



## МАТЕМАТИЧНЕ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Дисципліна	Математичні методи оптимізації
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	Біотехнологія
Статус дисципліни	Базова
Форма навчання	Очна /заочна
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Поточний контроль: опитування, домашня контрольна робота, модульна контрольна робота; залік.
Розклад занять	Лекції: 2 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень згідно розкладу
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: докт.біол.наук, професор, Горго Ю.П., yugorgo@ukr.net, Телеграм Практичні / Семінарські: докт.біол.наук, професор, Горго Ю.П., yugorgo@ukr.net
Розміщення курсу	Telegram

#### Програма навчальної дисципліни

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

Теорія оптимізації є складовою частиною дослідження операцій. Вона орієнтована на розв'язування практичних задач, які можна коректно описати за допомогою тієї чи іншої моделі з метою отримання оптимального розв'язку. Дисципліна «Математичні методи оптимізації» орієнтується на вивчення основ теорії екстремальних задач; отримання необхідних концептуальних уявлень, достатніх для розуміння, оцінки існуючих алгоритмів розв'язання оптимізаційних задач і, якщо необхідно, розробки нових методів і підходів вирішення нових типів таких задач; ознайомлення з базовими математичними методами і вивчення алгоритмів розв'язання задач лінійного, опуклого та нелінійного програмування, а також знайомство з сучасними напрямками розвитку методів оптимізації. Зокрема, значна увага приділяється чисельним методам та алгоритмам оптимізації та їх властивостям.

В цілому матеріал курсу орієнтований на вміння правильно підібрати або розробити найбільш підходящий метод розв'язання оптимізаційної задачі, з урахуванням її обчислювальної складності, а потім реалізувати його у вигляді алгоритму і програми. Відмінною особливістю даної дисципліни є поєднання теоретичної частини, реальних прикладів і оригінальних практичних завдань, які містять дослідницьку складову, що сприяє

формуванню у студентів дослідницьких та аналітичних компетенцій, розвитку творчого та інтелектуального потенціалу.

У даний час існує безліч пакетів прикладних програм, що дозволяють вирішувати стандартні завдання лінійного, квадратичного, опуклого, дискретного і нелінійного програмування. Застосування цих пакетів можливо і без знання алгоритмів та способів їх реалізації. Однак знання суті методів дозволяє більш ефективно використовувати розроблені пакети. Крім того, при виникненні нових нестандартних завдань потрібно адаптувати алгоритми. У результаті вивчення курсу студент повинен знати теорію та методи оптимізації, вміти самостійно ставити та розв'язувати оптимізаційні задачі за допомогою аналітичних та чисельних методів.

Поточний контроль здійснюється за допомогою опитувань на практичних заняттях. Курс «Математичні методи оптимізації» базується на знаннях із біологічної кібернетики, лінійної алгебри, теорії комбінаторики та теорії ймовірності в біотехнології, теорії оптимальних рішень, що забезпечує підготовку і формулювання світогляду майбутнього спеціаліста.

**Мета** дисципліни «Математичні методи оптимізації» полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та використання методів пошуку оптимальних значень функцій однієї та багатьох змінних, використання сучасних обчислювальних програм, а також функціоналів, для пошуку оптимумів та розв'язання екстремальних задач і їхньої візуалізації в біотехнології.

**Юрію Павловичу, тут потрібно написати щодо компетентностей у відповідності до компетентностей, які висловлені у стандарті ( фак. Маг. Науковці, ОНП)**

**Предметом** дисципліни «Математичні методи оптимізації» є оцінка можливостей та практичного використання методів теорії екстремальних задач в дослідженнях та модернізації біотехнологічних систем та процесів.

#### **Програмні результати навчання**

*формування у студентів компетентності:* компетентності до програмних результатів не відносяться

- до використання знань та навичок з оцінки можливостей та практичного використання методів теорії екстремальних задач в дослідницькій роботі в біотехнологіях.

*формування у студентів знань:* Програмні результати також у відповідності до програмних результатів стандарту, бо це базова дисципліна

Згідно з вимогами освітньо-професійної – це науковці програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі *знання* :

– *знання* та навички роботи з основними методами пошуку екстремумів лінійних, нелінійних, опуклих функцій;

– *знання* про функціонали, лінійне та дискретне програмування, а також методи варіаційного числення, для розв'язання біотехнологічних задач.

*формування у студентів уміння:*

- набуття *умінь* і навичок роботи з постановкою оптимізаційних задач різного типу та їх розв'язанням за допомогою відомих аналітичних та чисельних методів;

- набуття *умінь* і навичок роботи з використанням обчислювальних програм з метою реалізації алгоритмів вивчених методів розв'язання екстремальних задач, а також візуальної (графічної) інтерпретації отриманих результатів та процесу розв'язання самої задачі.

