

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
ТЕОРІЯ КЕРУВАННЯ

Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)
Освітня програма: Прикладна математика
Спеціальність: 113 Прикладна математика
Галузь знань: 11 Математика та статистика

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №1 від 31 серпня 2021 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до навчальної дисципліни
3. Мета та цілі навчальної дисципліни
4. Загальні і фахові компетентності
5. Програмні результати навчання
6. Організація навчальної дисципліни
7. Система оцінювання навчальної дисципліни
8. Політика навчальної дисципліни
9. Рекомендована література

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Назва дисципліни	Теорія керування
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	3 кредити ЄКТС
Посилання на сайт дистанційного навчання	classroom.google.com/c/MTY0NDUwNzA5MjU4
Консультації	Впродовж семестру згідно з розкладом консультацій

2. АНОТАЦІЯ ДО НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Чому фахівці з різних галузей змушені вдаватися до математичних методів оптимального керування складними системами? Прикладні задачі якого характеру є в центрі уваги теорії керування і в яких галузях поза математикою ця теорія має широкі застосування? Чому математичні моделі оптимального керування не вдається розв'язати методами варіаційного числення? Які проблеми при цьому виникають і як (якими двома підходами) їх можна вирішувати? На ці і багато інших питань студенти спеціальності Прикладна математика отримають відповіді у курсі «Теорія керування».

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

3. МЕТА І ЦІЛІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Формування у студентів «системного» мислення і усвідомлення необхідності застосування системного підходу при дослідженні математичних моделей оптимального керування динамічними процесами. Ознайомити студентів з методами класичного варіаційного числення і оптимального керування. Показати застосування методів теорії оптимального керування в економіці, техніці, механіці та інших галузях поза математикою.

4. ЗАГАЛЬНІ І ФАХОВІ КОМПЕТЕНТНОСТІ

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

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ФК01. Здатність використовувати й адаптувати математичні теорії, методи та прийоми для доведення математичних тверджень і теорем;

ФК02. Здатність виконувати завдання, сформульовані у математичній формі;

ФК03. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язування прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень;

ФК04. Здатність розробляти алгоритми та структури даних, програмні засоби та програмну документацію;

ФК13. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

ФК14. Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

5. ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

РН01. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці;

РН03. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів;

РН05. Уміти розробляти та використовувати на практиці алгоритми, пов'язані з пошуком оптимальних рішень;

РН10. Володіти методиками вибору раціональних методів та алгоритмів розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних;

РН12. Розв'язувати окремі інженерні задачі та/або задачі, що виникають принаймні в одній предметній галузі: в соціології, економіці, екології та медицині.

6. ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обсяг навчальної дисципліни	
Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	16
Практичні	16
Самостійна робота	58

Ознаки навчальної дисципліни				
Спеціальність	Рівень освіти	Курс (рік навчання)	Семестр	Нормативна/вибіркова
113 Прикладна математика	Бакалавр	4 ^{ий}	8 ^{ий}	нормативна

Тематика навчальної дисципліни

Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Сильний і слабкий екстремуми функціоналу - постановки прикладних варіаційних задач - поняття про функціонал, функціонали в лінійних нормованих просторах - перша і друга варіації функціоналу за Лагранжем, диференціали Фреше і Гато - сильний і слабкий екстремуми функціоналу, необхідні умови екстремуму - основні леми варіаційного числення	лекція	[1, 6, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	1ий тиждень
Функціонали в лінійних нормованих просторах	практичне	[1, 9]	Знаходити відстань між кривими. Обчислювати першу і другу варіації функціоналів, 2 ауд. год, 2 год. с. р.	–	1ий тиждень
Необхідні умови екстремуму - найпростіша задача варіаційного числення, рівняння Ейлера-Лагранжа та його інтеграли - узагальнення найпростішої варіаційної задачі: у просторі вектор-функцій (система рівнянь Ейлера-Лагранжа), зі старшими похідними (рівняння Ейлера-Пуассона), з частинними похідними (рівняння Ейлера-Остроградського) - задача Больца та її узагальнення, умови трансверсальності - Елементарна задача варіаційного числення, природні крайові умови (с. р.)	лекція	[1, 6, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 4 ауд. год., 4 год. с. р.	–	2ий – 3ий тижні

