Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича

ЗАТВЕРДЖЕНО
Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти:
к.т.н., доцент

Андрій ШАРИБУРА

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ В АПК»

освітньо-професійна програма «Агроінженерія»
спеціальність 208 «Агроінженерія»
другий (магістерський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ **ШАРИБУРА АНДРІЙ ОСТАПОВИЧ**

E-mail:	*AScharibura@gmail.com* *SharyburaAO@lnup.edu.ua*
Google Scholar	*https://scholar.google.com/citations?user=qHdn__0AAAAJ&hl=uk*
Scopus	*https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57213686808*
ORCID	*https://orcid.org/0000-0001-7329-8774*
Телефон	+380965906191

Доцент агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича Львівського національного аграрного університету, кандидат технічних наук. Викладач з 20-річним досвідом, автор та співавтор понад 85 наукових статей, одного начального посібника, двох монографій та одного словника скорочень з аграрної інженерії.

Читає курси: *Експлуатація машин в рослинництві, Технічна експлуатація автомобілів, Моделювання та оптимізація виробничих систем.*

Сфера наукових інтересів: *оптимізація виробничих структур з використанням статистичного імітаційного моделювання*

ЛЬВІВ 2024

Рівень вищої освіти – ***другий (магістерський)***
Галузь знань: ***20 «Аграрні науки та продовольство»***
Спеціальність: ***208 «Агроінженерія»***
Освітньо-професійна програма ***«Агроінженерія»***
Кількість кредитів – ***4***
Рік підготовки, семестр – ***1 рік, 2 семестр***
Компонент освітньої програми: ***обов'язкова***
Мова викладання: ***українська***

АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

Освітня компонента «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК» дає змогу здобувачам оволодіти: здатністю здійснювати прикладні дослідження для створення нових та удосконалення існуючих технологічних систем сільськогосподарського призначення, пошуку оптимальних методів їх експлуатації; здатність застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, системного аналізу для розв'язування складних задач і проблем сільськогосподарського виробництва; здатністю використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва; здатність розв'язувати задачі оптимізації і приймати ефективні рішення з питань використання машин і техніки в рослинництві, тваринництві, зберіганні, первинній обробці і транспортуванні сільськогосподарської продукції.

Міждисциплінарні зв'язки: освітня компонента «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК» є складовою частиною циклу професійної підготовки для здобувачів освітньо-професійної програми «Агроінженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти. Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Оцінка техніки і технологій в АПК», «Основи наукових досліджень та інтелектуальної власності», «Технології технічного сервісу», «Дослідження технологічних процесів і машин в АПК», «Системи точного землеробства».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

Метою викладання курсу дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК» є надання студентам необхідних знань та формування умінь із наукових основ створення різного роду моделей для вирішення дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач; прийняття ефективних рішень; проектування конкурентоспроможних технологій та обладнання відповідно до вимог споживачів та законодавства.

Основним завданням вивчення курсу є набуття студентом наступних компетентностей:

інтегральна:

- здатність вирішувати складні завдання і проблеми у галузі агропромислового виробництва у процесі навчання або професійної діяльності, що передбачає проведення досліджень, здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов і вимог.

загальні:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння аспектів професійної діяльності.
- ЗК4. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК5. Здатність працювати в команді.
- ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

фахові:

- ФК2. Здатність здійснювати прикладні дослідження для створення нових та удосконалення існуючих технологічних систем сільськогосподарського призначення, пошуку оптимальних методів їх експлуатації. Здатність застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, системного аналізу для розв'язування складних задач і проблем сільськогосподарського виробництва.
- ФК3. Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.
- ФК5. Здатність розв'язувати задачі оптимізації і приймати ефективні рішення з питань використання машин і техніки в рослинництві, тваринництві, зберіганні, первинній обробці і транспортуванні сільськогосподарської продукції.
- ФК8. Здатність використовувати методи управління й планування матеріальних та пов'язаних з ними інформаційних і фінансових потоків для підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Вивчення курсу забезпечує такі ***програмні результати навчання***:

- ПРН5. Приймати обґрунтовані управлінські рішення для забезпечення прибутковості підприємства.
- ПРН6. Приймати ефективні рішення стосовно форм і методів управління інженерними системами в АПК
- ПРН8. Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач
- ПРН10. Приймати ефективні рішення щодо складу та експлуатації комплексів машин.
- ПРН13. Здійснювати ефективне управління та оптимізацію матеріальних потоків..

