МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІЗМАЇЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ, АДМІНІСТРУВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне моделювання
(назва навчальної дисципліни)

освітньо-професійний ступінь бакалавр
(назва освітнього ступеня)

галузь знань 01 Освіта/Педагогіка
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта

предметна спеціальність 014.04 Математика

освітня програма Середня освіта: математика

тип дисципліни обов’язкова

Ізмаїл – 2018

ПОГОДЖЕНО:
Гарант освітньо-професійної програми

_____ Івлієва О.М.
(підпис, ініціали, прізвище)

РЕКОМЕНДОВАНО:
кафедрою математики, інформатики та інформаційної діяльності
протокол № 11 від 29.06.18
Завідувач кафедри _____ Івлієва О.М.
(підпис, ініціали, прізвище)

ПОГОДЖЕНО:
Голова навчально-методичної ради факультету управління, адміністрування та інформаційної діяльності

_____ Федорова О.В.
(підпис, ініціали, прізвище)

Розробник програми: кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики, інформатики та інформаційної діяльності Івлієва Ольга Михайлівна

Рецензент програми: кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри технологічної, професійної освіти та загальнотехнічних дисциплін ІДГУ Федорова Ольга Василівна

© Івлієва О.М. 2018
© ІДГУ, 2018

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна	*Заочна*
Кількість кредитів: 5	*Лекції*:	
	20	*4*
Модулів: 3	*Практичні заняття*:	
Загальна кількість годин: 150	*22*	*6*
Рік вивчення дисципліни за навчальним планом: четвертий	*Лабораторні заняття:*	
	16	*4*
Семестр: VII	*Семінарські заняття*:	
	-	-
Тижневе навантаження (год.): - аудиторне: 6 - самостійна робота: 8	*Консультації:*	
	2	-
	Індивідуальні заняття:	
Форма підсумкового контролю: екзамен	-	-
Мова навчання: українська	*Самостійна робота:*	
	90	*136*

2. МЕТА ДИСЦИПЛІНИ

Предмет вивчення навчальної дисципліни є принципи і засоби побудови і застосування математичних моделей (детермінованих та імовірнісних) довкілля, теоретичні засади прогнозування стану складних систем.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів системи знань з методології застосування математичного інструментарію для побудови і використання різних типів оптимізаційних моделей, набуття необхідної сукупності теоретичних і практичних знань для вирішення конкретних завдань, які постають у процесі побудови економіко-математичних моделей на сучасному етапі розвитку.

Передумови Для вивчення дисципліни необхідні знання теорії ймовірностей, математичної статистики, математичного аналізу, лінійної алгебри.

Міждисциплінарні зв'язки

Математичне моделювання може використовуватись при вивченні теорії керування, методів оптимізації та інших дисциплін, де можуть бути корисними математичні моделі.

Нормативна навчальна дисципліна "Математичне моделювання" є складовою циклу професійної підготовки фахівців за програмою підготовки бакалаврів спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика).

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей та програмних результатів навчання відповідно до освітньо-професійної) програми «**Середня освіта: математика**».

Інформація про компетентності та відповідні їм програмні результати навчання за дисципліною

Шифр компетентності	Компетентності	Шифр програмних результатів	Програмні результати навчання
Загальні компетентності (ЗК)			
ЗК1.	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	ПРН 1 ПРН 6.	Демонструє знання з теоретичної та прикладної математики та методики її навчання. Володіє методологією наукового

