у віддалених локаціях: Роль Starlink та 5G мереж у забезпеченні безперебійної передачі даних від польових датчиків та безпілотників. 2. Обробка даних у реальному часі: Технології Edge Computing для аналізу відеопотоків безпосередньо на борту техніки. | 2 |
| 36. | <p>Тема: Створення самостійних карт завдань для техніки III</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Генеративний III в агрономії: Автоматична генерація приписів для диференційованого внесення на основі мультифакторного аналізу (ґрунт + супутник + рельєф). 2. Самонавчання систем: Удосконалення алгоритмів на основі зворотного зв'язку про фактичну врожайність після виконання операцій. | 2 |
| Всього за розділ 4 | | 28 |

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Вивчення дисципліни базується на поєднанні традиційних і інноваційних педагогічних підходів, спрямованих на формування у студентів теоретичних знань та практичних умінь використання сучасних цифрових технологій у агрономічній діяльності.

1. Теоретичні методи навчання

- лекції з мультимедійним супроводом – подання теоретичного матеріалу з використанням презентацій, відео, інтерактивних карт і демонстраційних програм.
- проблемно-орієнтовані лекції – розгляд реальних виробничих ситуацій, що потребують застосування смарт-технологій.
- мінілекції з елементами дискусії – обговорення сучасних тенденцій розвитку цифрового агровиробництва.

2. Інтерактивні методи навчання

- дискусії, мозкові штурми, кейс-аналіз – обговорення актуальних проблем цифрової трансформації аграрного сектору.
- робота в малих групах – колективне вирішення практичних завдань і створення інтегрованих рішень.
- вебінари та онлайн-платформи – застосування дистанційних технологій навчання, використання спеціалізованих цифрових сервісів (Google Earth Engine, Sentinel Hub, AgroMonitor, Cropwise тощо).

8. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль знань студентів з навчальної дисципліни проводиться у письмовій формі. Контрольні завдання за змістовими модулями включають тестові питання.

Контроль самостійної роботи проводиться з лекційного матеріалу шляхом складання контрольних тестових завдань.

Кількість отриманих оцінок з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи.

Поточний контроль рівня знань та умінь студентів здійснюється у формі виконання тестів, дискусійних обговорень. Оцінка оприлюднюється до початку екзаменаційної сесії.

Підсумковий контроль знань студентів відбувається на усному іспиті у формі диференційного заліку.

9. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється за активність студента в дискусії, якість конспекту.

Під час проведення тематичного та підсумкового контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є комп'ютерні тести.

10. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів фахової передвищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

Критерії оцінювання результатів навчання за чотирирівневою шкалою

| Бали | Критерії оцінювання |
|----------------|--|
| «Відмінно» | Студент демонструє глибокі, системні знання та здатність до творчого вирішення агрономічних завдань. Вільно оперує термінами (RTK, ISOBUS, NDVI, VRT). Розуміє принципи передачі даних від супутника до бортового комп'ютера. Самостійно створює карти-завдання для диференційованого внесення добрив. Вміє інтегрувати дані з різних джерел (метеостанції + дрони + супутники). Здатний обґрунтувати економічну ефективність впровадження смарт-рішення (розрахувати окупність автопілота або датчиків вологості). Самостійно знаходить та усуває помилки в налаштуваннях обладнання. |
| «Добре» | Студент впевнено володіє матеріалом, але може допускати незначні неточності, які не впливають на результат роботи. Добре розуміє логіку роботи систем точного землеробства. Знає класифікацію БПЛА та їх призначення. Самостійно налаштовує систему паралельного водіння, оцифровує межі полів у FMS-системах (наприклад, Storjo або AgroControl). Правильно інтерпретує карти вегетації (NDVI) та може вказати на проблемні ділянки поля. Може потребувати підказки при роботі з нестандартними форматами файлів (наприклад, конвертація .shp у внутрішній формат терміналу). |
| «Задовільно» | Студент відтворює знання на репродуктивному рівні, виконує завдання за зразком. Знає назви технологій, може пояснити, що таке GPS-навігація, але плутається в технічних деталях (наприклад, різниця між платною та безкоштовною поправкою). За чіткою інструкцією викладача може ввімкнути термінал, вибрати поле та запустити базовий режим роботи. Бачить проблему на карті («тут червоне — це погано»), але не може пояснити причин виникнення аномалії без допомоги викладача. |
| «Незадовільно» | Студент не володіє базовими навичками, необхідними для роботи з обладнанням. Знання фрагментарні, плутає терміни, не розуміє призначення смарт-технологій. Не може самостійно виконати елементарні дії (наприклад, позначити точку «А» для автопілота). Відсутність розуміння важливості точності даних в агрономії. |

11. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Комп'ютерно-апаратні засоби

1. Персональні комп'ютери або ноутбуки з доступом до Інтернету;
2. Інтерактивна дошка або мультимедійний проектор;
3. Смарт-дошка (Smart Board) або інтерактивна панель;
4. Смартфони, планшети з ОС Android / iOS для практичних занять;
5. Сенсори та датчики (температури, вологості, руху, освітленості тощо);
6. Мережеве обладнання (роутери, комутатори, Wi-Fi точки доступу);