- ПРН16. Створювати і оптимізувати інноваційні техніко-технологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі.
- ПРН18. Застосовувати багатокритеріальні моделі прийняття рішень у детермінованих умовах та в умовах невизначеності під час вирішення професійних завдань.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ
Формат навчальної дисципліни

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції-бесіди та лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією та дає змогу привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, детермінувати у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні практичних занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах.

Здобувачі вищої освіти працюють з друкованим інформативним матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують усні та письмові завдання (контрольні питання або тести), виконують індивідуальні завдання на ПК (персональних комп’ютерах) у спеціалізованих програмних комплексах, виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проєкти.

Завдання для самостійного вивчення навчальної дисципліни

№ з/п	Назва теми
1	Системний підхід до побудови моделей
2	Ідентифікація закону розподілу
3	Мережі масового обслуговування
4	Розробка та аналіз алгоритмів
5	Алгоритм імітації процесів функціонування дискретних систем
6	Алгоритми та алгоритмічні структури. Види алгоритмів
7	Методи оптимізації імітаційних моделей
8	Програмне забезпечення імітаційного моделювання систем
9	Методи самоорганізації моделей

План лекційних занять з дисципліни

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються	К-сть аудит. годин	К-сть годин сам. робота
1	**Тема 1. Вступ. Загальні поняття та визначення.** 1. Вступ до дисципліни. 2. Поняття систему і її модель, співвідношення між ними. 3. Класифікація моделей та вимоги до них. Види моделювання. 4. Принципи моделювання систем та процесів. Вимоги до моделей та технологія моделювання. 5. Декомпозиція систем і простір її станів.	2	10
2	**Тема 2. Моделі систем масового обслуговування (СМО)** 1. Характеристика СМО. 2. Типи моделей СМО. 3. Формула Літтла. 4. Одноканальні системи СМО. 5. Багатоканальні СМО. 6. Основи дискретно-подійного СМО. 7. Мережі СМО.	2	14
3	**Тема 3. Мережі Петрі для моделювання виробничих систем в АПК.** 1. Прості мережі Петрі (МП). 2. Розмітка мережі Петрі. 3. Формальне визначення мереж Петрі. 4. Моделювання ТС за допомогою МП. 5. Розширення простих мереж Петрі.	2	14
4	**Тема 4. Імовірнісне моделювання виробничих систем в АПК.** 1. Метод статистичних випробувань 2. Генератори випадкових чисел. 3. Моделювання випадкових подій та дискретних величин. 4. Моделювання неперервних величин. 5. Моделювання випадкових процесів.	2	14
5	**Тема 5. Імітаційне моделювання виробничих систем в АПК.** 1. Доцільність застосування та методи проектування імітаційних моделей 2. Формулювання проблеми та постановка задачі. 3. Розробка концептуальної моделі. 4. Розроблення структурної схеми імітаційної моделі. 5. Програмна реалізація імітаційної моделі.	2	14

	6. Перевірка достовірності імітаційної моделі.		
6	**Тема 6. Планування та проведення експериментів із моделями ВС.** 1. Проблеми планування імітаційних експериментів. 2. Оцінювання точності результатів моделювання. 3. Методи зниження дисперсії. 4. Факторний план та його дисперсійний аналіз. 5. Особливості планування експериментів. 6. Повний факторний експеримент. 7. Дробний дворівневий факторний експеримент. 8. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку. 9. Прискорення процесу імітаційного моделювання.	4	14
7	**Тема 7. Прийняття рішень за результатами моделювання ВС.** 1. Подання результатів моделювання. 2. Методи оптимізації та прийняття рішень. 3. Порівняння альтернативних варіантів технологічної системи. 4. Прийняття рішень щодо удосконалення технологічної системи.	2	12
	УСЬОГО	**16**	**92**