		ПРН 9.	пізнання та формування інформаційної картини світу, розуміє закони, методи та методики проведення фундаментальних і прикладних досліджень Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.
ЗК2.	Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях	ПРН 9.	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.
ЗК 3.	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	ПРН 9.	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.
ЗК4.	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел та різними способами	ПРН 4. ПРН 10.	Демонструє знання базових та спеціальних технологій навчання з використанням сучасних інформаційних технологій та уміння їх застосовувати у освітньому процесі Вміє використовувати на практиці сучасні інформаційно-комунікаційні та Internet-технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв'язування суспільно-значущих, зокрема професійних, задач.
ЗК5.	Здатність до опанування новими знаннями та продовження професійного розвитку	ПРН 4. ПРН 8	Демонструє знання базових та спеціальних технологій навчання з використанням сучасних інформаційних технологій та уміння їх застосовувати у освітньому процесі Використовує різноманітні ресурси для пошуку потрібної інформації, критично аналізує й опрацьовує інформацію з метою використання її у навчальній і професійної діяльності із дотриманням принципів доброчесності та визнанням авторських прав.
ЗК6.	Здатність ідентифікувати, формулювати та розв`язувати проблеми	ПРН 1. ПРН 4.	Демонструє знання з теоретичної та прикладної математики та методики її навчання. Демонструє знання базових та

		ПРН 6.	спеціальних технологій навчання з використанням сучасних інформаційних технологій та уміння їх застосовувати у освітньому процесі Володіє методологією наукового пізнання та формування інформаційної картини світу, розуміє закони, методи та методики проведення фундаментальних і прикладних досліджень.
ЗК7.	Здатність проводити дослідження на сучасному науковому рівні	ПРН 6.	Володіє методологією наукового пізнання та формування інформаційної картини світу, розуміє закони, методи та методики проведення фундаментальних і прикладних досліджень.
Спеціальні компетентності (СК)			
СК 2.	Здатність застосовувати сучасні методи й освітні технології навчання.	ПРН 6. ПРН 9. ПРН 10.	Володіє методологією наукового пізнання та формування інформаційної картини світу, розуміє закони, методи та методики проведення фундаментальних і прикладних досліджень Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об’єктів та процесів для розв’язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування. Вміє використовувати на практиці сучасні інформаційно-комунікаційні та Internet-технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв’язування суспільно-значущих, зокрема професійних, задач
СК8.	Здатність аналізувати математичну задачу, розглядати різні способи її розв’язування. .	ПРН 9. ПРН 10.	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об’єктів та процесів для розв’язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування. Вміє використовувати на практиці сучасні інформаційно-комунікаційні та Internet-технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв’язування суспільно-значущих, зокрема професійних, задач.

Матриця відповідності компетентностей результатам навчання за дисципліною

Шифр компетентності	Результати навчання			
	Знання	**Уміння**	**Комунікація**	**Автономність та відповідальність**
ЗК1	ПРН 1	ПРН 6, ПРН 9		
ЗК2		ПРН 9		
ЗК3		ПРН 9		
ЗК4	ПРН 4	ПРН 10	ПРН 4	
ЗК5	ПРН 4	ПРН 8		
ЗК6	ПРН 1, ПРН 4	ПРН 6	ПРН 4	
ЗК7		ПРН 6,		
СК2		ПРН 6, ПРН 9	ПРН 10	
СК8		ПРН 9, ПРН 10		

4. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назви модулів / тем	Кількість годин (денна форма навчання)							Кількість годин (заочна форма навчання)						
		Аудиторні	Лекції	Семінарські (практичні)	Лабораторні	Консультації	Індивідуальні заняття	Самостійна робота	Аудиторні	Лекції	Семінарські (практичні)	Лабораторні	Консультації	Індивідуальні заняття	Самостійна робота
	Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії моделювання.														
1	Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання		2					6							10
	Змістовий модуль 2. Методи лінійного програмування. Цілочислове програмування														
2	Тема 2. Оптимізаційні задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування		2	2				6							12
3	Тема 3. Задача лінійного програмування та методи її розв'язання		2	2	2			6	2	2					12
4	Тема 4. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач		2	2	2			6	2		2				12
5	Тема 5. Транспортна задача		2	4	4			6	2		2				12
6	Тема 6. Цілочислове програмування		2	2	2			6							12
	Змістовий модуль 3. Економіко-математичне моделювання														
	Тема 7. Моделювання стохастичних подій, величин і процесів. Побудова економетричних моделей. Парна лінійна регресія		2	2	2			6	4	2	2				12
8	Тема 8. Лінійні моделі множинної регресії		2	4	2			6							12