Програмні засоби

1. Програмне забезпечення для презентацій (PowerPoint, Canva, Google Slides);
2. ПЗ для аналітики даних (Excel, Google Data) ;
3. Програмне забезпечення для систем точного землеробства:
 - **John Deere Operations Center** – управління технікою, облік урожайності, моніторинг полів;
 - **Trimble Ag Software** – планування, аналіз і контроль аграрних процесів;
 - **Ag Leader SMS** – аналіз агроданих, карти врожайності, карти висіву;
 - **Climate FieldView** – аналітика посівів, прогнозування продуктивності;
 - **Farm Works / AgriData / AgroOffice** – комплексний агроменеджмент.

Геоінформаційні системи (ГІС)

- **QGIS** – безкоштовна ГІС для аналізу земель, зонування, створення карт;
- **ArcGIS** – професійна платформа для просторового аналізу агроресурсів;
- **Google Earth Pro** – візуалізація стану полів за супутниковими знімками;
- **DroneDeploy / Pix4D** – обробка знімків із дронів, моніторинг посівів.

Системи моніторингу та аналітики

- **Cropio/OneSoil/EOS Crop Monitoring** – моніторинг вегетації, вологості, індексу NDVI;
- **Sentinel Hub EO Browser** – аналіз супутникових даних для сільського господарства;
- **AgroMonitoring API** – підключення до супутникових сервісів через IoT-пристрої.

Мобільні додатки для агрономів

- **Plantix / AgroAI / CropX** – діагностика стану рослин за фото, рекомендації з догляду;
- **FieldBee / AgriBus-NAVI** – GPS-навігація для агротехніки;
- **AgroSignal / Meteoblue / Weather Underground** – прогноз погоди та агрокліматичні умови.

4. Інструменти для візуалізації даних з датчиків.

Наочні матеріали

1. Демонстраційні стенди або макети;
2. Постери, інфографіка з архітектури IoT-систем;
3. Навчальні відео та анімації про роботу смарт-пристроїв;

Дидактичні матеріали

1. Методичні вказівки до практичних робіт;
2. Презентації лекційного матеріалу;
3. Інструкції до практичних занять;
4. Тестові та контрольні завдання;
5. Електронний навчальний курс Google Classroom.

12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Навчальні та наукові видання.

1. Андрійчук В.Г. *Смарт-технології у сільському господарстві*. – Київ: НАУ, 2021.
2. Коваленко І.О., Шевченко О.М. *Точне землеробство та цифрові технології в аграрному виробництві*. – Харків: ХНАУ, 2022.
3. Лісовий М.В. *Інформаційні технології в аграрному секторі*. – Львів: ЛНАУ, 2020.
4. Мельник С.О., Петренко В.В. *Інтернет речей (IoT) у сільському господарстві*. – Одеса: ОНАХТ, 2023.
5. European Commission. *Smart Agriculture and IoT Applications in Rural Development*. – Brussels, 2022.

2. Нормативні та методичні матеріали.

1. Закон України «Про інформацію» (із змінами).
2. Закон України «Про інноваційну діяльність».
3. Державна стратегія розвитку цифрової економіки України до 2030 року.
4. Методичні рекомендації МОН України щодо впровадження цифрових технологій в освіті та АПК.
5. Матеріали FAO, World Bank, ESA (European Space Agency) щодо Smart Farming та Precision Agriculture.

3. Електронні ресурси та онлайн-платформи.

1. **EOS Crop Monitoring** – супутниковий моніторинг посівів;
2. **OneSoil** – аналіз полів за супутниковими даними;
3. **[FAO Smart Agriculture](#)** – матеріали ООН щодо сталого цифрового агровиробництва;
4. **AgroPortal.ua** – новини та аналітика аграрних технологій України;
5. **PrecisionAg Alliance** – міжнародні ресурси з точного землеробства;
6. **AgFunderNews** – інновації та стартапи у сфері агротехнологій;
7. **NASA Harvest** – агромоніторинг на основі супутникових даних.

4. Програмні засоби та онлайн-курси.

1. **[Coursera](#)** – курс “**Smart Agriculture: IoT in Farming**”
2. **edX** – курс “**Digital Agriculture and Smart Farming**”
3. **Prometheus / Stepik** – українські курси з цифрових технологій в АПК
4. **Blynk, ThingSpeak, Node-RED** – програмні середовища для створення IoT-проектів;
5. **QGIS, ArcGIS** – аналіз аграрних територій у ГІС.

5. Фахові журнали та конференції.

1. *Agricultural Systems* (Elsevier)
2. *Computers and Electronics in Agriculture*
3. *Smart Agricultural Technology* (ScienceDirect)
4. *Агроінженерія та автоматизація виробництва* (ХНАУ)
5. Матеріали міжнародних конференцій **SmartAgroTech, AgriTech Forum, AgroExpo**.