План практичних занять з дисципліни

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття	К-сть годин	К-сть балів
1	**Тема 1. Графоаналітичне моделювання агрометеорологічно зумовленого фонду часу на виконання технологічних операцій впродовж доби.** Вивчається методика графоаналітичного моделювання агрометеорологічно зумовленого фонду часу збирання ранніх зернових культур упродовж доби.	2	5
2	**Тема 2. Якісний та кількісний аналіз вхідного потоку предметів праці виробничої системи.** Вивчається методика дослідження вхідного потоку предметів праці у проектах виробничої системи сільськогосподарського підприємства.	4	10
4	**Тема 3. Відображення імітаційною моделлю та дослідження процесу централізованого виконання сільськогосподарських робіт.** Вивчається методика графоаналітичного моделювання та здійснюється імітаційне моделювання на персональному комп'ютері роботи зернозбирального комбайна впродовж сезону	2	10

5	**Тема 4. Моделювання транспортного процесу та обґрунтування транспортних маршрутів.** Вивчається особливості моделювання транспортного процесу та метод обґрунтування транспортних маршрутів.	2	5
6	**Тема 5. Відображення технологічного процесу моделлю та обґрунтування розподілу операцій між виконавцями (на прикладі технологічного процесу заміни агрегатів).** Вивчається методика моделювання технологічного процесу заміни агрегатів тракторів та обґрунтування розподілу операцій між виконавцями.	2	5
7	**Тема 6. Відображення імітаційною моделлю та дослідження впливу предметних умов на терміни початку технологічних процесів збирання цукрових буряків.** Вивчається методику графоаналітичного моделювання технологічних процесів збирання цукрових буряків із врахуванням впливу предметної та агрометеорологічної складових на функціональні показники ефективності технологічної системи/	4	15
	УСЬОГО	**16**	**50**

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)							Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	іспит 50 балів	100
5	5	8	8	8	8	8		

Т1, Т2 ... Т10 – теми

ВІДПРАЦЮВАННЯ ПРОПУЩЕНИХ ЗАНЯТЬ

Відпрацювання пропущених занять із дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК» здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного університету природокористування пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований лабораторний матеріал (захист роботи або контрольна робота чи тестові завдання) з відповідної тематики. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів – 5 за одну тему, але не більше 10 балів за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання – екзамен.

КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання студента здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного університету природокористування». Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль. Загальні критерії оцінок: «відмінно» – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. «добре» – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності. «задовільно» – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі. «незадовільно» – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

1. Усне опитування (індивідуальне, детальний аналіз відповідей студентів).

2. Письмова аудиторна та поза аудиторна перевірка (розв'язування задач і прикладів, виконання схем, підготовка різних відповідей, рефератів, контрольні роботи (з конкретних питань тощо).

3. Практична перевірка (виконання практичної роботи, аналіз виробничої інформації, розв'язання професійних завдань і т. д.).

4. Стандартизований контроль: письмовий екзамен (можливе проведення у дистанційні формі).

***Види контролю*:** поточний контроль, проміжна та семестрова атестація.

Питання з дисципліни
«Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК»,
які виносяться на екзамен

