

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра автомобілів та автомобільного господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри

 В.В. Кравець

« 02 » вересня 2019 року

(зі змінами від 07.09.2020)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Математичне моделювання систем»

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітній рівень	Магістр
Освітня програма	Наскрізний інжиніринг
Статус	Нормативна
Загальний обсяг	6 кредитів ECTS (180 годин)
Форма підсумкового контролю	Диференційний Залік
Термін викладання	1;2 чверть(і) 2019-20 н.р.
Мова викладання	Українська

Викладачі \_\_\_\_\_

Пролонговано: на 20\_\_ - \_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_ - \_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2020

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем» для магістра спеціальності 131 Прикладна механіка / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. автомобілів та автомобільного господарства. – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 15 с.

Розробник(и) – Кравець В.В.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Робоча програма буде в пригоді для формування змісту підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників кафедр університету.

Погоджено рішенням методичної комісії за спеціальністю 131 Прикладна механіка (протокол № 6 від 02.09.2019) зі змінами (протокол № 5 від 07.09.2020).

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ .....	4
2 ДИСЦИПЛІНИ, ЩО ПЕРЕДУЮТЬ.....	5
3 ПОЗНАЧЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ .....	5
4 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	5
5 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ТА РОЗПОДІЛ ОБСЯГУ ЧАСУ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	6
6 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ .....	8
6.1 Курсовий проект .....	8
6.2 Індивідуальні завдання.....	8
7 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ .....	8
7.1 Шкали.....	8
7.2 Засоби та процедури .....	9
7.3 Критерії .....	10
8 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	13
9 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	14
9.1 Основна література .....	14
9.2 Допоміжна література .....	14

## ВСТУП

В освітньо-професійній програмі НТУ «Дніпровська політехніка» спеціальності 131 Прикладна механіка здійснено розподіл програмних результатів навчання за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни «Математичне моделювання систем» віднесені такі результати навчання:

CP1 Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.

CP2 Продемонструвати знання, розуміння і практичне застосування теорії експерименту, методик планування експерименту, оцінки достовірності результатів експерименту, методів аналізу експериментальних даних і побудови на їх основі математичних моделей, зокрема і використання новітніх методів на основі використання сучасних інформаційних технологій.

Мета дисципліни «Математичне моделювання систем» – оволодіти сучасними підходами до побудови математичних моделей технологічних процесів у прикладній механіці.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні, та відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

Робоча програма поширюється на кафедри, яким доручено викладання навчальної дисципліни наказом ректора.

Робоча програма призначена для:

– реалізації компетентнісного підходу при формуванні структури та змісту дисципліни;

– внутрішнього та зовнішнього контролю якості підготовки фахівців;

– акредитації освітньої програми за спеціальністю.

Робоча програма встановлює:

– обсяг та терміни викладання дисципліни;

– умовні позначення при викладанні дисципліни;

– очікувані дисциплінарні результати навчання;

– тематичний план та розподіл обсягу за видами навчальної діяльності;

– вимоги до структури і змісту індивідуальних завдань;

– завдання для самостійної роботи здобувача;

– узагальнені засоби діагностики, критерії та процедури оцінювання навчальних досягнень здобувачів;

– склад комплексу навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни;

– рекомендовану літературу.

## 2 ДИСЦИПЛІНИ, ЩО ПЕРЕДУЮТЬ

Передумовою для вивчення дисципліни є опанування студентом дисциплін та перелік здобутих за ними результатів, що наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дисципліни, що передують вивченню дисципліни «Математичне моделювання систем»

Шифр	Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
31	Іноземна мова для професійної діяльності (англійська/німецька/французька)	– володіти іноземною мовою на рівні, який забезпечує можливість спілкування у професійному середовищі та користування науковою та науково-технічною документацією в предметній області

## 3 ПОЗНАЧЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ

Умовні позначення не використовуються.

## 4 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Очікувані дисциплінарні результати навчання надані у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Очікувані дисциплінарні результати навчання з дисципліни «Математичне моделювання систем»

Шифр	Зміст результатів навчання за освітньою програмою	Шифр (ДРН)	Зміст дисциплінарних результатів навчання (ДРН)
CP1	Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем	CP1-1	використовувати методи та моделі розділів класичної математики, без яких неможливо проведення математичних розрахунків
CP2	Продемонструвати знання, розуміння і практичне застосування теорії експерименту, методик планування експерименту, оцінки	CP2-2	використовувати чисельні методи для побудови наближеного розв'язку задач

Шифр	Зміст результатів навчання за освітньою програмою	Шифр (ДРН)	Зміст дисциплінарних результатів навчання (ДРН)
	достовірності результатів експерименту, методів аналізу експериментальних даних і побудови на їх основі математичних моделей, зокрема і використання новітніх методів на основі використання сучасних інформаційних технологій		

## 5 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ТА РОЗПОДІЛ ОБСЯГУ ЧАСУ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Тематичний план та розподіл обсягу часу за видами навчальних занять для денної форми навчання наведений у таблиці 5.1.

Обсяг аудиторних занять (лекційні, практичні/семінарські, лабораторні) для вечірньої форми навчання становить 50 %, а для заочної – 25 % від обсягу відповідних занять денної форми. Загальний обсяг годин на засвоєння залишається незмінним (180), тому обсяг самостійної роботи для цих форм навчання за видами занять відповідно збільшується.

