



Дослідження операцій та сучасні наближені методи обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

– Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	180 годин (54 години – Лекції, 54 години – Практичні, 72 години – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, розрахункова робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд. фіз.-мат. наук, доцент, Крошко Наталія Віталіївна kroshko06@bigmir.net , моб. +38(067)97-464-87 Практичні / Семінарські: канд. фіз.-мат. наук, ст.викладач, Пелехата Ольга Богданівна pelehataob2015@gmail.com , моб. +38(097)164-04-54
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/auth.php https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=235 https://do.matan.kpi.ua/enrol/index.php?id=41

– Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета дисципліни	<p>Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів освіти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знань з математичного моделювання економічних процесів; - знань для розв'язання лінійних оптимізаційних задач; - здатностей застосовувати математичні методи, сучасні комп'ютерні системи та інформаційні технології для розв'язання математичних моделей економіки; - умінь оперувати сучасними наближеними методами та реалізовувати їх цифровими методами.
Предмет навчальної дисципліни	<p>Економіко-математичні моделі, способи математичної реалізації економіко-виробничих систем і методи знаходження розв'язків оптимізаційних задач.</p>
Компетентності	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1). Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2). Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК3). Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК6). Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7). Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК8). Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК9). Здатність працювати автономно (ЗК12). Здатність проявляти творчий підхід та ініціативу (ЗК16). Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ФК1). Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (ФК2). Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок (ФК3). Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганних (ФК4). Здатність до кількісного мислення (ФК5). Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (ФК6). Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей (ФК7). Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм (ФК9). Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символічних розрахунків (ФК10).</p>

	<p>Здатність знаходити методи розв'язання прикладних задач в нових та незнайомих контекстах на основі математичних методів та методів комп'ютерної статистики (ФК12).</p> <p>Здатність застосовувати математичний апарат до оптимізації та оцінювання ефективності організаційно-управлінської системи в конкретних предметних областях, проводити прогностичні розрахунки, оцінювати точність та достовірність результатів моделювання (ФК13).</p> <p>Здатність демонструвати математичну грамотність, послідовно пояснити іншим математичні теорії або їх складові частини, взаємозв'язок та відмінність між ними, навести приклади застосувань у природничих науках (ФК14).</p> <p>Здатність застосовувати математичні методи до прогнозування економічних та соціальних процесів у сфері управління на підприємствах, в фінансових установах, в навчальних закладах тощо (ФК15).</p>
<p>Програмні результати навчання</p>	<p>Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси (PH5).</p> <p>Уміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою (PH9).</p> <p>Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (PH10).</p> <p>Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (PH12).</p> <p>Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів (PH21).</p> <p>Застосовувати отримані знання з математичних дисциплін, у яких вивчаються моделі природничих процесів; математичні методи аналізу та прогнозування; математичні способи інтерпретації числових даних; принципи функціонування природничих процесів, математичні моделі оцінки ризиків в тих предметних областях, де проводяться дослідження (PH24).</p>

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: Дисципліна «Дослідження операцій та сучасні наближені методи обчислень» (ПО19) викладається у шостому семестрі підготовки бакалаврів і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз: функції однієї змінної», «Математичний аналіз: функції кількох змінних», «Основи фінансової математики», «Теорія ймовірностей», які вивчаються на бакалаврському рівні вищої освіти за освітньою програмою «Страхова та фінансова математика».

Постреквізити: Дисципліна «Дослідження операцій та сучасні наближені методи обчислень» пов'язана з дисципліною «Методи математичної економіки» (ПО22).

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Лінійні оптимізаційні моделі				
<i>Тема 1.1. Предмет, особливості та сфери застосування математичного програмування. Класифікація задач</i>	6	2	2	2
<i>Тема 1.2. Загальна задача лінійного програмування та її розв'язання</i>	36	12	12	12
<i>Тема 1.3. Теорія двоїстості в лінійному програмуванні</i>	12	4	4	4
<i>Тема 1.4. Аналіз лінійних моделей економічних задач</i>	6	2	2	2
<i>Тема 1.5. Транспортна задача та її розв'язання</i>	12	4	4	4
<i>Тема 1.6. Задачі оптимізації на мережах</i>	12	4	4	4
<i>Тема 1.7. Цілочислове лінійне програмування</i>	18	6	6	6
<i>Тема 1.8. Дробово-раціональне програмування</i>	6	2	2	2
<i>Тема 1.9. Розв'язування задач математичного програмування засобами Excel</i>	4	2		2
<i>Модульна контрольна робота</i>	2		2	
<i>Розрахункова робота</i>	8			8
Розділ 2. Чисельні методи пошуку безумовного та умовного екстремуму				
<i>Тема 2.1. Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму</i>	28	10	10	8
<i>Тема 2.2. Чисельні методи пошуку умовного екстремуму</i>	14	6	4	4
<i>Модульна контрольна робота</i>	2		2	
<i>Розрахункова робота</i>	8			8
Екзамен	6			6
Всього годин	180	54	54	72

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. — К. : КНЕУ, 2016. — 303 с.
2. Лисенко О.І., Алексеева І.В. Дослідження операцій. Конспект лекцій. — К: НТУУ «КПІ», 2016. – 196 с.
3. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрік та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

4. Теория оптимизации для инженеров и экономистов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — М.: Вузовская книга, 2016. — 568 с.
5. Дослідження операцій: підручник / Катренко А.В. — Львів: «Магнолія Плюс», 2006. — 549 с.