1. Назвіть основні складові кліматичного чинника процесу
2. Поняття систему і її модель, співвідношення між ними.
3. Класифікація моделей та вимоги до них. Види моделювання.
4. Принципи моделювання систем та процесів. Вимоги до моделей та технологія моделювання.
5. Декомпозиція систем і простір її станів.
6. Характеристика систем масового обслуговування.
7. Типи моделей систем масового обслуговування.
8. Закон збереження стаціонарної черги. Формула Літтла.
9. Одноканальна система масового обслуговування.
10. Багатоканальна система масового обслуговування.
11. Основи дискретно-подійного моделювання систем масового обслуговування.
12. Мережі систем масового обслуговування.
13. Прості мережі Петрі.
14. Розмітка мережі Петрі.
15. Формальне визначення мережі Петрі.
16. Моделювання технологічних систем за допомогою мережі Петрі. Розширення простих мереж Петрі.
17. Формальне зображення ТС за допомогою мережі Петрі.
18. Розширення можливостей вузлів мережі Петрі.
19. Розширення можливостей дуг мережі Петрі.
20. Розширення можливостей переходів у мережі Петрі.
21. Метод статистичних випробувань.
22. Генератори випадкових чисел.
23. Моделювання випадкових подій та дискретних величин.
24. Моделювання неперервних випадкових величин, векторів та процесів.
25. Визначення кількості реалізацій моделювання випадкових величин та статистична обробка результатів.
26. Доцільність застосування імітаційного моделювання та методи проектування моделей.
27. Формулювання проблеми та постановка задачі.
28. Розробка концептуальної моделі.
29. Розроблення структурної схеми імітаційної моделі.
30. Програмна реалізація імітаційної моделі.
31. Перевірка достовірності та правильності імітаційної моделі.
32. Проблеми планування імітаційних експериментів.
33. Оцінювання точності результатів моделювання.
34. Методи зниження дисперсії.
35. Факторний план та його дисперсійний аналіз.
36. Особливості планування експериментів.
37. Повний факторний експеримент.
38. Дробний дворівневий факторний експеримент.

39. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку.
40. Прискорення процесу імітаційного моделювання.
41. Подання результатів моделювання ТС.
42. Методи оптимізації результатів та прийняття рішень.
43. Порівняння альтернативних варіантів технологічної системи.
44. Прийняття рішень щодо удосконалення технологічної системи.
45. Назвіть основні складові кліматичного чинника процесу збиранні ранніх зернових культур.
46. Дайте визначення агрометеорологічної зумовленого фонду часу збирання ранніх зернових культур.
47. Від чого залежить агрометеорологічно зумовлений фонд часу збирання ранніх зернових культур?
48. За якого дефіциту вологості можлива робота комбайна?
49. Які критерії оцінки для визначення доби погожою чи непогожою?
50. Як визначається коефіцієнт агрометеорологічної зумовленості тривалості збирання?
51. Поясніть поняття виробничої системи.
52. Які ви знаєте підсистеми виробничої системи? Їх функції?
53. Що таке ймовірність? Який її фізичний зміст?
54. Опишіть характеристики випадкових величин.
55. Які ви знаєте закони розподілу випадкових величин?
56. Для чого використовується критерій Пірсона?
57. Що таке вхідний потік предметів праці?
58. Класифікація вхідних потоків.
59. Чим відрізняються стаціонарні та нестаціонарні потоки? Коли виникає необхідність послуговуватись моделями нестаціонарних потоків?
60. Для чого проводиться „згладжування” кривої інтенсивності нестаціонарного вхідного потоку. Яку аналогію тут можна навести для стаціонарного потоку.
61. Що таке коефіцієнт кореляції?
62. Що таке кореляційне відношення?
63. Який коефіцієнт кореляції свідчить про відсутність зв’язку?
64. Який коефіцієнт кореляції свідчить про наявність зв’язку?
65. Чим виражається зв'язок між функцією та аргументом?
66. Які розрізняють форми кореляційних зв’язків?
67. Назвіть параметри сезонної програми роботи зернозбирального комбайна.
68. Перелічіть чинники процесу збирання зернових культур.
69. Назвіть показники ефективності процесу збирання зернових культур.
70. Як визначається обсяг несвоєчасно зібраних площ?
71. Що таке коефіцієнт втрат врожаю і від чого він залежить?
72. Які чинники та залежності враховує імітаційна модель роботи комбайна?
73. Як визначається добова продуктивність комбайна?
74. Як здійснити перевірку імітаційної моделі на адекватність?
75. Які Ви знаєте рівні дослідження транспортного процесу?

