

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Факультет математики та інформатики
Кафедра диференціальних рівнянь і прикладної математики

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ І ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Освітня програма: Прикладна математика

Спеціальність: 113 Прикладна математика

Галузь знань: 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №2 від 28 вересня 2020 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Назва дисципліни	Методи оптимізації і дослідження операцій
Викладач(-і)	Мазуренко В.В.
Контактний телефон	(0342)596027
E-mail	viktor.mazurenko@pnu.edu.ua
Профайл	mazurenko.pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Лекції та практичні заняття
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	classroom.google.com/c/MTU4ODIzNjl0MDUy
Консультації	Четвер, 15 ⁰⁰

2. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Чому фахівці з різних галузей змушені вдаватися до математичних методів оптимального планування і дослідження операцій? Як від суто прикладної задачі перейти до її математичної моделі і як після розв'язання моделі повернутися назад? Як здійснити ефективний вибір методу розв'язання моделі? Наскільки адекватна отримана модель реальному об'єкту? Які проблеми при цьому виникають і як їх вирішувати? У чому логіка логістики? На ці і багато інших питань бакалаври спеціальності 113 Прикладна математика отримають відповіді у курсі «Методи оптимізації і дослідження операцій».

Гармонійне поєднання в цьому курсі математичного аспекту (теорія оптимізації) з прикладним (дослідження операцій) робить його однаково привабливим як для теоретиків, так і для практиків.

3. МЕТА ТА ЦІЛІ КУРСУ

Ознайомити студентів з методами розв'язування неперервних і дискретних задач оптимізації і дослідження операцій; показати значні можливості застосування методів оптимізації до розв'язування прикладних задач з економіки, техніки, механіки, природознавства та інших галузей поза математикою; сформулювати у студентів уявлення про принципи і методи математичного моделювання і дослідження операцій.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна математика» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти:

- ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування теорії у практичних ситуаціях;
- ЗК2.** Здатність до пошуку та інтерпретації інформації, засвоєння нових знань, генерування та викладу ідей, зокрема, з застосуванням інформаційних технологій;
- ПК4.** Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування практичних задач дослідження, моделювання, аналізу, керування, прийняття рішень;
- ПК8.** Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів;
- ПК9.** Здатність використовувати методи системного аналізу та математичного моделювання для побудови моделей у різних галузях;

5. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- знати де виникають оптимізаційні задачі, основні етапи операційного дослідження (математичного моделювання) і основні принципи ефективної формалізації таких задач (**P3**);
- будувати математичну модель прикладної оптимізаційної задачі у вигляді екстремальної задачі (**P5**);
- розуміти математичний апарат теорії екстремальних задач та основні ідеї методів їх розв'язування (**P6**);
- класифікувати досліджувану оптимізаційну задачу та оцінювати ефективність застосування до конкретного класу оптимізаційних задач того чи іншого методу розв'язання (**P10**);
- відомими методами будувати оптимальний розв'язок прикладної (з різних галузей людської діяльності поза математикою) оптимізаційної задачі (**P10, P11**);
- аналізувати і узагальнювати отримані в процесі розв'язування розрахунки, а також тлумачити їх з погляду вихідної прикладної задачі (**P14**);

6. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ КУРСУ

Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	44
Практичні	46
Самостійна робота	180

Ознаки курсу				
Спеціальність, освітня програма	Рівень освіти	Курс (рік навчання)	Семестр	Нормативна/ вибіркова
113 Прикладна математика	Бакалавр	3ий	5ий – 6ий	нормативна

Тематика курсу (5 семестр)

