

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з НВР

професор Віталій БОЯРЧУК
« _____ » _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ В АПК

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність: 208 Агроінженерія

другий (магістерський) рівень вищої освіти

Робоча програма з дисципліни Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія

Розробник: Андрій ШАРИБУРА, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри АтаТС ім. проф. Олександра Семковича

Протокол від “27” серпня 2024 року № 2

Завідувач кафедри АтаТС ім. проф. Олександра Семковича

_____ (Андрій ШАРИБУРА)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

Протокол від “29” серпня 2024 року № 1

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій

_____ (Степан КОВАЛИШИН)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Обов'язкова

Кількість кредитів 4

Загальна кількість годин – 120

Вид контролю: екзамен

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 2

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 36,36 %

для заочної форми навчання – 15,38 %

2. Програма навчальної дисципліни

План лекційних занять з дисципліни

Тема 1. Вступ. Загальні поняття та визначення.

- 1.1. Вступ до дисципліни.
- 1.2. Поняття систему і її модель, співвідношення між ними.
- 1.3. Класифікація моделей та вимоги до них. Види моделювання.
- 1.4. Принципи моделювання систем та процесів. Вимоги до моделей та технологія моделювання.
- 1.5. Декомпозиція систем і простір її станів.

Тема 2. Моделі систем масового обслуговування (СМО).

- 2.1. Характеристика СМО.
- 2.2. Типи моделей СМО.
- 2.3. Формула Літтла.
- 2.4. Одноканальні системи СМО.
- 2.5. Багатоканальні СМО.
- 2.6. Основи дискретно-подійного СМО.
- 2.7. Мережі СМО

Тема 3. Мережі Петрі для моделювання виробничих систем в АПК.

- 3.1. Прості мережі Петрі (МП).
- 3.2. Розмітка мережі Петрі.
- 3.3. Формальне визначення мереж Петрі.
- 3.4. Моделювання ТС за допомогою МП.
- 3.5. Розширення простих мереж Петрі.

Тема 4. Імовірнісне моделювання виробничих систем в АПК.

- 4.1. Метод статистичних випробувань.
- 4.2. Генератори випадкових чисел.
- 4.3. Моделювання випадкових подій та дискретних величин.
- 4.4. Моделювання неперервних величин.
- 4.5. Моделювання випадкових процесів.

Тема 5. Імітаційне моделювання виробничих систем в АПК.

- 5.1. Доцільність застосування та методи проектування імітаційних моделей
- 5.2. Формулювання проблеми та постановка задачі.
- 5.3. Розробка концептуальної моделі.
- 5.4. Розроблення структурної схеми імітаційної моделі.
- 5.5. Програмна реалізація імітаційної моделі.
- 5.6. Перевірка достовірності імітаційної моделі.

Тема 6. Планування та проведення експериментів із моделями ВС.

- 6.1. Проблеми планування імітаційних експериментів.
- 6.2. Оцінювання точності результатів моделювання.
- 6.3. Методи зниження дисперсії.
- 6.4. Факторний план та його дисперсійний аналіз.
- 6.5. Особливості планування експериментів.
- 6.6. Повний факторний експеримент.
- 6.7. Дробний дворівневий факторний експеримент.
- 6.8. Пошук екстремальних значень на поверхні відгуку.
- 6.9. Прискорення процесу імітаційного моделювання.

Тема 7. Прийняття рішень за результатами моделювання ВС.

- 7.1. Подання результатів моделювання.
- 7.2. Методи оптимізації та прийняття рішень.
- 7.3. Порівняння альтернативних варіантів технологічної системи.
- 7.4. Прийняття рішень щодо удосконалення технологічної системи.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Рік підготовки 1 Семестр 2						Рік підготовки 1 Семестр 2					
Тема 1	12	2				10	12	1	1			10
Тема 2	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 3	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 4	14	2	4			8	14	1	1			12
Тема 5	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 6	14	4	4			6	14	2	2			10
Тема 7	14	2	2			10	14	1	1			12
Іспит	30					30	30					30
Усього годин	120	16	16	-	-	88	120	8	8	-	-	104