76. Вкажіть особливості дослідження транспортного процесу на кожному із рівнів.
77. Які початкові дані слід мати для розрахунку процесу централізованого транспортування молока?
78. Дайте визначення термінів „маршрутування”, „маршрут”.
79. Як класифікуються пункти заготівлі молока?
80. Охарактеризуйте основні етапи визначення раціональних звізних маршрутів централізованого транспортування молока.
81. Як будують графічну модель конструкції машини?
82. Які характеристики надаються ребрам графа моделі конструкції?
83. Як визначається максимальна кількість робітників, яких можна залучити до процесу демонтажу (монтажу) несправного агрегату?
84. За якими ознаками визначається зручність розміщення зон обслуговування?
85. Як будується графічна модель процесу демонтажу (монтажу) агрегату машини?
86. Як характеризуються операційні та орієнтувальні зв’язки у моделі процесу?
87. Які операції називаються критичними?
88. Назвіть критерій оптимальності розпису операцій.
89. Назвіть методи вирішення задач теорії розписів та дайте їх характеристику.
90. Сформулюйте теорему Д. Джексона.
91. Сформулюйте теорему В Сміта.
92. Назвіть обмеження, яких потрібно дотримуватись під час моделювання процесу.
93. Як визначаються коефіцієнти використання фонду робочого часу робітників?
94. Назвіть основні етапи методики моделювання процесу демонтажу (монтажу) агрегату.
95. У чому полягає сутність впливу предметних умов на терміни початку бурякозбиральних робіт ?
96. У чому полягає сутність впливу агрометеорологічних умов на терміни початку бурякозбиральних робіт ?
97. Як визначити обсяг технологічних втрат?
98. Що таке біологічні та технологічні втрати врожаю цукрових буряків і як їх визначити?
99. Який результат дасть ітераційний підхід в обґрунтуванні раціонального часу початку бурякозбиральних робіт?
100. Поясніть чи є доцільність застосовувати багаторазову реалізацію моделі ТС. Означте які результати це дасть?

Рекомендована література

Базова

1. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч посіб. [Електронний ресурс]/ І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.

2. Сидорчук О. В, Сенчук С. Р. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва. Навчальний посібник. Львів: Львів. ДАУ, 2006. 127с.

3. Неруш В. Б., Курдеча В. В. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій. Київ: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. 115 с.

4. Адамчук В. В., Сидорчук О. В., Луб П. М., Тригуба А.М. Планування проектів вирощування сільськогосподарських культур на основі статистичного імітаційного моделювання: монографія. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2014. 224 с.

5.

Допоміжна

1. Васильків І. М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
2. Вітлінський В. В., Верчено П. І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
3. Ерік Маттес. Пришвидшений курс Python. Практичний, проєктно-орієнтований вступ до програмування. Перекл. з англ. Львів: Видавництво Старого Лева, 2021. 600с.
4. Жильцов О. Б., Кулян В. Р., Юнькова О. О. Математичне програмування (з елементами інформаційних технологій): Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. 2-ге вид., стереотип. Київ : ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. 184 с.
5. Калапуша Л. Р., Муляр В. П., Федонюк А. А. Комп’ютерне моделювання фізичних явищ і процесів : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. Луцьк : РВВ „Вежа” Волин. Нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2007. 192 с.
6. Костюк В. О. Прикладна статистика: навч. Посібник. Харк. нац. ун-т міськ. госпва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 191 с.
7. Неруш В. Б., Курдеча В. В. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій. Київ: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. 115 с.
8. Уривський Л.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. / Л.О. Уривський, А.В. Мошинська, С.О. Осипчук. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с.
9. Lub P., Sharybura A., Pukas V. Modelling of the technological systems projects of harvesting agricultural crops. *Computer Science And Information Technologies, 2019 IEEE 14th International Scientific and Technical Conference CSIT. Lviv Polytechnic National University,* 64(1), pp. 369–373, 2019. (*Scopus*)
10. Lub P., Sharybura A., Sydorchuk L., Tatomyr A., Pukas V., Cupial M. Information-analytical system of plants harvesting project management. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020): Vol. 1 Slavsko,* 2020. p. 244-253. (*Scopus*)
11. Луб П.М., Шарибура А.О., Сидорчук Л.Л., Пукас В.Л. Узгодження складових проектного середовища технологічних систем збирання врожаю сільськогосподарських культур. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Bulletin of the National Technical University* "KhPI". Ser. : Strategic management,

