Форма № 09/18
Затверджена рішенням вченої ради ІДГУ
від 30.08.2018 р., протокол № 1

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

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Навчально-методичною радою ІДГУ
Протокол № 4 від 15.01 2019 р.

Голова НМР _____ Н. М. Кольцун

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне програмування та моделювання

(назва навчальної дисципліни)

освітній ступінь бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

спеціальність 014 Середня освіта (014.09 Середня освіта (Інформатика))
(код і назва спеціальності)

освітня програма Середня освіта: інформатика; мова і література (англійська)
Середня освіта: інформатика; основи правознавства та економіки
Середня освіта: інформатика. Інтернет-технології та веб-дизайн в освіті
(код і назва спеціальності)

тип дисципліни вибіркова
(обов'язкова / вибіркова / факультативна)

Ізмаїл – 2018

ПОГОДЖЕНО:
Гарант освітньо-професійної програми
Мізюк В.А.
(підпис, ініціали, прізвище)

ПОГОДЖЕНО:
Голова науково-методичної ради факультету
Федорова О.В.
(підпис, ініціали, прізвище)

РЕКОМЕНДОВАНО:
кафедрою МІІД
протокол № 11 від 27.06.18
Завідувач кафедри Івлієва О.М.
(підпис, ініціали, прізвище)

Розробники програми: к.пед.н, доц.Івлієва О.М. викладач кафедри математики, інформатики та інформаційної діяльності

Рецензенти програми: Щоголєва Т.М. викладач кафедри математики, інформатики та інформаційної діяльності

© Івлієва , 2018
© ІДГУ, 2018

1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна	***Заочна***
Кількість кредитів:4	*Лекції*:	
	18	*4*
Модулів:	*Практичні заняття*:	
Загальна кількість годин:120	*14*	*8*
Рік вивчення дисципліни за навчальним планом:4	*Лабораторні заняття:*	
	16	
Семестр:7	*Семінарські заняття*:	
Тижневе навантаження (год.): - аудиторне: 4 - самостійна робота:6	*Консультації:*	
	Індивідуальні заняття:	
Форма підсумкового контролю: ***залік***		
Мова навчання: українська	*Самостійна робота:*	
	72	*108*

2. МЕТА ДИСЦИПЛІНИ

Предмет вивчення навчальної дисципліни - методи та інструментарій математичного опису процесів і систем та їхнього комп'ютерного моделювання.

Мета: формування основних знань та умінь, необхідних для математичного моделювання систем і процесів

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

Міждисциплінарні зв'язки Навчальна дисципліна "Математичне програмування та моделювання" є дисципліною сертифікаційної програми «Математика та методика навчання».

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

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі результати навчання:

1. Знання:

- методи математичного моделювання;
- способи математичного опису процесів і систем;
- чисельні методи знаходження параметрів математичних моделей;
- алгоритми моделювання випадкових подій, величин і процесів;
- математичне і програмне забезпечення, що використовується в моделюючих програмах і комплексах

Уміння

- застосовувати методи, прийоми і навички моделювання процесів і систем;
- здійснювати розрахунки основних показників процесів і систем;
- проводити оцінку статистичних параметрів із застосуванням відомих комп'ютерних програм.

Отримані при вивченні дисципліни знання дають необхідну базу для пізнання та дослідження різних систем і процесів.

3.Комунікація

- запроваджувати на практиці відомі методи розв'язання рівнянь, класичні нерівності, властивості;
- складати прикладні, практичні, математичні задачі в рамках створених математичних та навчальних моделей;
- формулювати теми наукових робіт з математики для Малої академії наук, проектувати їх структуру;
- поетапно організовувати процес учіння згідно структури розвивально-задачного методу навчання математики;

4.*Автономність та відповідальність* Здатність вчитися упродовж життя і вдосконалювати з високим рівнем автономності кваліфікацію вчителя. Здатність зрозуміло та грамотно висловлювати свої думки, володіти вербальними та невербальними засобами інформаційного впливу на учнів. Здатність знаходити та аналізувати з науково-методичної точки зору різні технології, методики, освітні ресурси в різних джерелах інформації, адаптувати їх до авторської методичної системи навчання.

Здатність аналізувати соціально та особистісно значущі світоглядні проблеми, приймати рішення на основі сформованих ціннісних орієнтирів.

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
	Розділ1. Основні поняття теорії моделювання														
	Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання	2	2	-				4							12
	Тема 2. Оптимізаційні задачі лінійного програмування та методи їх розв'язування	6		2	2			4	2	2	2				12
	Розділ 2.Розв'язання задач лінійного програмування														
	Тема 3. Теорія достовірності та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач	6	2	2	2			4			-				14
	Тема 4. Цілочислове програмування	10	2	2	4			10			2				12
	Тема 5. Нелінійні оптимізаційні моделі систем	6	2	2	2			10		2					12
	Розділ 3. Економіко-математичне моделювання														
	Тема 6. Моделювання стохастичних подій, величин і процесів	2	2					6							10
	Тема 7. Принципи побудови економетричних моделей. Парна лінійна регресія	8	2	2	2			10			2				12
	Тема 8. Лінійні моделі множинної регресії	6	2	2	2			8			2				10
	Тема 9. Узагальнені економетричні моделі	4	2	2				6							12
	Тема 10. Виробничі функції	4	2		2			6							12
	Проміжний контроль							4							4
	Разом:	48	18	14	16			72	8	4	8				108

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни за темами

Розділ1. Основні поняття теорії моделювання

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.