Таблиця 5.1 – Тематичний план та розподіл обсягу часу за видами навчальних занять з дисципліни «Математичне моделювання систем» для денної форми навчання

Шифр (ДРН)	Курси, чверті	№ з/п	Види, тематика навчальних занять, шифри та зміст результатів навчання за дисципліною	Обсяг, години		
				аудит.	СРС	разом
1	2	3	4	5	6	7
	1 курс, 1 чверть, 6+1 тижнів		Лекції	12	34	46
CP1-1, CP2-2		1	Постановка завдань розподілу ресурсів			
		2	Математичні моделі технологічних ресурсів			
		3	Геометричний метод визначення технологічних ресурсів			
			Лабораторні заняття	12	34	46
CP1-1, CP2-2		1	Постановка завдань технологічних процесів розподілу ресурсів. Завдання фірми "Reddy Mikks"			

1	2	3	4	5	6	7
		2	Складання логічних математичних моделей задач технологічних процесів розподілу ресурсів			
		3	Математичне моделювання технологічних моделей розподілу ресурсів геометричним методом. Побудова області допустимих рішень. Побудова вектору градієнта цільової функції. Визначення оптимального рішення			
		4	Постановка виробничих завдань технологічного процесу складання плану роботи			
		Контрольні заходи		4		
		Лекції		10	30	40
CP1-1, CP2-2		1	Постановка виробничих завдань			
		2	Математичні моделі роботи			
		3	Розподільний метод визначення оптимального плану			
		4	Визначення оптимального плану роботи методом потенціалів			
		Лабораторні заняття		10	30	40
CP1-1, CP2-2		1	Складання математичних моделей виробничих завдань у випадках виконання і порушення технологічних умов (надлишок заявок, надлишок запасів)			
		2	Математичне моделювання виробничого процесу складання плану перевезень розподільчим методом. Допустимий план. Опорний план. Цикл перерахунку. Ціна циклу. Виробництво, що відбувається у циклі. Критерій оптимального плану виробництва			
		3	Математичне моделювання технологічного процесу складання плану виробництва методом потенціалів. Платежі. Псевдовартість. Критерій оптимальності			
		Контрольні заходи		4		
	Контроль	Разом		44	128	180

1	2	3	4	5	6	7
	підсумковий, чверті		Лекції	22	64	86
			Практичні/семінарські заняття			
	іспит	залік	Лабораторні заняття	22	64	86
		2	Контрольні заходи	8		

## 6 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Основні завдання для самостійної роботи такі:

- 1) попереднє опрацювання інформаційного забезпечення за кожним модулем (темою);
- 2) підготовка до поточного контролю – розв’язання завдань самоконтролю за кожною темою;
- 3) виконання індивідуального завдання;
- 4) підготовка до захисту індивідуального завдання;
- 5) підготовка до підсумкового контролю.

### 6.1 Курсовий проект

Курсовий проект не виконується.

### 6.2 Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не виконуються.

## 7 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об’єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

### 7.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та конвертаційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»



Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
75...89	добре / Good
60...74	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

## 7.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами 8-го кваліфікаційного рівня НРК під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 4).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій		визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять	комплексна контрольна робота	виконання ККР під час екзамену за бажанням студента

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи	(ККР)	

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

### 7.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для рівня магістра вищої освіти (подано у таблиці 7.3).

Інтегральна компетентність – Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Таблиця 7.3 – Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
<b>Знання</b>		
спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> <li>– спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень;</li> <li>– критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей</li> </ul>	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<b>Уміння/навички</b>		
спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> <li>– виявляти проблеми;</li> <li>– формулювати гіпотези;</li> <li>– розв'язувати проблеми;</li> <li>– оновлювати знання;</li> <li>– інтегрувати знання;</li> <li>– провадити інноваційну діяльність;</li> <li>– провадити наукову діяльність</li> </ul>	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати	90-94

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
розвитку нових знань та процедур; здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	знання в практичній діяльності з не грубими помилками	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефаківців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> – правильна; – чиста; – ясна; – точна; – логічна; – виразна; – лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84

	<b>Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії</b>	<b>Показник оцінки</b>
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<b><i>Відповідальність і автономія</i></b>		
управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів; здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>– ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>– підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>– стресовитривалість;</li> <li>– саморегуляція;</li> <li>– трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>– високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>– володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>– належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

## **8 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Технічні засоби навчання:

– мультимедійне обладнання;  
Дистанційна платформа MOODL.

## **9 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **9.1 Основна література**

- 1) Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – Москва: Наука, 1988. – 208 с.
- 2) Катренко А.В. Дослідження операцій: Підручник. 2-ге вид. стереотипне. – Львів: «Магнолія Плюс», 2005. – 549 с.
- 3) Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. Учебное пособие. – Москва: Высшая школа, 1986. – 319 с.

### **9.2 Допоміжна література**

- 1) Таха Х. Введение в исследование операций: Пер. с англ.: В 2 кн. Кн.1 – Москва: Мир, 1985. – 479 с.
- 2) Вентцель Е.С. Исследование операций. – Москва: Советское радио, 1972. – 551 с.
- 3) Зайченко Ю.П. Исследование операций. – Киев: Вища школа, 1979. – 392 с.
- 4) Зайченко Ю.П., Шумилова С.А. Исследование операций. Сборник задач. – Киев: Вища школа, 1984. – 224 с.

Навчальне видання

Крвець В.В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Математичне моделювання систем»  
для магістра спеціальності 131 Прикладна механіка

Видано  
у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка»  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004  
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19