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Математичні моделі оптимізаційних задач - короткий історичний екскурс в теорію оптимізації і дослідження операцій (с. р.) - поняття про задачі оптимізації і дослідження операцій - предмет і методика операційного дослідження - формалізація оптимізаційної задачі та її математична модель - класифікація оптимізаційних задач	лекція	[1–3]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	1ий тиждень
Формалізація оптимізаційних задач та побудова їх математичних моделей	практичне	[5, 9, 10]	Будувати математичні моделі оптимізаційних задач, 2 ауд. год., 4 год. с. р.		1ий тиждень
Методи лінійного програмування (планування) - математичні моделі задач лінійного програмування (ЗЛП) - метод Жордана-Гауса розв'язування СЛАР - геометричне тлумачення і графічний метод розв'язування ЗЛП - властивості ЗЛП - прямий симплекс-метод для канонічних ЗЛП - М-метод штучного базису для основних ЗЛП - модифікований симплекс-метод (с. р.)	лекція	[1–4]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 8 ауд. год., 8 год. с. р.	–	2ий – 5ий тижні
Застосування методів лінійного програмування	практичне	[5, 9, 10]	Розв'язати ЗЛП графічним, прямим симплексним і М-методом, 8 ауд. год., 8 год. с. р.		2ий – 5ий тижні

Теорія двоїстості в лінійному програмуванні - правила побудови двоїстих ЗЛП - основні теореми двоїстості - зв'язок між псевдопланами прямої і опорними планами двоїстої задач - двоїстий симплекс-метод для псевдоканонічних ЗЛП - комбінований (узагальнений) симплекс-метод для майже канонічних ЗЛП - економічне тлумачення двоїстих змінних (с. р.)	лекція	[1–4]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 6 ауд. год., 6 год. с. р.	–	6ий – 8ий тижні
Застосування методів теорії двоїстості	практичне	[5, 9, 10]	Побудувати двоїсту ЗЛП і застосувати основні теореми двоїстості. Розв'язати ЗЛП двоїстим і комбінованим симплекс-методами, 6 ауд. год., 6 год. с. р.		6ий – 8ий тижні
Методи параметричного програмування - математичні моделі задач лінійного параметричного програмування - методи розв'язування ЗЛП з параметром у цільовій функції або/і з параметром в обмеженнях	сам. роб.	[9]	Опрацювати матеріал за рекомендованою літературою, 6 год. с. р.	–	6ий – 8ий тижні
Тематичний контроль	контрольна робота	[1–5, 9, 10]	Підготовка до к. р., 6 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	30	9ий тиждень
Транспортні задачі за критерієм вартості - математичні моделі транспортних задач (ТЗ) за критерієм вартості - властивості збалансованої моделі ТЗ - методи відшукування початкового опорного плану ТЗ: північно-західного кута, найменшої вартості, подвійної переваги, апроксимації (Фогеля, Рассела) - методи розв'язування ТЗ: потенціалів і угорський	лекція	[1–4, 6]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 8 ауд. год., 8 год. с. р.	–	9ий – 12ий тижні

Застосування методів логістики за критерієм вартості	практичне	[5, 9, 10]	Розв'язати ТЗ за критерієм вартості методами потенціалів і угорським, 6 ауд. год., 6 год. с. р.		10 ^{ий} – 12 ^{ий} тижні
Спеціальні транспортні задачі за критерієм вартості - незбалансована (відкрита) ТЗ - ТЗ із заборонами - ТЗ із визначеними (мінімальними) обсягами деяких перевезень - ТЗ з обмеженими пропускними здатностями - триіндексна ТЗ (з проміжними пунктами)	лекція	[1, 3, 4, 6]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 4 ауд. год., 6 год. с. р.	-	13 ^{ий} – 14 ^{ий} тижні
Застосування спеціальних методів логістики за критерієм вартості	практичне	[9, 10]	Розв'язати спеціальні моделі ТЗ за критерієм вартості, 4 ауд. год., 4 год. с. р.		13 ^{ий} – 14 ^{ий} тижні
Транспортні задачі за критерієм часу - математичні моделі ТЗ за критерієм часу - два алгоритми розв'язування, що ґрунтуються на ідеях методу потенціалів і угорського методу	лекція	[1, 4]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою 2 ауд. год., 4 год. с. р.	-	15 ^{ий} тиждень
Застосування методів логістики за критерієм часу	практичне	[10]	Розв'язати ТЗ за критерієм часу, 2 ауд. год., 4 год. с. р.		15 ^{ий} тиждень
Тематичний контроль	контрольна робота	[1–6, 9, 10]	Підготовка до к. р., 6 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	30	16 ^{ий} тиждень
Практикум з лінійного програмування	сам. роб.	[1–6, 9, 10]	Індивідуальні завдання, 12 год. с. р.	20	10 ^{ий} – 16 ^{ий} тижні
Тематичний контроль	тест	[1–6, 9, 10]	Підгот. до тесту, 12 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	20	16 ^{ий} тиждень
Проміжний контроль	залік			100	