9	Тема 9. Узагальнені економетричні моделі		2	2				6							10
10	Тема 10. Виробничі функції		2	2	2			6							10
Підсумковий контроль *(для екзаменів)*						2		30					2		30
Разом:		60	20	22	16	2		90	14	4	6	4	2		136

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Основні поняття математичного моделювання складних систем

*Тема 1 Концептуальні аспекти математичного моделювання***.** Моделювання як основний метод дослідження і науково-обґрунтований метод оцінок характеристик складних систем, що використовується для прийняття рішень. Складові частини процесу моделювання: об'єкт досліджень, дослідник, мета досліджень, модель. Експеримент, аналогія, гіпотеза - етапи побудови моделі. Адекватність моделі. Основні принципи побудови моделей.

Класифікація методів моделювання. Детерміновані і стохастичні процеси. Статичні і динамічні процеси. Дискретні і неперервні процеси.

Математичне моделювання: аналітичне, імітаційне, комбіноване.

Формальна модель об’єкта. Визначення вхідних, внутрішніх, зовнішніх та вихідних параметрів. Закон функціонування системи.

Технологія побудови математичних моделей. Дослідження об’єкта моделювання. Концептуальна постановка задачі моделювання. Математична постановка задачі моделювання. Вибір методу розв’язання економіко-математичних задач і обґрунтування цього вибору. Можливості реалізації пошуку розв’язку оптимізаційних задач за допомогою пакета прикладних програм для персонального комп’ютера.

Змістовий модуль 2. Методи лінійного програмування. Цілочислове програмування

Тема 2. Оптимізаційні задачі лінійного програмування та методи їх розв’язування

Особливості задач лінійного програмування та основні методи їх розв’язання. Основи класичної теорії оптимізації. Загальні зауваження. Класифікація задач. Інформаційне забезпечення оптимізаційних економіко-математичних моделей. Постановка задачі оптимізації. Умовний екстремум. Комп’ютерна реалізація розв’язку задач лінійного програмування.

Тема 3. Задача лінійного програмування та методи її розв’язання

Загальна постановка задачі лінійного програмування. Економічна та математична постановки задач лінійного програмування (ЗЛП). Система гіпотез. Основні означення. Стандартна форма лінійної оптимізаційної моделі. Множина припустимих планів та оптимальний план ЗЛП.

Графічний метод розв’язування ЗЛП. Геометрична інтерпретація ЗЛП. Графічний метод розв’язання ЗЛП, його можливості та область застосування. Приклади задач, які можна розв’язувати графічним методом.

Симплексний метод розв’язання ЗЛП. Канонічна (основна) форма ЗЛП. Побудова опорних планів. Критерій оптимальності. Відшукання оптимального плану за алгоритмом симплексного методу. Геометрична інтерпретація симплексного методу, його теоретичні аспекти. Задача з мішаними обмеженнями. Метод штучного базису. Особливості розв’язання ЗЛП, що надана у загальній формі ЗЛП до розв’язання економічних задач.

Тема 4. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач

Основні концепції теорії двоїстості. Взаємно двоїсті задачі лінійного програмування. Економічна інтерпретація прямої та двоїстої ЗЛП на прикладі задачі про оптимальне використання сировини. Правила побудови математичної моделі двоїстої задачі. Основні теореми двоїстості та їх економічне тлумачення. Визначення оптимального плану вихідної

задачі за розв'язком двоїстої. Післяоптимізаційний аналіз задач ЛП. Двоїсті оцінки та дефіцитність ресурсів у околі оптимального плану ЗЛП. Аналіз діапазону зміни компонентів матриці-стовпця правої частини основної системи обмежень. Аналіз діапазону зміни коефіцієнтів цільової функції. Аналіз діапазону зміни коефіцієнтів основної матриці системи обмежень.

Тема 5. Транспортна задача

Транспортна задача за критерієм витрат. Постановка транспортної задачі за критерієм вартості перевезень. Складання опорного базисного плану. Перехід до іншого базисного плану. Проблема виродження плану транспортної задачі та шляхи її подолання.

