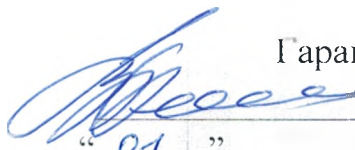


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра математики і фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Гарант освітньої програми


Валентин ПОЛІЩУК

“ 01 ” 09 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА
КОМП'ЮТОРНЕ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Освітній рівень: третій (доктор філософії)

Галузь знань: Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

Спеціальність: НЗ Садово-паркове господарство

Освітня програма: Садово-паркове господарство

Факультет: лісового і садово-паркового господарства

Умань – 2025 р.

Робоча програма з навчальної дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» для здобувачів вищої освіти спеціальності *НЗ Садово-паркове господарство* третього рівня вищої освіти (доктор філософії) освітньої програми *Садово-паркове господарство* – Умань: Уманський НУ, 2025. -17с.

Розробник: Лещенко С. В.

 (Світлана ЛЕЩЕНКО)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математики і фізики.

Протокол від “*28*” *08* 2025 року № *7*

Завідувач кафедри  (Леонід КОВАЛЬОВ)
“*28*” *08* 2025 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства

Протокол від “*01*” *вересня* 2025 року № *1*

Голова  (Михайло ШЕМЯКІН)

“*01*” *вересня* 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітній рівень, назва освітньої програми	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузі знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина	Обов’язкова	
Модулів – 1	Спеціальність НЗ Садово-паркове господарство	Рік підготовки:	
Змістових модулів –3		1-й	
Загальна кількість годин - 90		Семестр	
		1-й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 1 самостійної роботи студента - 5	Освітній рівень: третій(доктор філософії) Освітня програма Садово-паркове господарство	10 год.	
		Практичні	
		6 год.	
		Самостійна робота	
		74 год.	
		Вид контролю:	екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання та комп'ютерне планування експерименту» розроблена відповідно до Положення про методичне забезпечення в Уманському національному університеті садівництва, затвердженого Вченою радою від 11.07.2024 р.

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та комп'ютерне планування експерименту» належить до обов'язкових дисциплін, вивчення яких передбачено освітньо-професійною програмою «Садово-паркове господарство» підготовки фахівців третього (доктор філософії) рівня вищої освіти за спеціальністю НЗ Садово-паркове господарство галузі знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина.

Мета: опанувати основними поняттями математичного моделювання і планування експерименту в технологічній сфері виробництва.

Завдання: застосування математичних методів та моделей, пов'язаних з плануванням експериментальних досліджень, узагальнення теоретичних основ експериментальних досліджень. Методи математичної формалізації умов планування експериментальних досліджень. Оволодіння методами оптимізаційного аналізу і правилами прийняття рішень у виробничій сфері.

Навчитись складати математичні моделі та на їх основі проводити експериментальні дослідження. Визначати ефективність використання землі, техніки, робочої сили, грошових та виробничих ресурсів, а також організаційних заходів в технологічному виробництві.

Місце дисципліни у структурно-логічній схемі підготовки здобувачів вищої освіти: дисципліни, засвоєння яких необхідне для математичного моделювання та планування експерименту: вища математика.

Дисципліни, вивчення яких опирається на «Математичне моделювання та планування експерименту»: глобальні проблеми дослідження в садово-парковому господарстві.

Вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту» передбачає формування та розвиток у здобувачів компетентностей і програмних результатів навчання відповідно до освітньо-професійної програми «Садово-паркове господарство» спеціальності НЗ Садово-паркове господарство галузі знань Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина (табл. 1).

Матриця компетентностей і програмних результатів навчання, що формуються під час вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту»

Таблиця 1

Шифр компетентності	Компетентності	Шифр програмних результатів навчання	Програмні результати навчання
Загальні компетентності (ЗК)			
ЗК2	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПРН7	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
ЗК5	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	ПРН2	Мати дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень садово паркового господарства, отримання нових знань та/або здійснення інновації, зокрема, для формування пропозицій фінансування дослідницьких проектів, реєстрації інтелектуальної власності.
		ПРН4	Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми садово-паркового господарства з урахуванням технічних, соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
Спеціальні (фахові) компетентності (ФК)			
ФК3	Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень садово-паркового господарства, методи комп'ютерного моделювання, цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.	ПРН2	Мати дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень садово паркового господарства, отримання нових знань та/або здійснення інновації, зокрема, для формування пропозицій фінансування дослідницьких проектів, реєстрації інтелектуальної власності.
		ПРН7	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ФК4	Здатність обробляти отримані експериментальні дані, застосовувати методи статистичного аналізу даних, перевіряти статистичні гіпотези.	ПРН7	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
------------	--	-------------	--

Методи навчання та засоби діагностики, що відповідають визначеним результатам навчання за навчальною дисципліною «Математичне моделювання та планування експерименту», наведено в табл. 2, 3.