portfolio, program and project management : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2019. № 2 (1327). С. 66-72.
12. Дуганець В.І., Пукас В.Л., Луб П.М., Шарибура А.О. Статистичні закономірності формування початкових біологічно-предметних умов для виконання технологічних процесів збирання цукрових буряків. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження.* – Львів : Львів. нац. аграр. університет, 2018. № 22. С. 148-154.
13. Сидорчук О.В., Луб П.М., Шарибура А.О., Пукас В.Л. Структурний аналіз проектів технологічних систем збирання врожаю. // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків : НТУ "ХПІ", 2018. № 2 (1278). С. 10-14.
14. Тригуба А.М., Шарибура А.О., Шолудько П.В., Рудинець М.В. Узгодження конфігурацій проектів кооперативів заготівлі молока із проектним середовищем. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ "ХПІ", 2017. № 2 (1224). С. 84–89.
15. Управління проектами технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур / П.М. Луб, А.О. Шарибура, А.М. Тригуба А.М. та ін. // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Х. НТУ «ХПІ». 2016. №2(1174). С.. doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.18
16. Результати дослідження агрометеорологічних причин ризику у проектах технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур / П.М. Луб, А.О. Шарибура, А.М. Тригуба А.М. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, випуск 45, част. ІІ. Кіровоград : КНТУ, 2015. С. 157–162.
17. Об’єктивні передумови розвитку адаптивних технологічних систем рільництва / Сидорчук О.В., Луб П.М., Шарибура А.О., Грабовець В.В. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол. : С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К., 2015. Вип. 226. С.102-109.
18. Tryhuba A., Hutsol T., Mudryk K., Nurek T., Golebiewski J., Lub P., Głowacki S., Sharybura A.O., Tryhuba I., Kucher 0., Mykhailova L., Rud A. Planning of soil-based processes based on modeling. Monograph. – Warszawa: 2020. 138 s.
19. Англійсько-українсько-російський словник словоскорочень з аграрної інженерії за заг. ред. В.В. Снітинського, В.О. Богуслаєва та В.М. Дринчі. Київ: АртЕк, 2018. 452 с.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУП – https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=3221
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
   - 3.1 Аналіз даних та статистичне виведення на мові R. URL: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:IRF+Stat101+2016_T3.
   - 3.2 Розробка та аналіз алгоритмів. Частина 1. URL: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:KPI+Algorithms101+2015_Spring.
   - 3.3 Основи програмування. URL: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:KPI+Programming101+2015_T1.
   - 3.4 Програмування для всіх: основи Python. URL: https://prometheus.org.ua/course/course-v1:Michigan+PFE101+2023_T3.
   - 3.5 Міністерство аграрної політики та продовольства України URL: https://minagro.gov.ua/.
   - 3.6 Національна академія аграрних наук України URL: http://naas.gov.ua/ (дата звернення: 20.08.2022).
   - 3.7 Інститут механіки та автоматики АПВ URL: Режим доступу до статті : https://imaap.org.ua/.
   - 3.8 Украгролізинг URL: http://www.ukragroleasing.com.ua/.
   - 3.9 Компанія ЛАН URL: https://lanclaas.com.ua/.
   - 3.10 Компанія «Золочів ТХ» URL: https://zolochivtx.com/uk/.
   - 3.11 Компанія «Lemken Україна» URL: http://lemken.com.ua/.
   - 3.12 Nebraska Tractor Test Laboratory URL: https://tractortestlab.unl.edu/.
   - 3.13 DLG-Akademie URL: https://www.dlg.org/traktoren.html.
   - 3.14 Agroscope URL: http://www.services.art.admin.ch.
4. Комп'ютерна база даних з програмним забезпеченням, технічними характеристиками сучасної сільськогосподарської техніки технологічного обладнання, що використовується в сільському господарстві. Кафедра АтаТС ім. проф. Олександра Семковича.
5. Бібліотеки: Львівського НУП м. Дубляни, НУ „Львівська політехніка", Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.

ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС

Навчальна дисципліна передбачає колективну роботу. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект із відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.