Визначення оптимального плану за методом потенціалів. Критерій оптимальності плану. Метод потенціалів. Економічна інтерпретація потенціалів. Дослідження стійкості оптимального плану як задача параметричного програмування.

Транспортні задачі з додатковими умовами. Транспортна задача за критерієм часу. Багатокритеріальні транспортні задачі.

Задачі економічного змісту, що зводяться до транспортної.

Тема 6. Цілочислове програмування

Постановка задачі цілочислового програмування. Економічна постановка задачі цілочислового програмування та її математична модель. Задача про призначення. Розв'язання задачі про призначення як транспортної. Задача про ранець як задача комбінаторної оптимізації. Геометрична інтерпретація розв'язків цілочислової задачі на площині.

Основні методи розв'язування цілочислових задач: методи відсікання, комбінаторні методи, методи наближених обчислень. Метод гілок і меж. Метод Гоморі (метод відсікань). Складання додаткових обмежень

Огляд основних застосувань цілочислових задач в управлінні та економіці. Приклади економічних задач, що вимагають застосування моделей цілочислового програмування

Змістовий модуль 3. Економіко-математичне моделювання

Тема 7. Моделювання стохастичних подій, величин і процесів. Побудова економетричних моделей. Парна лінійна регресія

Моделювання випадкових подій, спільні незалежні, спільні залежні події.

Випадкові величини і їхні статистичні характеристики. Випадкові процеси і їхні статистичні характеристики. Нестаціонарні, стаціонарні, ергодичні процеси. Моделювання випадкових процесів. Застосування кореляційної теорії. Поняття формуючого фільтра. Алгоритм моделювання за методом ковзного підсумовування.

Принципи побудови економетричних моделей. Критерії адекватності економетричної моделі. Сутність мультиколінеарності, напрями її виявлення. Парна лінійна регресія. Побудова регресійних моделей та оцінка їх якості.

Тема 8. Лінійні моделі множинної регресії

Кількісна регресійна модель множинної регресії. Етапи побудови лінійної моделі множинної регресії. t-критерій Ст'юдента і F-критерій Фішера в множинному регресійному аналізі. Тест Дарбіна-Уотсона для оцінки адекватності економетричної моделі. Інтерпретація економетричної моделі.

Тема 9. Узагальнені економетричні моделі

Узагальнена економетрична модель; узагальнена лінійна економетрична модель; узагальнена нелінійна економетрична модель.

Тема 10. Виробничі функції

Методика дослідження причинно-наслідкових взаємозв'язків між ознаками при вивченні економічних показників. Багатофакторні виробничі функції. Визначення параметрів виробничих функцій. Метод найменших квадратів для визначення параметрів лінійної залежності між факторною та результативною ознаками. Граничні та середні значення виробничих функцій

Врахування часу при розбудові виробничих функцій Виробничі функції та їх використання в прогнозуванні розвитку економічних явищ.

5.2. Тематика практичних занять.

.	Тема, питання	Кільк годин
1	Постановка задачі оптимізації	2
2	Постановка задачі лінійного програмування. Графічний метод розв'язання ЗЛП, його можливості та область застосування. Симплексний метод розв'язання ЗЛП	2
3	Побудова математичної моделі двоїстої задачі. Визначення оптимального плану вихідної задачі за розв'язком двоїстої. Післяоптимізаційний аналіз задач ЛП. Двоїсті оцінки та дефіцитність ресурсів у околі оптимального плану ЗЛП.	2
4	Транспортні задачі з додатковими умовами. Багатокритеріальні транспортні задачі. Задачі економічного змісту, що зводяться до транспортної	4
5	Економічна постановка задачі цілочислового програмування та її математична модель. Основні методи розв'язування цілочислових задач: методи відсікання, комбінаторні методи, методи наближених обчислень. Метод гілок і меж. Метод Гоморі (метод відсікань)	2
6	Парна лінійна регресія. Побудова регресійних моделей та оцінка їх якості.	2
7	Кількісна регресійна модель множинної регресії. Оцінки адекватності економетричної моделі. Інтерпретація економетричної моделі	4
8	Узагальнена лінійна економетрична модель; узагальнена нелінійна економетрична модель	2
9	Багатофакторні виробничі функції. Визначення параметрів виробничих функцій. Метод найменших квадратів для визначення параметрів лінійної залежності між факторною та результативною ознаками	2
	Разом	22