Таблиця 2

Результати, методи навчання та методи контролю за навчальною дисципліною «Математичне моделювання та планування експерименту»

Результати навчання за навчальною дисципліною		Методи навчання	Методи контролю
1	Знання:		
1.1	основні означення, теореми, правила та їх практичне застосування	лекція, практичне заняття, індивідуальне заняття, проблемна лекція, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	усне опитування, експрес-контроль, тестування, участь у дискусії, підготовка та представлення презентацій, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль
1.2	доведення найбільш важливих теорем, які лежать в основі методів, що вивчаються		
1.3	математичні методи для розв'язання практичних задач з використанням обчислювальної техніки і нормативної літератури		
2	Уміння/навички:		
2.1	розв'язувати математичні задачі та зводити розв'язки до практично прийнятого результату, а також розвинути логічне і алгоритмічне мислення	лекція, практичне заняття, індивідуальне заняття, проблемна лекція, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	усне опитування, експрес-контроль, тестування, участь у дискусії, підготовка та представлення презентацій, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль
2.2	формувати найпростіші прикладні задачі і складати математичні моделі реальних об'єктів та процесів, які в них відбуваються		
2.3	вибирати або розробляти раціональні методи досліджень складених моделей. Якісно їх аналізувати, використовувати числові методи, застосовувати сучасну обчислювальну техніку, а також користуватися таблицями та довідниками		
3	Комунікація:		

3.1	переконливе донесення до фахівців і нефахівців результатів проведення статистичних досліджень та аргументація власних висновків	практичне заняття, робота в малих групах	участь у дискусії, підготовка та представлення презентацій
3.2	отримання статистичних даних та їх інтерпретація		
3.3	спілкування під час виконання статистичних досліджень з використанням наукової математичної термінології		
4	Відповідальність і автономія		
4.1	розуміння особистої відповідальності за достовірність представлених результатів експериментальних досліджень	практичне заняття, індивідуальне заняття, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	тестування, участь у дискусії, підготовка та представлення презентацій, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль
4.2	здатність автономно інтерпретувати результати експериментальних досліджень та робити висновки на їх основі		

Таблиця 3

Методи навчання та методи контролю програмних результатів навчання з навчальної дисципліни «Математичне моделювання та планування експерименту»

Програмний результат навчання		Метод навчання	Методи контролю
ПР 2	Мати дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень садово паркового господарства, отримання нових знань та/або здійснення інновації, зокрема, для формування пропозицій фінансування дослідницьких проектів, реєстрації інтелектуальної власності.	лекція, практичне заняття, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	усне опитування, тестування, участь у дискусії, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль
ПР 4	Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми садово-паркового господарства з урахуванням технічних, соціальних, економічних, екологічних та правових аспек-	лекція, практичне заняття, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	усне опитування, тестування, участь у дискусії, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль

	тів.		
ПР 7	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.	лекція, практичне заняття, робота в малих групах, самонавчання через Moodle	усне опитування, тестування, участь у дискусії, контрольна (модульна) робота, підсумковий контроль

3. Програма навчальної дисципліни

Теми занять	Зміст занять
Тема 1. Теоретичні основи моделювання	Теоретичні основи моделювання. Фізичне і математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Системний підхід до моделювання Використання в математичному моделюванні лінійної алгебри.
Тема 2. Теоретичні дослідження та експерименти	Постановка задачі лінійного моделювання і методи її розв'язування. Математична формалізація умов задач. Загальна, симетрична і канонічна форми запису задач лінійного програмування. Допустимий, опорний і оптимальний план розв'язку задач. Критерії оптимальності і типи планів експериментальних досліджень. Загальні методи побудови оптимальних планів. Оптимальна організація теоретичних досліджень і натурних експериментів.
Тема 3. Математична модель симплексного методу	Математична модель симплексного методу розв'язування задач. Симплексна таблиця. Вибір оптимальних планів експериментальних досліджень для поліноміальних моделей. Плани поліноміальних моделей на симплексі. Класифікація планів із дискретними змінними.
Тема 4. Способи градієнтної оптимізації експериментів	Особливості розв'язку задач нелінійного і динамічного моделювання. Геометричний метод розв'язування задач. Метод невизначених множників Лагранжа. Поняття градієнта. Градієнтні методи розв'язку задач. Рух у напрямку до екстремуму. Способи градієнтної оптимізації. Особливості застосування градієнтної оптимізації сумісно з методами планування експериментів. Математична модель геометричного методу розв'язування задач.
Тема 5. Ймовірнісні характеристики	Ймовірнісні характеристики моделі і системи. Комбінація аналітичних методів, метода статистичних випробувань та натурних експериментів з оцінкою виграшу у точ-