Тематика курсу (6 семестр)

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Методи цілочислового програмування - математичні моделі задач цілочислового програмування (ЗЦП) - цілочислові ЗЛП, графічний метод їх розв'язання - перший алгоритм методу Гоморі для повністю цілочислових ЗЛП - другий алгоритм методу Гоморі для частково цілочислових ЗЛП - третій алгоритм методу Гоморі для повністю цілочислових псевдоканонічних ЗЛП з цілими коефіцієнтами - метод гілок і меж: алгоритм методу Ленд-Дойг для ЦЗЛП (с. р.)	лекція	[1–4, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 4 ауд. год., 2 год. с. р.	–	1 ^{ий} – 2 ^{ий} тижні
Застосування методів цілочислового програмування	практичне	[5, 9, 10]	Розв'язати ЦЗЛП графічним методом і методом Гоморі, 4 ауд. год., 2 год. с. р.		2 ^{ий} – 3 ^{ий} тижні
Методи дискретного програмування - математичні моделі задач дискретного програмування (ЗДП) - графічний метод розв'язання ЗДП - метод Дальтона-Ллевеліна для дискретних ЗЛП - задача про призначення: угорський метод - метод гілок і меж: алгоритм методу Літтла для задачі комівояжера (с. р.)	лекція	[1–3, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	4 ^{ий} тиждень

Застосування методів дискретного програмування	практичне	[5]	Розв'язати ЗДП методом Дальтона-Ллелеліна та угорським методом 4 ауд. год., 4 год. с. р.		4 ^{ий} – 5 ^{ий} тижні
Оптимізація на графах і в мережах - основні поняття теорії графів і мереж - задача про найкоротший каркас: алгоритми Краскала і Пріма. - задача про максимальний потік і мінімальний розріз: алгоритм Форда-Фалкерсона. - задача про найкоротший шлях: алгоритми Дейкстри і Беллмана-Форда - алгоритми Флойда-Уоршола і Данціга пошуку всіх найкоротших шляхів	сам. роб.	[8]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 6 год. с. р.	–	5 ^{ий} – 6 ^{ий} тижні
Тематичний контроль	контрольна робота	[1–5, 7–10]	Підготовка до к. р., 4 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	15	6 ^{ий} тиждень
Методи дробово-лінійного програмування - математичні моделі задач дробово-лінійного програмування (ЗДЛП) - геометричне тлумачення і графічний метод розв'язування ЗДЛП - зведення ЗДЛП до ЗЛП	лекція	[3]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год.	–	7 ^{ий} тиждень
Застосування методів дробово-лінійного програмування	практичне	[9]	Розв'язати ЗДЛП графічним методом і зведенням до ЗЛП 2 ауд. год., 2 год. с. р.		7 ^{ий} тиждень
Методи нелінійного програмування - математичні моделі задач нелінійного програмування (ЗНЛП) - геометричне тлумачення і графічний метод розв'язування ЗНЛП	лекція	[1–3]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 4 ауд. год., 2 год. с. р.		8 ^{ий} – 9 ^{ий} тижні

- необхідні та достатні умови екстремуму функцій багатьох змінних - метод множників Лагранжа для ЗНЛП з обмеженнями типу рівностей - метод множників Лагранжа для ЗНЛП з обмеженнями типу рівностей і нерівностей (с. р.)					
Застосування методів нелінійного програмування	практичне	[5, 9]	Розв'язати ЗНЛП графічним методом і методом множників Лагранжа, 2 ауд. год., 4 год. с. р.		9ий тиждень
Методи опуклого програмування - математичні моделі задач опуклого програмування (ЗОП) - поняття про опуклі множини і функції, теореми віддільності - опуклі задачі без обмежень і з обмеженнями - задача опуклого програмування, теорема Куна-Таккера - задача квадратичного програмування (ЗКП)	лекція	[1–3]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 2 год. с. р.		10ий тиждень
Застосування методів нелінійного програмування	практичне	[5, 9]	Розв'язати ЗОП і ЗКП, 2 ауд. год., 2 год. с. р.		11ий тиждень
Тематичний контроль	контрольна робота	[1–3, 5, 9]	Підготовка до к. р., 4 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	15	12ий тиждень
Практикум з дискретного програмування	сам. роб.	[1–5, 7–10]	Індивідуальні завдання, 6 год. с. р.	10	11ий – 13ий тижні
Тематичний контроль	тест	[1–6, 9, 10]	Підгот. до тесту, 6 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	10	13ий тиждень
Підсумковий контроль	іспит	[1–5, 7–10]	Підгот. до іспиту, 10 год. с. р. Індивід. завдання, 2 ауд. год.	50	17ий тиждень

7. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ

<p>Загальна система оцінювання</p>	<p>Підсумкова оцінка з дисципліни у відповідному семестрі є сумою оцінок за кожен з таких видів робіт: аудиторна робота (активна робота на практичних заняттях), самостійна робота (практикум з лінійного/дискретного програмування та опрацювання окремих тем), тематичний контроль (дві контрольні роботи і тест), іспит. Підсумкова оцінка визначається відповідно до поданої нижче таблиці оцінювання за різними шкалами (100-бальна, ECTS, національна).</p>
<p>Аудиторна робота</p>	<p>Максимальна оцінка за активну і змістовну участь у розв'язуванні оптимізаційних задач на практичних заняттях становить 5 балів.</p>
<p>Самостійна робота</p>	<p>Практикум з лінійного/дискретного програмування містить по 5 завдань у кожному з 25 варіантів. Максимальна оцінка за виконання і захист завдань практикуму становить 20/10 балів.</p>
<p>Тематичний контроль</p>	<p>Кожен варіант кожної з чотирьох контрольних робіт містить відповідну кількість завдань (KP1 – 4 завдання, KP2 – 2 завдання, KP3 – 3 завдання, KP4 – 3 завдання) на застосування відповідно методів лінійного програмування, логістики, дискретного програмування, нелінійного програмування. Максимальна оцінка за кожну з 2-х перших та 2-х останніх контрольних робіт становить відповідно по 30 та по 15 балів.</p> <p>Тест з лінійного/нелінійного програмування містить від 12 до 15 завдань закритого типу на класифікацію математичних моделей оптимізаційних задач, розуміння понять, формулювання тверджень, аналіз методів і алгоритмів відшукування оптимального розв'язку. Максимальна оцінка за тест з лінійного/нелінійного програмування становить 20/10 балів.</p>
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Загальна кількість балів за аудиторну і самостійну роботу та поточний контроль становить не менше 50 у 5-му семестрі та не менше 25 у 6-му семестрі.</p>
<p>Підсумковий контроль</p>	<p>Кожен варіант екзаменаційного білета містить 8 основних (і 2 додаткових) питань на класифікацію математичних моделей оптимізаційних задач, розуміння понять, формулювання тверджень, аналіз методів і алгоритмів лінійного, дискретного і нелінійного програмувань. Максимальна оцінка за іспит становить 50 балів.</p>

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

8. ПОЛІТИКА КУРСУ

Усі види навчальної роботи слід виконувати вчасно, щоб зберегти загальний темп курсу, котрий сприяє ефективному засвоєнню матеріалу без шкоди здоров'ю. Наслідками пропущених занять без поважних причин, зазвичай, стають додаткові завдання для самостійної роботи.

При проходженні курсу вітаються комунікативність, активність, креативність, самостійність. Плагіат та інші види академічної недоброчесності не принесуть користі, тому є недоречними.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Попов Ю.Д., Тюптя В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. – К.: Ел.вид КНУ, 2003.
2. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Підручник. – 7-е вид. - К.: Слово, 2006.
3. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування. – К.: КНЕУ, 2004.
4. Цегелик Г.Г. Лінійне програмування. – Львів: Світ, 1998.
5. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: Зб. задач. – К.: Слово, 2007.
6. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969.
7. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969.
8. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М.: Мир, 1981.
9. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособ. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2011.
10. Лунгу К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. – М.: Физматлит, 2005.

Викладач Мазуренко В.В.