5.3. Тематика лабораторних занять

.	Тема, питання	Кільк годин
1	Комп'ютерна реалізація розв'язку задач лінійного програмування.	2
2	Визначення оптимального плану вихідної задачі за розв'язком двоїстої. Післяоптимізаційний аналіз задач ЛП. Аналіз діапазону зміни коефіцієнтів основної матриці системи обмежень.	2
3	Визначення оптимального плану транспортної задачі. Дослідження стійкості оптимального плану як задача параметричного програмування. Задачі, що зводяться до транспортної	4
4	Задача про ранець як задача комбінаторної оптимізації. Геометрична інтерпретація розв'язків цілочислової задачі на площині.	2
5	Побудова простих регресійних моделей та оцінка їх якості	2
6	Побудова лінійної моделі множинної регресії. Оцінка адекватності економетричної моделі. Інтерпретація економетричної моделі	2
7	Метод найменших квадратів для визначення параметрів лінійної залежності між факторною та результативною ознаками у виробничих функціях.	2
		16

5.3. Організація самостійної роботи студентів.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		Форми звітності
1.	опрацювання лекційного навчального матеріалу	20	40	Опитування на практичному занятті
2.	Підготовка до практичних занять;	20	40	Опитування та робота на

				практичному занятті
3	виконання та захист індивідуальних навчальних завдань;	10	16	Перевірка індивідуального навчального завдання викладачем
4	Підготовка до модульних контрольних робіт	10	10	Оцінка модульної контрольної роботи
5	Підготовка до іспиту	30	30	
	Разом	**90/136**		

Тематика індивідуальних завдань

Комплексна індивідуальна робота з математичного моделювання (за варіантами)

Завдання 1. При виготовленні виробів використовуються сталь та кольорові метали, а також токарні та фрезерні верстати. За технологічними нормами на виробництво одиниці виробу потрібно 300 та 200 верстатно-годин відповідно токарного та фрезерного обладнання, а також 10 та 20 кг відповідно сталі та кольорових металів. Для виробництва одиниці виробу потрібно 400, 100, 70 та 50 відповідних одиниць тих самих ресурсів.

Цех має в своєму розпорядженні 12400 та 6800 станко-годин відповідно токарного та фрезерного обладнання та 640 та 840 кг відповідно сталі та кольорових металів. Прибуток від одиниці вироби становить 6 крб. та від одиниці виробу – 16 руб.

Побудуйте математичну модель завдання, використовуючи як показник ефективності прибуток і враховуючи, що час роботи фрезерних верстатів має бути використаний повністю.

Завдання 2 Розв'язати задачу ЛП графічним методом

$$L(X) = 4x_1 - 3x_2 \to \max(\min)$$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 \le 20, \\ x_1 + 2x_2 \ge 10, \\ -7x_1 + 10x_2 \le 80, \\ x_1, x_2 \ge 0. \end{cases}$$

Завдання 3А. Використовуючи MS Excel, знайти рішення моделі ЛП, відповідної заданому варіанту (табл.3.1).

$$L(X) = 5x_1 + 7x_2 - 6x_3 + 9x_4 + 8x_5 \to \max;$$

$$\begin{cases} 0{,}7x_1 + 0{,}9x_2 + 1{,}5x_3 + 2{,}3x_4 + 1{,}8x_5 \le 50000, \\ 0{,}4x_1 + 1{,}1x_2 - 0{,}5x_3 + 1{,}3x_4 - 2{,}8x_5 \ge 32000, \\ 0{,}5x_1 + 1{,}8x_3 + 0{,}7x_4 + 2x_5 \le 40000, \\ 2{,}2x_1 - 1{,}4x_2 - 0{,}8x_3 + 0{,}9x_4 = 15000, \\ x_j \ge 0 \left(j = \overline{1,5}\right). \end{cases}$$

Завдання 3Б. Використовуючи MS Excel, знайти рішення для моделі ЛП, що відповідає заданому варіанту завдання 1. знайти її оптимальне рішення та проаналізувати його на чутливість.