моделі системи	ності або у кількості експериментів (вартості дослідження). Використання апріорних відомостей та пам'яті моделі системи. Оптимальне планування експериментів із системою та її частинами для отримання оцінки ймовірносної характеристики. Оцінка впливу випадкового розкиду параметрів на ймовірнісні характеристики моделі системи.
Тема 6. Математична статистика і планування експерименту Mathematical statistics and experiment planning	Методологічні концепції математичної статистики. Модель замість закону. Головне завдання планування експерименту. Логіка розвитку ідей математичної статистики як метамови експерименту. Methodological concepts of mathematical statistics. A model instead of a law. The main task of planning the experiment. The logic of the development of ideas of mathematical statistics as a metalanguage of experiment.
Тема 7. Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіювання Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіювання	Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіювання. Стратегія рандомізації. Дисперсійний аналіз. Виділення домінуючих факторів у випадках, де експеримент «виконує» природа. Метод головних компонент. Факторний аналіз. Дискримінантний аналіз і класифікація. Дослідження процесів, що змінюються у часі.
Тема 8. Обробка результатів експерименту	Обробка результатів експерименту. Спростування гіпотез. Зауваження до формалізованого підходу вибору гіпотез. Попередня обробка. Перевірка однорідності дисперсій відтворюваності Перевірка адекватності моделі. Перевірка значущості оцінок коефіцієнтів моделі. Повний та дробний факторний аналіз. Оцінка значущості фактора. Оцінка диференціального ефекту рівнів фактора.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма						Заочна форма			
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі		
		л	п	с.р	і.р			л	п	с.р.
1	2	3	4	5			6	7	8	9
Модуль 1. Математичне моделювання та планування екперименту										
1 Теоретичні основи моделювання	10	1		9						
2. Теоретичні дослідження та експерименти.	10	1		9						
3. Математична модель симплексного методу.	12	1	1	10						
4. Способи градієнтної оптимізації експериментів.	12	1	1	10						
5.Ймовірнісні характеристики моделі системи.	12	2	1	9						
6. Математична статистика і планування експерименту Mathematical statistics and experiment planning	12	2	1	9						
7. Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіяння	12	1	1	10						
8. Обробка результатів експерименту	9	1		8						
Модульний контроль	1		1							
Всього	90	10	6	74						
Форма підсумкового контролю – екзамен										

5. Практичні роботи

Номер		Тема практичної роботи	Обсяг годин	
№ п/п	Модуль		Денна форма	Заочна форма
1	1.1	Теоретичні основи моделювання.		
2	1.2	Теоретичні дослідження та експерименти.		
3	1.3	Математична модель симплексного методу.	1	
4	1.4	Способи градієнтної оптимізації експериментів.	1	
5	1.5	Ймовірнісні характеристики моделі системи	1	
6	1.6	Математична статистика і планування експерименту Mathematical statistics and experiment planning	1	
7	1.7	Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіяння.	1	
8	1.8	Обробка результатів експерименту		
9	1.9	Модульний контроль. Контрольна робота.	1	
Всього:			6	

6. Самостійна робота

Номер		Тема самостійної роботи	Обсяг годин	
№ п/п	Модуль		Денна форма	Заочна форма
1	1.1	Теоретичні основи моделювання. Фізичне і математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Системний підхід до моделювання Використання в математичному моделюванні лінійної алгебри.	9	
2	1.2	Постановка задачі лінійного моделювання і методи її розв'язування. Математична формалізація умов задач. Загальна, симетрична і канонічна форми запису задач лінійного програмування. Допустимий, опорний і оп-	9	