Застосування необхідних умов екстремуму функціоналів варіаційних задач	практичне	[1, 9]	Знаходити екстремалі найпростіших варіаційних задач, задач Больца та їх узагальнень, 4 ауд. год, 2 год. с. р.	–	2 ^{ий} – 3 ^{ий} тижні
Достатні умови екстремуму - умови Лежандра і Якобі - достатні умови слабкого екстремуму найпростішої варіаційної задачі - голкові варіації, умова Вейєрштраса - достатні умови сильного екстремуму найпростішої варіаційної задачі - необхідні та достатні умови екстремуму другого порядку в задачі Больца (с. р.)	лекція	[1, 6, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	4 ^{ий} тиждень
Застосування достатніх умов екстремуму функціоналів варіаційних задач	практичне	[1, 9]	Досліджувати на екстремум функціонали варіаційних задач, 2 ауд. год, 2 год. с. р.	–	4 ^{ий} тиждень
Математичні моделі оптимального керування - основні проблеми теорії керування, історичний екскурс - постановки прикладних задач оптимального керування - формалізація задачі оптимального керування - класифікація задач оптимального керування та їх перетворення - принципи керування і структурні схеми керованих систем (с. р.)	лекція	[1-3, 6, 7]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	5 ^{ий} тиждень
Принцип максимуму Понтрягіна - задача оптимального керування у формі Понтря-	лекція	[1-3, 5-8]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою,	–	6 ^{ий} – 7 ^{ий} тижні

гіна, принцип максимуму Понтрягіна - доведення принципу максимуму (с. р.) - принцип максимуму для задачі оптимальної швидкодії, оптимальний синтез (прикладі Фельдбаума і Бушоу). - достатні умови оптимальності у формі принципу максимуму - принцип максимуму і необхідні умови екстремуму у варіаційному численні - принцип максимуму для задач оптимального керування з дискретним часом (с. р.)			4 ауд. год., 4 год. с. р.		
Застосування принципу максимуму Понтрягіна	практичне	[1, 2, 9]	Розв'язувати задачі оптимального керування з допомогою принципу максимуму, 4 ауд. год, 4 год. с. р.	–	5ий – 6ий тижні
Теорія керованості і спостережуваності - постановка та дослідження задач керованості лінійних нестационарних і стаціонарних систем - спостережуваність в лінійних нестационарних і стаціонарних системах керування - принцип двоїстості	лекція	[4, 8]	Опрацювати матеріал лекції з рекомендованою літературою, 2 ауд. год., 4 год. с. р.	–	8ий тиждень
Застосування теорії керованості і спостережуваності	практичне	[4, 8]	Досліджувати системи на керованість і спостережуваність, 2 ауд. год, 2 год. с. р.	–	7ий тиждень
Модульний контроль	контрольна робота	[1-9]	Підготовка до к. р., 8 год. с. р. Індивідуальні завдання, 2 ауд. год.	25	8ий тиждень
Підсумковий контроль	іспит	[1–9]	Підготовка до іспиту, 14 год. с. р. Індивідуальні завдання, 2 ауд. год	50	9ий тиждень

7. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальна система оцінювання	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 (опрацювання окремих тем), тематичний контроль (дві контрольні роботи), іспит. Підсумкова оцінка визначається відповідно до поданої нижче таблиці оцінювання за різними шкалами (100-бальна, ECTS, національна).
Аудиторна і самостійна робота	Максимальна оцінка за активну і змістовну участь у розв'язуванні задач варіаційного числення і оптимального керування на практичних заняттях та опрацювання окремих тем становить 5 балів (додатково).
Модульний контроль	Кожен варіант індивідуальних завдань контрольної роботи містить 4 завдання: 2 завдання – на застосування методів варіаційного числення, 1 комбіноване завдання – на застосування принципу максимуму Понтрягіна, 1 завдання – на застосування теорії керованості і спостережуваності. Максимальна оцінка за контрольну роботу становить 25 балів.
Умови допуску до підсумкового контролю	Загальна кількість балів за аудиторну і самостійну роботу та поточний контроль становить не менше 25 балів.
Підсумковий контроль	Кожен варіант екзаменаційного білета містить 7 основних (і кілька додаткових питань) на класифікацію математичних моделей задач варіаційного числення і оптимального керування, розуміння понять, формулювання тверджень, аналіз методів. Максимальна оцінка за іспит становить 50 балів.

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 НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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. Моклячук М.П. Варіаційне числення. Екстрем. задачі. – К., 2003. – 380 с.
2. Перестюк М.О., Станжицький О.М., Капустян О.В. Задачі оптимального керування: Навч. посібн. – К.: ТВіМС, 2004. – 55 с.
3. Крак Ю.В., Лєвошич О.Л. Теорія керування: Навч. посіб. – К., 2001.
4. Кириченко М.Ф., Матвієнко В.Т. Аналіз і синтез керованих систем: Навч. пос. – К.: ВПЦ "КУ", 2000. – 53 с.
5. Арутюнов А.В., Магарил-Ильєв Г.Г., Тихомиров В.М. Принцип максимума Понтрягина. Доказательство и прилож. – М.: Факториал, 2006. – 144 с.
6. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление: Учеб. пособ. – М.: Изд-во МГТУ, 2006. – 488 с.
7. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2005. - 384 с.
8. Ким Д.П. Теория автоматического управления. – Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. – М.: Физматлит, 2004. – 464 с.
9. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации: Теория, примеры, задачи. – 2-е изд. – М.: Физматлит, 2005. – 256 с.

Викладач Мазуренко В.В.