Розділ 2.Розв’язання задач лінійного програмування

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

Особливості задач лінійного програмуваннята основні методи їх розв’язання. Компютерна реалізація розв’язку задач лінійного програмування.

Тема 3. Теорія достовірності та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач

Теорія достовірності в математичному моделюванні. Достовірність. Міра достовірності результатів моделювання. Критерії оцінки достовірності результатів дослідження. Характеристика статистичної несуперечності. Аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач. Область допустимих рішень. Критерії оптимальності. Інтерпретація отриманих результатів на основі аналізу лінійних моделей оптимізаційних задач.

Тема 4. Цілочислове програмування

Сутність цілочислового програмування. Алгоритм розв’язання задач цілочислового програмування. Метод Гоморі. Метод віток і меж. Транспортна задача, її математичне формулювання і алгоритм розвязання.

Тема 5. Нелінійні оптимізаційні моделі систем

Сутність нелінійних оптимізаційних моделей досліджуваних систем та їх використання Методи формування нелінійних оптимізаційних моделей економічних систем.

Розділ 3. Економіко-математичне моделювання

Тема 6. Моделювання стохастичних подій, величин і процесів

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.

Тема 7. Принципи побудови економетричних моделей. Парна лінійна регресія

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, лабораторнихзанять.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна задача лінійного програмування	2
2	Графічний метод розв'язування задач лінійного програм з двома змінними	4
3	Симплексний метод лінійного програмування.	4
4	Теорія подвійності в лінійному програмуванні	4
5	Методика розв’язування транспортної задачі	4
6	Принципи побудови економетричних моделей	2
7	Лінійні моделі парної регресії	4
8	Лінійні моделі множинної регресії.	4
9	Модель міжгалузевого балансу	2
	Разом	30

5.3. Організація самостійної роботи студентів.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		Форми звітності
1.	опрацювання навчального матеріалу, підготовка до практичних та лабораторних занять;	15	40	Опитування на практичному занятті
2.	Самостійне виконання практичних завдань	35	46	Перевірка практичних завдань викладачем
3	виконання та захист індивідуальних навчальних завдань;	18	18	Перевірка індивідуального навчального завдання викладачем
4	Підготовка до модульної контрольної роботи	4	4	Оцінка модульної контрольної роботи
	Разом	**72**	108	

6. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

6.1. Форми поточного контролю. Практичні та лабораторні заняття

6.2. Форми проміжного контролю. модульна контрольна робота у тестовій формі,

6.3. Форми підсумкового контролю. Залік

7. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Усний контроль у вигляді індивідуального та фронтального опитування. Письмовий контроль у вигляді самостійних письмових робіт, диктантів, поточного тестування. Доповіді за результатами виконання індивідуальних завдань.

Приклад тестових питань до модульної контрольної роботи:

1	**Моделювання — це:** процес заміни реального об'єкта (процесу, явища) моделлю, що відбиває його істотні ознаки з погляду досягнення конкретної мети; процес неформальної постановки конкретної задачі; процес виявлення істотних ознак розглянутого об'єкта процес заміни реального об'єкта (процесу, явища) іншим матеріальним або ідеальним об'єктом
2	**Модель — це:** фантастичний образ реальної дійсності; матеріальний або абстрактний замінник об'єкта, що відбиває його просторово-часові характеристики; матеріальний або абстрактний замінник об'єкта, що відбиває його істотні характеристики; опис досліджуваного об'єкта засобами образотворчого мистецтва;
3	**При вивченні об'єкта реальної дійсності можна створити:** одну єдину модель; кілька різних видів моделей, кожна з яких відбиває ті або інші істотні ознаки об'єкта; одну модель, що відбиває сукупність ознак об'єкта; точну копію об'єкта у всіх проявах його властивостей і поведінки;
4	**Математична модель об'єкта — це:** створена з якого-небудь матеріалу модель, що точно відбиває зовнішні ознаки об'єкта-оригіналу; опис у вигляді схеми внутрішньої структури досліджуваного об'єкта; сукупність даних, що містять інформацію про кількісні характеристики об'єкта і його поведінки у вигляді таблиці; сукупність записаних мовою математики формул, що відбивають ті або інші властивості об'єкта-оригіналу або його поведінка;

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

8.1. Шкала та критерії оцінювання знань студентів.