Завдання 4. На підставі прикладу побудови моделі ТЗ розвязати задачу свого варіанту

На складах зберігається мука, яку необхідно завезти в хлібопекарні. Номери складів та номери хлібопекарень вибираються відповідно до варіантів табл.4.1. Поточні тарифи

перевезення борошна [руб./т], щомісячні запаси борошна [т/міс.] на складах та потреби хлібопекарень у борошні [т/міс.] вказані в табл.4.2.

При цьому необхідно враховувати, що через ремонтні роботи тимчасово немає можливості перевозити борошно з деяких складів у деякі хлібопекарні. У табл.4.1це показано у графі "Заборона перевезення" у форматі № складу х № хлібопекарні. Наприклад, «2х3» означає, що не можна перевозити борошно зі складу №2 у хлібопекарню №3.

Крім того, необхідно врахувати, що деякі хлібопекарні мають договори на гарантоване постачання борошна з певних складів. У табл.4.4 це показано у графі "Гарантоване постачання" у форматі № складу х № хлібопекарні = обсяг постачання. Наприклад, «1х4=40» означає, що між складом №1 і магазином №4 укладено договір на обов'язкове постачання 40 т борошна.

Необхідно організувати поставки якнайкраще, враховуючи, що борошно зберігається і транспортується в мішках вагою по 50 кг.

Завдання 5

1. За номером свого варіанта виберіть умову завдання.
2. Побудуйте транспортні таблиці для кожного завдання.
3. Розв'яжіть в Excel всі підзадачі, зробіть вибір оптимальної системи постачання та подайте результати викладачеві.

6. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

6.1. Форми поточного контролю: практичні заняття, індивідуальні завдання.
6.2. Форми проміжного контролю: модульна контрольна робота.
6.3. Форми підсумкового контролю: Езамен.

7. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Результати вивчення навчальної дисципліни оцінюються за допомогою **модульної контрольної роботи**, яка полягає у розв’язанні задач, наприклад:

1. Модель є заміщення об'єкта іншим об'єктом, який відображає:
   А) всі сторони даного об'єкта; Б) деякі боку даного об'єкта; В) суттєві боку даного об'єкта; Г) несуттєві сторони даного об'єкта.
2. Результатом процесу формалізації є:
   А) описова модель; Б) математична модель; В) графічна модель; Г) предметна модель.
3. Інформаційної моделлю організації занять в школі є:
   А) комплекс правил поведінки учнів; Б) список класу; В) розклад уроків; Г) перелік підручників.
4. Матеріальною моделлю є:
   А) макет літака; Б) карта; В) креслення; Г) діаграма.
5. Генеалогічне дерево родини є:
   А) табличною інформаційної моделлю; Б) ієрархічною інформаційної моделлю; В) мережевою інформаційною моделлю; Г) словесною інформаційною моделлю.
6. Знаковою моделлю є:
   А) анатомічний муляж; Б) макет будівлі; В) модель корабля; Г) діаграма.
7. Вкажіть в моделюванні процесу дослідження температурного режиму кімнати об'єкт моделювання:
   А) конвекція повітря в кімнаті; Б) дослідження температурного режиму кімнати; В) кімната;
   Г) температура.

8. Правильний порядок зазначених етапів математичного моделювання процесу: 1) аналіз результату; 2) проведення дослідження; 3) визначення цілей моделювання; пошук математичного опису відповідає послідовность:

А) 3-4-2-1; Б) 1-2-3-4; В) 2-1-3-4; Г) 3-1-4-2.

9. Зі скількох об'єктів, як правило, складається система?

А) з декількох; Б) з одного; В) з нескінченного числа; Г) вона неподільною.

10. Усне представлення інформаційної моделі називається:

А) графічною моделлю; Б) словесної моделлю; В) табличній моделлю; Г) логічною моделлю.