Додаткова література

6. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій: підручник. К.: ВІПОЛ, 2000.—688с.
7. Наконечний С. І., Савіна С.С. Математичне програмування. К.: КНЕУ, 2003. — 452 с.
8. Попов Ю.Д., Тюття В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. К.: КНУ, 2003.— 215 с.
9. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник /за ред. О. Т. Івашука. – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
10. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. —2-е изд., исправл. — М.: Высш. шк., 2005. — 544 с.
11. Таха Х. Введение в исследование операций. – М.: Изд. «Диалектика», 2018. – 1056 с.
12. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высш.шк., 1986. – 319 с.
13. Xin-She Yang. Optimization Techniques and Applications with Examples. Hoboken, New Jersey: JohnWiley & Sons, 2018. – 364 p.
14. R.Butt. Applied Linear Algebra and Optimization using MATLAB. Mercury Learning and Information. 2011. – 1177 p.
15. Robert J. Vanderbei. Linear Programming. Foundations and Extensions. Springer Science+Business Media New York. 2014. – 420 p.
16. C.Griffin. Linear Programming. Lecture Notes. – 167 p.

– Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Предмет, особливості та сфери застосування математичного програмування. Класифікація задач. Економічна та математична постановка оптимізаційних задач. Етапи побудови моделі та розв'язання оптимізаційних задач. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].
2	Поняття та економічні приклади задач лінійного програмування. Графічне розв'язання ЗЛП з двома змінними. Загальна постановка задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація множини допустимих планів ЗЛП з двома змінними. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].
3	Канонічна задача лінійного програмування (КЗЛП) та її дослідження. Правила переходу від загальної ЗЛП до канонічної. Дослідження КЗЛП, її властивості та методика розв'язання. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].
4	Симплекс–метод розв'язання канонічної ЗЛП. Базис та допустимий базис КЗЛП. Взаємозв'язок між допустимими базисами та опорними планами КЗЛП.

	<p>Загальна схема розв'язування КЗЛП. Ознака оптимальності допустимого базису КЗЛП. Ознака необмеженості цільової функції.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
5	<p>Алгоритм симплексного методу. Покращення опорного плану, теорема. Ознака оптимальності опорного плану, ознака існування альтернативного оптимуму. Симплексні таблиці.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
6	<p>Метод штучного базису (М-метод) розв'язання канонічної ЗЛП. Обмеженість звичайного симплекс-методу. Двоетапний метод штучного базису.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
7	<p>Одноетапний метод штучного базису (М-метод). Відшукування початкового базису за допомогою перетворення Жордана-Гаусса.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
8	<p>Теорія двоїстості в лінійному програмуванні. Побудова двоїстої задачі для симетричної та канонічної ЗЛП. Зв'язок між прямою та двоїстою задачами. Використання двоїстості для розв'язання ЗЛП. Лема Фаркаша.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
9	<p>Економічна інтерпретація двоїстості. Економічний зміст теорем двоїстості. Стійкість оптимальних планів прямої та двоїстої задач.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
10	<p>Післяоптимізаційний аналіз ЗЛП. Існування альтернативних оптимальних планів. Варіація коефіцієнтів цільової функції. Варіація значень вектора обмежень.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
11	<p>Постановка транспортної задачі та побудова її математичної моделі. Особливості закритої ТЗ як задачі лінійного програмування. Побудова початкового плану перевезень. Алгоритм методу потенціалів розв'язання закритої ТЗ.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
12	<p>Відкрита модель транспортної задачі. Зведення деяких економічних задач до моделі транспортної задачі. Розв'язання ТЗ з певними особливостями постановки.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
13	<p>Задачі оптимізації на мережах. Поняття потоку. Теорема Форда-Фалкерсона.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 5].</p>
14	<p>Задача пошуку найкоротшого маршруту в мережі. Алгоритм Дійкстри. Задача мінімізації мережі.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 5].</p>
15	<p>Цілочислове лінійне програмування. Постановка задачі. Графічний метод розв'язання цілочислової задачі лінійного програмування з двома змінними.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
16	<p>Методи розв'язання задач цілочислового програмування. Метод розгалуженого пошуку (гілок і меж). Метод Гоморі. Приклади цілочислових економічних задач.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 6].</p>
17	<p>Практичні реалізації методу гілок і меж. Багатовимірна задача про наплічник. Постановка задачі булевого програмування. Алгоритм Балаша. Методи приведення цілочислових задач до булевих.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 5].</p>