4. Теми практичних занять

План практичних занять з дисципліни

№ з/п	Назва практичної роботи	К-сть годин
1.	Графоаналітичне моделювання агрометеорологічно зумовленого фонду часу на виконання технологічних операцій впродовж доби	2
2.	Якісний та кількісний аналіз вхідного потоку предметів праці виробничої системи	4
3.	Відображення імітаційною моделлю та дослідження процесу централізованого виконання сільськогосподарських робіт	2
4.	Моделювання транспортного процесу та обґрунтування транспортних маршрутів.	2
5.	Відображення технологічного процесу моделлю та обґрунтування розподілу операцій між виконавцями (на прикладі технологічного процесу заміни агрегатів).	2
6.	Відображення імітаційною моделлю та дослідження впливу предметних умов на терміни початку технологічних процесів збирання цукрових буряків	4
	Всього	16

5. Теми, питання та завдання, винесені на самостійне вивчення

№ 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

6. Методи навчання

1. Словесні методи (розповідь, пояснення, бесіда, лекція.)

2. Наочні методи

- ілюстрація (презентації, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо),
 - демонстрування методики, об'єкту вивчення: діюча методика; модель;
 база даних; інтерактивний ресурс тощо;

3. Практичні методи: практичні та самостійні роботи.

4. Словесні (вербальний, дискусійний), дослідницький, аналіз, синтез, індукція, дедукція.

7. Методи контролю

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання проміжних модулів відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час тестування, виконання контрольних робіт або підсумкового заліку заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється технічно використовувати лише під час он-лайн тестування та підготовки практичних завдань.

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Оцінювання

Остаточна оцінка за курс розраховується наступним чином: поточний контроль оцінюється в 100 балів, та складається із двох модулів по 25 балів кожен. В суму балів кожного модуля входять бали за підготовку, виконання

та захисту 7 тем (7 практичних робіт) по 5 балів за кожні 2 год практичної роботи ($8 \times 5 = 40$) та 5 балів за самостійну роботу, яка оцінюється як усна компонента під час здачі модуля (співбесіда із лектором) ($5 \times 2 = 10$).

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)				Підсумковий контроль	Сума
Модуль 1 (25 балів)		Модуль 2 (25 балів)		екзамен	
П1- П4	СР	П5- П7	СР		
$5 \times 4 = 20$	5	$5 \times 2 + 10 = 20$	5	50	100

П1, П2 ... П10 – практичні роботи; СР – самостійна робота.

9. Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «*Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК*» здобувачі другого (магістерського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «*Агроінженерія*» спеціальності 208 «*Агроінженерія*».

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
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
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.
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.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів) Семестр 2									Підсумковий тест (екзамен)	Сума
T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	іспит 50 балів	100
5	5	5	5	5	5	5	5	10		

T1, T2 ... T14 – теми практичних робіт.

11. Методичне забезпечення

1. Шарибура А.О., Луб П.М., Барабаш Р.І., Рис В.І. Графоаналітичне моделювання агрометеорологічно зумовленого фонду часу на виконання технологічних операцій впродовж доби. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 27 с.

2. Шарибура А.О., Луб П.М., Барабаш Р.І., Рис В.І. Якісний та кількісний аналіз вхідного потоку предметів праці виробничої системи. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 25 с.

3. Шарибура А.О., Луб П.М., Барабаш Р.І., Рис В.І. Відображення імітаційною моделлю та дослідження процесу централізованого виконання сільськогосподарських робіт. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 32 с.

4. Тригуба А.М., Шарибура А.О., Барабаш Р.І., Рис В.І. Моделювання транспортного процесу та обґрунтування транспортних маршрутів. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 28 с.

5. Тригуба А.М., Шарибура А.О., Барабаш Р.І., Рис В.І. Відображення технологічного процесу моделлю та обґрунтування розподілу операцій між виконавцями (на прикладі технологічного процесу заміни агрегатів). Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 25 с.

6. Шарибура А.О., Луб П.М., Барабаш Р.І., Рис В.І. Відображення імітаційною моделлю та дослідження впливу предметних умов на терміни початку технологічних процесів збирання цукрових буряків. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи студентами спеціальності 208 Агроінженерія РВО «Магістр» з дисципліни «Моделювання та оптимізація виробничих систем в АПК». Львів, 2024. 26 с.

12. 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.

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. госп-ва 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., Sydoruk 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. II. 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 O., 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.

13. 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 автоматизації АПВ URL: Режим доступу до статті : <https://imaap.org.ua/>.
 - 3.8 Укragролізинг URL: <http://www.ukragroleasing.com.ua/>.
 - 3.9 Компанія ЛАН URL: <https://lanclaas.com.ua/>.
 - 3.10 Компанія «Золочів ТХ» URL: <https://zlochivtx.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.