*формування у студентів досвіду:*

- у процесі вивчення дисципліни студенти отримують досвід роботи з основними методами теорії оптимізації та системою Mathcad, а також в майбутньому зможуть розв'язувати різного роду екстремальні задачі, що стосуються наукових досліджень.

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

Перелік дисциплін, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни "Математичні методи оптимізації" - це "біологічна кібернетика", "лінійна алгебра",

"теорія комбінаторики та теорія ймовірності в біотехнології", "теорія оптимальних рішень", "основні мови програмування". *У нас таких дисциплін не має*

### **Зміст навчальної дисципліни.**

#### **Розділ 1. Задачі оптимізації. Основні поняття, методи та алгоритми**

Поняття про задачі оптимізації. Оптимізація функцій багатьох змінних. Дослідження задач оптимізації на умовний екстремум. Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму. Методи одновимірної оптимізації. Методи багатовимірної оптимізації. Методи нульового, першого та другого порядків.

#### **Розділ 2. Методи лінійної та дискретної оптимізації**

Задачі лінійного програмування. Симплекс-метод та двоїтий симплекс-метод. Генетичні та еволюційні алгоритми як приклад лінійної оптимізації. Транспортна задача. Предмет та задачі дискретного програмування. Дискретне та цілочисельне програмування у мікробіології. Задачі про комівояжера та про рюкзак.

#### **Розділ 3. Основи динамічного програмування, оптимального керування та варіаційного числення**

Елементи динамічного програмування. Основи варіаційного числення. Елементи теорії оптимального керування.

### **3. Навчальні матеріали та ресурси**

*Базова та додаткова література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни*

#### **Базова: українська або англійська література, що є у відкритому доступі**

1. А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. Курс методов оптимизации. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 368 с.
2. А.В. Пантелеев, Т.А. Летова Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 2002. - 544 с.
3. Б.Ю. Лемешко. Методы оптимизации: Конспект лекций. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. - 126 с.
4. Р. Габасов, Ф.М. Кириллова, В.В. Альсевич и др. Методы оптимизации. - Минск: «Четыре четверти», 2011. - 472 с.
5. С.А. Ашманов, Тимохов А.В. Теория оптимизации в задачах и упражнениях - М.: Наука, 1991.-448с.
6. В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. Сборник задач по оптимизации. Учебное пособие. - М.: Физматлит, 2005. — 255 с.
7. И.Х. Сигал, А.П. Иванова. Методы оптимизации. Начальный курс. - М.: МИИТ, 2005.-96 с.

#### **Додаткова:**

8. М. Джермен. Количественная биология в примерах и задачах. - М.: Мир, 1972.- 151 с.
9. Н.Т.Дж. Бейли. Математика в биологии и медицине. - М.: Мир, 1970. - 326 с.
10. Б. Хаубольд, Т. Вие. Введение в вычислительную биологию. Эволюционный подход. - Ижевск: РХД, 2011. - 456 с.
11. Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, Генетические алгоритмы / Под редакцией В.М. Курейчика. - 2-е изд., - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 320 с.
12. Д.А. Батищев, Генетические алгоритмы решения экстремальных задач. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 1995. - 65 с.
13. M.Wahde. Biologically inspired optimization methods. An Introduction. - Southampton, UK: WIT Press, 2008 -218 p.
14. В.А. Охорзин. Прикладная математика в системе Mathcad: Учебное пособие. - СПб.: Лань, 2009. - 352с.

#### **Рекомендації та роз'яснення:**

- зазначені матеріали можна знайти в бібліотеці та Інтернеті;

- матеріали є факультативними;
- з конкретними темами дисциплін пов'язаний цикл розроблених лекцій.

### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Інформація за розділами, темами та про всі навчальні заняття (лекції і семінарські) надаються, як рекомендації щодо їх засвоєння у формі календарного плану.