Для визначення ступеня оволодіння навчальним матеріалом з подальшим його оцінюванням рекомендується застосовувати наступні рівні навчальних досягнень 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 перед-бачені 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, перед-бачені 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 мате-ріалу	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.

Досягнення студентів на семінарських (практичних), лабораторних заняттях, а також виконані ними індивідуальна та самостійна роботи оцінюються за шкалою від «0» до «5».

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 терміно-логією, 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 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.

8.4. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи.

Оцінювання проміжного контролю здійснюється за шкалою від «0» до «30»

Оцінка	Критерії оцінювання навчальних досягнень
26-30 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.
21-25 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.
16-20 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.
11-15 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.
6-10 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.
0-5 балів	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

8.5. Критерії оцінювання під час підсумкового контролю.

Підсумковий бал з навчальної дисципліни є сумою балів, одержаних за поточний і проміжний контроль. Критерії оцінювання поточного, проміжного визначаються із урахуванням ***вагових коефіцієнтів***:

– поточного контролю – 0,7;

– проміжного контролю:– 0,3;

Схема розподілу балів

Залік	70 балів (поточний контроль)	30 балів (проміжний контроль)

Мінімальний межовий рівень з кожного виду контролю

Залік	35 балів (поточний контроль)	16 балів (проміжний контроль)

Результати навчання з освітніх компонентів оцінюються за 100-бальною шкалою (від 1 до 100) з переведенням в оцінку за традиційною шкалою «зараховано», «не зараховано»

Залік отримує студент, який виконав усі види завдань, визначені у робочій програмі навчальної дисципліни й має достатню кількість балів за поточний контроль (**не менше 35 балів**) та проміжний контроль (**не менше 16 балів**).

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

Компютери.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

10.1. Основні джерела

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. -М.:Высш. шк, 1986, 319 с.
2. *Бейко І. В.* Методи математичного і комп’ютерного моделювання для відшукання нових знань: НУКМА. — К.: Фітосоціоцентр. 2000. — Ч. 4.
3. *Вентцель Е. С.* Исследование операций. — М., 2000.

4. Данко П.Е., Попов А.Г, Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. – ч.II.- М.: Высшая школа, 1986. – 415 с.
5. Егоршин А.А., Малярец Л.М. Практикум по эконометрии в Excel: Учебное пособие для экономических вузов. – Х.: «ИНЖЕК», 2005. – 100с. Русск. Яз.
6. *Ермольев Ю. И., Ляшко И. И., Михалевич В. С., Тюптя В. И.* Математические методы исследования операций. — К.: Выща шк.,1979. — 312 с.
7. *Краснощеков П. С., Петров А. А.* Принципы построения моде-лей. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 264 с.
8. Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.В. Математическое программирование. –М.: Высш.шк., 1980
9. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Економетрика: Підручник.– К.: Товариство «Знання», КОО, 1998. – 494 с.
10. *Моисеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. — М.:Наука, 1981.
11. *Плотинский Ю. М.* Математическое моделирование динамики социальных процессов. — М.: Изд-во МГУ, 1992.
12. *Салманов О. Н.* Математическая экономика с применением MathCAD и Excel. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
13. Самойленко М.І. Математичне програмування. – Харків: Основа, 2002. – 424с.
14. *Семененко М. Г.* Введение в математическое моделирование. — М.: Солон-Р, 2002.
15. *Советов Б.Я., Яковлев С.А*. Моделирование систем: Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк.,1985.-217с.

10.2. Допоміжні джерела

1. *Венцель Е.С., Овчаров Л.А.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения. М.: Наука, 1983.-432 с.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 1979.- 400 с.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика.-М.:Высшая школа, 2003.-479с.
4. *Компьютеры*, модели, вычислительный эксперимент . — М.: Наука, 1988.
5. *Моделирование* народнохозяйственных процессов / Под ред.И. В. Котова. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990.
6. *Системи* підтримки прийняття рішень / В. Ф. Ситник та ін. — К.:Техніка, 1995.

10.3. Інтернет-ресурси

1. http://www.artspb.com
2. http://www.matburo.ru
3. http://stud-project.ru

4. http://www.unicyb.kiev.ua/~sharapov/index.php
5. http://lib.lntu.info/books/knit/vm/2011/11-47/
6. http://www.allbest.ru/ - Бесплатные электронные библиотеки: математика 13. http://www.exponenta.ru/ - Образовательный математический сайт: задачи с решениями, справочник по математике, консультации, курсы лекций, методические разработки и т.
7. http://www.allmath.ru/ - Электронные материалы по математике.
8. . http://mathem.h1.ru/ - Математика On- Line: справочная информация по математическим дисциплинам
9. http://www.mccme.ru/free-books/ - Сайт свободно распространяемых изданий, а также записки лекций, сборники задач, программы курсов и т.п.
10. http://virlib.eunnet.net/win/mm.html - Виртуальная библиотека EUNet (учебники и учебно-методические пособия преподавателей Уральского государственного университета).