11. Впорядкування інформації за певною ознакою називається:

А) сортування; Б) формалізація; В) систематизація; Г) моделювання

Форми підсумкового контролю: Езамен.

Приклад екзаменаційного білету

1. Наведіть приклади типових задач математичного моделювання.
2. В чому різниця використання в формулах MS Excel символів **;** і **:**?
3. З вокзалу можна відправляти щоденно кур'єрські та швидкі поїзди. Місткість вагонів та наявний парк вагонів на станції вказані у табл.

Характеристики парка вагонов	Тип вагона				
	Багажный	Почтовый	Плацкартный	Купейный	Мягкий
Число вагонов в поезде, шт.:					
курьерском	1	–	5	6	3
скором	1	1	8	4	1
Вместимость вагонов, чел.	–	–	58	40	32
Наличный парк вагонов, шт.	12	8	81	70	27

Побудуйте математичну модель задачі, на підставі якої можна знайти таке співвідношення між числом кур'єрських і швидких поїздів, щоб число пасажирів, що відправляються щодня, досягло максимуму.

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

8.1. Шкала та критерії оцінювання знань студентів.

Рівні навчальних досягнень	**100-бальна шкала**	**Критерії оцінювання навчальних досягнень**	
		Теоретична підготовка	**Практична підготовка**
		Студент	
Відмінний	**100…90**	вільно володіє навчальним матеріалом, висловлює свої думки, робить аргументовані висновки, рецензує відповіді інших студентів, творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань	може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв’язання поставлених перед ним завдань

Достатній	**89….70**	вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні огріхи у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці	за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдання
Задовільний	**69…51**	володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно, на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу	має елементарні, нестійкі навички виконання завдань
Незадовільний	**50…26**	має фрагментарні знання (менше половини) при незначному загальному обсязі навчального матеріалу; відсутні сформовані уміння та навички; під час відповіді допущено суттєві помилки	планує та виконує частину завдання за допомогою викладача
Неприйнятний	**25…1**	студент не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

8.2. Критерії оцінювання під час аудиторних занять.

Оцінка	**Критерії оцінювання навчальних досягнень**
5 балів	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
4 бали	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
3 бали	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки.
2 бали	Оцінюється робота студента, який достатньо не володіє навчальним матеріалом, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
1 бал	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
0 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом та

	не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

8.3. Критерії оцінювання індивідуальних завдань.

Оцінка	Критерії оцінювання навчальних досягнень
5 балів	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, наводить приклади, використовує обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
4 бали	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних питань, наводить приклади, використовує обов'язкову літературу, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
3 бали	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, припускається суттєвих неточностей та помилок.
2 бали	Оцінюється робота студента, який достатньо не володіє темою, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає окремі питання теми, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
1 бал	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, припускається суттєвих помилок, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
0 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє темою та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

8.4. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

Модульна контрольна робота оцінюється в межах від «0» до «10» балів за такими критеріями:

Оцінка	Критерії оцінювання навчальних досягнень
(9-10 балів)	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його застосовує, наводить приклади, вільно послуговується науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
(8 балів)	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його застосовує, наводить приклади, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
(6-7)	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, припускається суттєвих неточностей та помилок.
(0-5 балів)	Оцінюється робота студента, який достатньо не володіє навчальним матеріалом, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає окремі питання тем, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.

8.5. Критерії оцінювання під час підсумкового контролю.

Вивчення навчальної дисципліни завершується екзаменом або заліком, який виставляється на основі всіх виконаних студентом видів робіт, зазначених у робочій програмі навчальної дисципліни.

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Проектор, інтерактивна дошка, комп'ютер.

Електронний навчальний курс «Математичне моделювання», розроблений на платформі Moodle.

Електронні підручники та посібники.

Методичні рекомендації до виконання завдань, ілюстративні матеріали.

Базова та додаткова література.