		тимальний план розв'язку задач. Критерії оптимальності і типи планів експериментальних досліджень. Загальні методи побудови оптимальних планів. Оптимальна організація теоретичних досліджень і натурних експериментів.		
3	1.3	Математична модель симплексного методу розв'язування задач. Симплексна таблиця. Вибір оптимальних планів експериментальних досліджень для поліноміальних моделей. Плани поліноміальних моделей на симплексі. Класифікація планів із дискретними змінними.	10	
4	1.4	Особливості розв'язку задач нелінійного і динамічного моделювання. Геометричний метод розв'язування задач. Метод невизначених множників Лагранжа. Поняття градієнта. Градієнтні методи розв'язку задач. Рух у напрямку до екстремуму. Способи градієнтної оптимізації. Особливості застосування градієнтної оптимізації сумісно з методами планування експериментів.	10	
5	1.5	Ймовірнісні характеристики моделі і системи. Комбінація аналітичних методів, метода статистичних випробувань та натурних експериментів з оцінкою виграшу у точності або у кількості експериментів (вартості дослідження). Використання апріорних відомостей та пам'яті моделі системи. Оптимальне планування експериментів із системою та її частинами для отримання оцінки ймовірносної характеристики. Оцінка впливу випадкового розкиду параметрів на ймовірнісні характеристики моделі системи.	9	
6	1.6	Методологічні концепції математичної статистики. Модель замість закону. Головне завдання планування експерименту. Логіка розвитку ідей математичної статистики як метамови експерименту. Methodological	9	

		concepts of mathematical statistics. A model instead of a law. The main task of planning the experiment. The logic of the development of ideas of mathematical statistics as a metalanguage of experiment.		
7	1.7	Методи досліджень, побудовані на вивченні розсіювання. Стратегія рандомізації. Дисперсійний аналіз. Виділення домінуючих факторів у випадках, де експеримент «виконує» природа. Метод головних компонент. Факторний аналіз. Дискримінантний аналіз і класифікація. Дослідження процесів, що змінюються у часі.	10	
8	1.8	Обробка результатів експерименту. Спростування гіпотез. Зауваження до формалізованого підходу вибору гіпотез. Попередня обробка. Перевірка однорідності дисперсій відтворюваності Перевірка адекватності моделі. Перевірка значущості оцінок коефіцієнтів моделі. Повний та дробний факторний аналіз. Оцінка значущості фактора. Оцінка диференціального ефекту рівнів фактора.	8	
Всього:			74	

7. Методи навчання

Реалізація передбачених навчальним планом організаційних форм вивчення математичного моделювання технологічних процесів вимагає забезпечити відповідність методики навчання, контролю та оцінювання кредитно-модульній та модульно-рейтинговій системі організації навчального процесу. Це передбачає приведення керівництва навчальною діяльністю аспірантів на лекційних і практичних заняттях, управління самостійною роботою у відповідність до сучасних принципів взаємодії викладача і аспіранта. Заміна навчально-дисциплінарної парадигми освіти на гуманістичну, суб'єкт-суб'єктну уможливорюється за умови переорієнтації навчального процесу на пріоритетне використання програмованих, особистісно зорієнтованого активних методів модульного навчання, повне забезпечення самостійної роботи аспірантів засобами навчання як на паперових носіях, так і інтерактивними комп'ютерними засобами.

У відповідності до цих передумов та відведеного часу на реалізацію поставлених навчально-освітніх завдань, вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики має реалізовуватися бінарними методами, коли методи донесення, систематизації знань та забезпечення зв'язку теорії з професійною спрямованістю навчання адекватно відповідають визначеним навчальним планом організаційним формам навчання предмету – лекції, практичні заняття, самостійна робота, контрольні заходи (модульний контроль), семестровий контроль (залік).

Лекція, як провідна форма теоретичного навчання та формування основ для наступного засвоєння аспірантами навчального матеріалу, використовується для розгорнутого теоретичного повідомлення, наукового аналізу та обґрунтування наукових проблем тем змістових модулів навчальної програми. Проводиться з використанням *методів викладу нового матеріалу* (словесний системний виклад наукової інформації) та *активізації пізнавальної діяльності аспірантів* (індуктивні та дедуктивні, настановчо-оглядові, репродуктивні, словесно-евристичні, словесно-проблемні, проблемні, частково-пошукові, логічно-пошукові, логічного підсумування інформації тощо).

Практичні заняття і самостійна робота, як провідні форми формування практичної та основ навчально-дослідної підготовки, – передбачають використання *методами активізації пізнавальної діяльності аспірантів* (пред'явлення навчальних вимог, інструктаж, навчальна робота під керівництвом викладача, , робота з книгою (довідником, робочим зошитом) та *закріплення матеріалу* (систематизації, індукції і дедукції; робота із підручниками, довідниками, навчальними посібниками, в мережі Інтернет; укладання звіту про виконану навчальну роботу, виконане дослідження чи експеримент; підготовка до співбесіди з викладачем, усного виступу та повідомлення, публікації тощо)

8. Методи контролю

Контроль знань і умінь аспірантів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу.

Система контролю над самостійною роботою аспірантів включає:

- а) опитування аспірантів по змісту теоретичних знань під час проведення практичних занять;
- б) перевірка виконання самостійних робіт, контрольних робіт;
- в) захист індивідуальних завдань.