18	Дробово-раціональне програмування. Графічний метод розв'язання задач. Зведення до канонічної ЗЛП. <i>Рекомендована література:</i> [1, 2, 3, 5].
19	Розв'язування задач математичного програмування засобами Excel. Розв'язування КЗЛП, транспортної задачі, задачі про призначення та про розкрій матеріалу. <i>Рекомендована література:</i> [3, 5].
20	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Методи нульового порядку. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
21	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Метод конфігурацій, Розенброка та спряжених напрямків. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
22	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Методи випадкового пошуку. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
23	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Методи першого порядку. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
24	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Методи другого порядку. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
25	Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Принципи побудови методів пошуку умовного екстремуму. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
26	Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Методи штрафів та бар'єрних функцій. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].
27	Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Методи проекції градієнта та Зойтендейка. <i>Рекомендована література:</i> [4, 10].

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Предмет, особливості та сфери застосування математичного програмування. Класифікація задач. Складання математичних моделей. <i>Завдання для СРС:</i> [1, 2, 3].
2	Поняття та економічні приклади задач лінійного програмування. Графічне розв'язання ЗЛП з двома змінними. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС:</i> [1, 2, 3].
3	Канонічна задача лінійного програмування (КЗЛП) та її дослідження. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС:</i> [1, 2, 3].
4	Симплекс-метод розв'язання канонічної ЗЛП. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС:</i> [1, 2, 3].
5	Алгоритм симплексного методу. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС:</i> [1, 2, 3].

6	Метод штучного базису (М-метод) розв'язання канонічної ЗЛП. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
7	Одноетапний метод штучного базису (М-метод). Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
8	Теорія двоїстості в лінійному програмуванні. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
9	Економічна інтерпретація двоїстості. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
10	Післяоптимізаційний аналіз ЗЛП. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
11	Постановка транспортної задачі та побудова її математичної моделі. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
12	Відкрита модель транспортної задачі. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
13	Задачі оптимізації на мережах. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 5].</i>
14	Задача пошуку найкоротшого маршруту в мережі. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 5].</i>
15	Цілочислове лінійне програмування. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
16	Методи розв'язання задач цілочислового програмування. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
17	Практичні реалізації методу гілок і меж. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 5].</i>
18	Дробово-раціональне програмування. Розв'язання задач. <i>Завдання для СРС: [1, 2, 3].</i>
19	Модульна контрольна робота.
20	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Розв'язання задач методами нульового порядку. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
21	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Розв'язання задач методами конфігурацій, Розенброка та спряжених напрямків. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
22	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Розв'язання задач методами випадкового пошуку. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
23	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Розв'язання задач методами першого порядку. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
24	Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Розв'язання задач методами другого порядку. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
25	Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Розв'язання задач методами пошуку умовного екстремуму. <i>Завдання для СРС: [3, 4, 10].</i>
26	Чисельні методи пошуку умовного екстремуму. Розв'язання задач методами штрафів та бар'єрних функцій..

	Завдання для СРС: [3, 4, 10].
27	Модульна контрольна робота.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання розрахункових робіт;
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до екзамену.

– Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні розрахункових робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання розрахункових робіт, підготовку до МКР та екзамену.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	РР	Семестр. атест.
6	6	180	54	54	72	1	1	Екзамен

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- написання модульних контрольних робіт;

- виконання розрахункової роботи (РР).

Модульна контрольна робота

МКР №1 складається з 5 завдань.

Оцінка виставляється шляхом перерахунку відсотка правильно виконаних завдань в рейтингові бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал 15.

МКР №2 складається з 5 завдань.

Оцінка виставляється шляхом перерахунку відсотка правильно виконаних завдань в рейтингові бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Максимальний бал 15.

Розрахункова робота

Розрахункова робота виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають кожній темі, і складається з 11 завдань. При неправильному виконанні завдання викладачем надається можливість виправлення помилок студентом і повторної здачі. Кожна частина РР здається в терміни, встановлені викладачем.

При виконанні менше 60% РР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

Максимальний 20.

Штрафні та заохочувальні бали

- несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання розрахункової роботи -1 бал

- заохочувальні бали за виконання завдань підвищеної складності

- успішна участь у олімпіаді з вищої математики

Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% (10 балів)

Форма семестрового контролю – екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за семестровий рейтинг більше 29 балів.

Максимальна кількість балів, отриманих на екзамені – 50 балів.

Умови позитивної оцінки календарного контролю

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Розрахунок шкали рейтингу (R):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 15 + 15 + 20 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
-----------------	--------

100-95	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Google Meet та освітньої платформи Moodle.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Доцент кафедри МАтаТЙ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Крошко Н.В.,
старший викладач кафедри МА та ТЙ канд. фіз.-мат. наук, Пелехата О.Б.

Ухвалено кафедрою МАтаТЙ (протокол № 11 від 4.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2021 р.)