*Лекційні заняття. Застосовуються стратегії активного і колективного навчання.*

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<b>Розділ 1. Задачі оптимізації. Основні поняття, методи та алгоритми</b>
2	<b>Лекція 1. Поняття про задачі оптимізації.</b> Вступ до оптимізації. Історія виникнення галузей математичної оптимізації та дослідження операцій. Постановка задач оптимізації. Поняття цільової функції, локального та глобального екстремуму. Класифікація задач та методів оптимізації: задачі умовної та безумовної оптимізації. Класичні задачі на умовний екстремум. Задачі біології, що розв'язуються методами оптимізації. Застосування методів математичної оптимізації у біології. Пошук безумовного екстремуму функції однієї змінної. Література: [1-4]. СРС - ознайомлення з основними поняттями теорії оптимізації та історією становлення даної дисципліни. Література: [1-4].
3	<b>Лекція 2. Оптимізація функцій багатьох змінних.</b> Перші та другі похідні (градієнти та гесіани) функції кількох змінних. Додатно та невід'ємно визначені матриці. Критерій Сільвестра. Стаціонарні точки. Необхідні та достатні умови екстремуму. Оптимізація за допомогою необхідних та достатніх умов екстремуму на прикладі задачі про оптимальну кількість особин двох популяцій, що проживають в межах одного ареалу. Література: [1-6]. СРС - ознайомлення з основними поняттями теорії оптимізації; розв'язування задач безумовної оптимізації. Література: [1—6].
4	<b>Лекція 3. Дослідження задач оптимізації на умовний екстремум.</b> Поняття умовного екстремуму та опуклої функції. Умовний екстремум при обмеженнях типу рівностей, нерівностей та змішаних умовах. Метод множників Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Застосування методу множників Лагранжа до задачі про оптимальну кількість особин двох популяцій, що проживають в межах одного ареалу, за умов сталої чисельності однієї із популяцій та обмеження на максимальну ємність екологічної ніші. Література: [1-8]. СРС - ознайомлення з основними поняттями теорії оптимізації; розв'язування задач на знаходження умовного екстремуму. Література: [1-8].
5	<b>Розділ 2. Методи лінійної та дискретної оптимізації</b>
6	<b>Лекція 4. Чисельні методи пошуку безумовного екстремуму.</b> Методи одновимірної оптимізації. Принципи побудови чисельних методів пошуку безумовного екстремуму. Поняття про унімодальні функції. Приклади задач, які приводять до застосування чисельних методів пошуку екстремуму. Методи рівномірного (загального) пошуку, дихотомії, золотого перетину (метод Фібоначчі). Метод квадратичної інтерполяції (метод парабол). Порівняльні характеристики. Застосування методу квадратичної інтерполяції до задачі про максимум мальтузіанського параметру. Література: [1-6]. СРС - ознайомлення з основними методами пошуку безумовного екстремуму; розв'язування задач на знаходження безумовного екстремуму. Література: [1-7].

7	<p><b>Лекція 5. Методи багатовимірної оптимізації.</b> Методи нульового, першого та другого порядків. Класифікація методів багатовимірної оптимізації. Метод конфігурацій (метод Хука-Дживса) як приклад методу нульового порядку. Методи першого порядку: градієнтні методи (методи градієнтного спуску з постійним кроком та найшвидшого градієнтного спуску) та метод кубічної інтерполяції. Методи другого порядку: метод Ньютона та його модифікації. Метод штрафних функцій. Порівняльні характеристики.</p> <p>Література: [1-5].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами пошуку безумовного екстремуму;</p>
8	<p><b>Лекція 6. Задачі лінійного програмування. Симплекс-метод.</b> Постановка задач лінійного програмування (ЗЛП). Геометрична інтерпретація ЗЛП. Загальна, основна, стандартна та канонічна форми ЗЛП. Зведення однієї форми до іншої. Загальне поняття про симплекс-метод та межі його застосування. Критерій нерозв'язності ЗЛП. Використання симплекс- таблиць. Література: [1-4, 8, 10].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними поняттями та методами лінійного програмування. Література: [1-4, 8, 10].</p>
9	<p><b>Лекція 7. Симплекс-метод та двоїтий симплекс-метод.</b> Симплекс-метод. Двоїстість лінійного програмування. Взаємозв'язок прямої та двоїстої задач ЛП. Двоїтий симплекс-метод. Метод аналізу стаціонарних метаболічних потоків (Еіих Ваіапсе Апаіузіз) як приклад використання симплекс-методу у біології. Література: [1-4, 10].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами лінійного програмування; розв'язування задач симплекс-методом та двоїтим симплекс-методом. Література: [1-М, 10].</p>
10	<p><b>Лекція 8. Генетичні та еволюційні алгоритми як приклад лінійної оптимізації.</b> Особливості механізму еволюційної адаптації. Моделі еволюції Дарвіна, Ламарка та ін. Поняття генетичних алгоритмів та генетичних операторів (кросинговеру, мутації, селекції, інверсії та ін.). Етапи вирішення практичних задач за допомогою генетичних алгоритмів. Операції над популяціями та хромосомами. Використання кодування Грея.</p> <p>Література: [11, 12].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами лінійного програмування, видами генетичних алгоритмів та генетичних операторів. Література: [11, 12].</p>
11	<p><b>Лекція 9. Генетичні та еволюційні алгоритми як приклад лінійної оптимізації (продовження).</b> Огляд генетичних операторів (кросинговеру, мутації, селекції, інверсії та ін.) - продовження. Поняття про процеси Маркова та Хеммінгову відстань. Найпростіший генетичний алгоритм: принципи побудови, шляхи оптимізації та його застосування до вирішення практичних задач. Література: [11, 12].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами лінійного програмування, видами генетичних алгоритмів та генетичних операторів. Література: [11, 12].</p>