Поточний – під час виконання практичних, індивідуальних завдань), контроль за засвоєння певного модуля (модульний контроль). Форму прове-

дення поточного контролю і систему оцінювання визначає відповідна кафедра.

Підсумковий – включає диференційований залік і екзамен.

Якщо навчальна дисципліна складається з **3-4** модулів, то кожен модуль може оцінюватись в умовних балах пропорційно обсягу часу, відведеному на засвоєння матеріалу цього модуля. Максимально можлива кількість умовних балів за **навчальні заняття** аспіранта становить 70% (коефіцієнт 0,7) і 30% (коефіцієнт 0,3) припадає на екзамен (або диференційований залік). від загальної кількості умовних балів.

Рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань та умінь аспірантів з навчальної дисципліни (доповідь на конференції, підготовка наочних посібників тощо) може надаватись до **10%** від загальної кількості умовних балів з навчальної дисципліни.

9. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Оцінювання окремих видів навчальної роботи аспіранта

Поточний модульний контроль											
Модуль №1									всього	Підсумковий контроль	сума
ЗМ1	ЗМ2	ЗМ3	ЗМ4	ЗМ5	ЗМ6	ЗМ7	ЗМ8	МК			
5	5	10	10	10	10	5	5	10	70	30	100

10. Критерії та шкала оцінювання знань і умінь студентів

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
Відмінно	A	Відмінно - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100
Добре	B	Дуже добре - вище середнього рівня з кількома помилками	82-89
	C	Добре - в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	74-81
Задовільно	D	Задовільно - непогано, але із значною	64-73

		кількістю недоліків	
	Е	Достатньо - виконання задовольняє мінімальні критерії	60-63
Незадовільно	FX	Незадовільно - потрібно працювати перед тим, як отримати позитивну оцінку	35-59
	F	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота	0-34

11. Методичне забезпечення

1. Математичне моделювання та планування експерименту. Методичні вказівки для аспірантів спеціальностей 205 лісове господарство і 206 садово-паркове господарство // І.І.Побережець, С.В. Лещенко, І.І. Побережець, – Умань: Видавничо-поліграфічний центр УНУС, 2020. – 69с

2. Математична статистика. Методичні вказівки для проведення практичних занять та самостійної роботи студентів факультету економіки і підприємництва //І.І.Побережець, Р.В. Ненька. Під редакцією В.Є. Березовського. – Умань:, 2018. – 140 с.

3. Математичне моделювання та планування експерименту. Методичні рекомендації програма і завдання контрольної роботи для аспірантів заочної форми навчання спеціальностей 205 лісове господарство і 206 садово-паркове господарство// І.І.Побережець, С.В. Лещенко, І.І. Побережець, – Умань: Видавничо-поліграфічний центр УНУС, 2020. – 69с.

12. Рекомендована література

1. Вітлінський В. В., Наконечний С.І., Шарапов О.Д. та ін. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник/ За заг.ред.

В.В.Вітлінського. – К.: КНЕУ, 2008. – 536 с.

2. Вітлінський В. В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2002.

3. Вітлінський В.В., Верченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.

4. Вітлінський В. В., Піскунова О.В. Математичні моделі та методи ринкової економіки Навч.посібник. – К.: КНЕУ, 2010р. – 531 с.

5. Долінський Л.Б. Фінансова математика: навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2009. – 265 с.

6. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання. – ВПЦ Київський університет, 2006. – 216 с.

7. Ульянченко О.В. Дослідження операцій в економіці. – Харків: Гриф, 2002. – 580 с.

Інформаційні ресурси

2. Електронна бібліотека URL <http://www.scientific-library.net>
3. Безкоштовні електронні бібліотеки URL <http://www.allbest.net/>
4. Освітній математичний сайт: задачі з розв'язками, довідник з математики, консультації, курси лекцій, методичні розробки і т.д. URL <http://www.exponenta.net/>
5. Електронні матеріали з математики URL <http://www.allmath.net/>.
6. Матеріали з вищої математики на допомогу студентам URL <http://www.mathelp.spb.net/>.
7. Довідкова інформація з математичних дисциплін URL <http://mathem.h1.net/> - Математика On- Line.
8. Матеріали з вищої математики на допомогу студентам URL <http://www.mathelp.spb.net/>.
9. Довідкова інформація з математичних дисциплін URL <http://mathem.h1.net/> - Математика On- Line.
10. Сайт вільно розповсюджуваних видань, а також записки лекцій, збірник задач, програми курсів і т.д. URL <http://www.mccme.net/free-books/>.

13. Зміни в робочій програмі на 2025/2026 навчальний рік

Додавлено математичну модель геометричного методу розв'язування задач.