Індивідуальні завдання для самостійного виконання (електронний варіант)

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

10.1. Основні джерела

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах:Учебное пособие. СПб, Издательство «Лань», 2011. 352 с .
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. ПосібникК.: КНЕУ, 2003. 408с.
3. Диха М. В. Економетрія: навчальний посібник . : «Центр учбової літератури», 2016. 206 с.
4. Єгоршин О. О. Математичне програмування : підручник Х. : ВД «ІНЖЕК», 2006. 438 с.
5. Зайченко О. Ю. Дослідження операцій: збірник задач К. : ВД «Слово», 2007. 472 с.
6. . Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник. К.: Товариство "Знання", КОО, 1998. 494с.
7. Наконечний С. І., Савіна С. С. Математичне програмування: Навч. посіб.К.: КНЕУ, 2003. 452 с..
8. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія : Підручник. К.: КНЕУ, 2004. 520 с.
9. Лебедєва І. Л. Економіко-математичні моделі на базі транспортної задачі : навч. посіб. Х., Вид. ХНЕУ, 2007. – 160 с.
10. Мамонов К.А. Економіко-математичне моделювання :Навчальний посібник Харків: ХНАМГ, 2009. 231 с.
11. Руська Р. В. Економетрика : навчальний посібник Тернопіль : Тайп, 2012. 224с.
12. Колодницький М. М. Основи теорії математичного моделювання систем. –Житомир, 2001. – 718с.

10.2. Додаткові джерела

1. Алесинская Т.В., Сербин В.Д., Катаев А.В**.** Учебно-методическое пособие по курсу "Экономико-математические методы и модели. Линейное программирование". Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. 79 с
2. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2001.
3. Джон Г.Мэтьюз, Куртис Д.Финк. Численные методы. Использование MATLAB, 3-е издание: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильяме", 2001. -720 с.
4. Исследование операций в экономике: Учебное пособие для вузов.Под ред. проф. Н.Ш.Кремера. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. 407 с
5. Конюховский П. Математические методы исследования в экономике. –СПб.: Питер, 2000. – 208 с.
6. Леонтьев В. В. Межотраслевая экономика. — М.: Экономика,1997.

7. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів: Навч.пос. Тернопіль: Навчальна книга Богдан, 2006. 304 с
8. Малыхин В.И. Математическое моделирование экономики. - М. Изд-воУРАО, 1998.
9. Математичні моделі, методи й алгоритми теоретичної та прикладної інформатики / Белов Ю.А., Бичков О.С., Чулічков А.І. К.: «ФПФН», 2009 р. 226 с.
10. Орлова И.В. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач. М.: Вузовский учебник, 2004. 144 с.
11. Салманов О. Н. Математическая экономика с применением MathCAD и Excel. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

10.3. Інтернет-ресурси

1. http://www.nbuv.gov.ua – Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.
2. http://mechmat.univ.kiev.ua/ua/study/library.php – електронна бібліотека механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.
3. http://lib.idgu.edu.ua/instytutsiynyy-repozytoriy/- Електронний архів Ізмаїльського державного гуманітарного університету
4. Онлайн лекції : -https://www.youtube.com/watch?v=p1JKXbW5eTU; - https://www.youtube.com/watch?v=bcGir_X9T48
5. е – підручник : http://lider.diit.edu.ua/mod/url/view.php?id=21914
6. http://moodle.idgu.edu.ua/moodle/ - Система дистанційної освіти Ізмаїльського державного гуманітарного університет
7. http://stud.com.ua/9254/ekonomika/ekonomiko-matematichni_metodi_i _ prikladni _modeli - Прикладні економіко-математичні моделі
8. http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_F/Yepifanov_16.pdf – Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці. Монографія.
9. ekhnuir.univer.kharkov.ua/handle/123456789/9599 - Моделювання світо господарських процесів: Підручник.
10. http://bookss.co.ua/book_medoti-ekonomyko-statestichnihdoslidzhen_806/3_1.-teoretichn-osnovi-klksnih-metodv-modelyuvannya-taprognozuvannya-ekonomchnih-procesv - Теоретичні основи кількісних методів моделювання та прогнозування економічних процесів