12	<p><b>Лекція 10. Транспортна задача.</b> Постановка транспортних задач (Т-задач) та їх приклади. Транспортні задачі в біології. Властивості Т-задач. Опорний план Т-задачі. Методи пошуку опорного плану (метод північно-західного кута, метод мінімального елемента). Метод потенціалів. Література: [1-7, 9].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами лінійного програмування; розв'язування транспортних задач, пошук опорного плану. Література: [1-7, 9].</p>
13	<p><b>Лекція 11. Транспортна задача (продовження).</b></p> <p>Вироджені опорні плани. Відкриті Т-задачі. Застосування методів розв'язування Т-задач до задачі про транспорт поживних речовин у середовищі та кінетичних хімічних процесів. Література: [1-7].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами лінійного програмування; розв'язування відкритих транспортних задач, пошук виродженого опорного плану. Література: [1-7].</p>
14	<p><b>Лекція 12.</b> Модульна контрольна робота</p>
15	<p><b>Розділ 3. Основи динамічного програмування, оптимального керування та варіаційного числення</b></p>
16	<p><b>Лекція 13. Предмет та задачі дискретного програмування</b></p> <p>Основні поняття дискретного програмування. Загальна схема постановки задачі та їх різновиди. Поняття графів та дерев. Приклади задач, які приводять до дискретності. Огляд методів дискретної оптимізації. Цілочисельне програмування. Метод гілок та меж. Розв'язування задач цілочисельного програмування методом гілок та меж. Література: [1-7].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами дискретного програмування; розв'язування задач цілочисельного програмування методом гілок та меж. Література: [1-7].</p>
17	<p><b>Лекція 14. Дискретне та цілочисельне програмування у мікробіології.</b></p> <p>Алгоритми оптимізації організації колоній мікроорганізмів й комах та взаємодії їх складових (Colony optimization, Particle swarm optimization - CO &amp; PSO ).</p> <p>Поняття «божевільного» (craziness) оператора. Оптимізація нейронних мереж, хіміотерапії раку, конструювання лікарських препаратів, прогнозування рівнів забруднюючих речовин тощо методами CO &amp; PSO. Література: [1-7, 13].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами цілочисельного програмування; розв'язування задачі комівояжера методом гілок та меж. Література: [1-7, 13].</p>
18	<p><b>Лекція 15. Задачі про комівояжера та про рюкзак</b></p> <p>Постановка задач про комівояжера та про рюкзак. Методи їх розв'язання. Використання методів CO &amp; PSO для розв'язання задачі про комівояжера. Застосування методів розв'язання задачі про комівояжера до пошуку оптимального метаболічного шляху. Застосування методів розв'язання задачі про рюкзак до пошуку оптимального вмісту поживних речовин.</p> <p>Література: [1-7].</p> <p>СРС - ознайомлення з основними методами цілочисельного програмування; розв'язування задачі комівояжера методом гілок та меж. Література: [1-7].</p>

19	<p><b>Лекція 16. Елементи динамічного програмування.</b>  Поняття про задачі динамічного програмування, умови їх виникнення та область їх застосування. Основні методи динамічної оптимізації. Принцип оптимальності Белмана. Рекурентні співвідношення. Розв'язування комбінаторних задач методами динамічного програмування. Побудова рекурентних співвідношень для цілочисельної задачі розподілу ресурсів та обчислювальний алгоритм розв'язання цієї задачі. Література: [1-5, 8-10].  СРС - ознайомлення з основними поняттями та класичними задачами теорії оптимального керування. Література: [1-5,8-10].</p>
20	<p><b>Лекція 17. Основи варіаційного числення.</b>  Задачі, які приводять до варіаційного числення: задача Бернуллі про брахістохрону, задача Дідони. Основні поняття варіаційного числення. Поняття функціоналу. Основна (найпростіша) задача варіаційного числення. Приклади задач, що розв'язуються методами варіаційного числення. Варіація функціонала. Локальні екстремуми. Рівняння Ейлера- Лагранжа. Приклади біологічних задач на пошук екстремалей. Застосування варіаційних принципів для пошуку оптимальної форми ембріона на стадії компактифікації. Література: [1-5, 8-10].  СРС - ознайомлення з основними поняттями та класичними задачі варіаційного числення, історією становлення теорії варіаційного числення.  Література: [1-5, 8-10].</p>
21	<p><b>Лекція 18.</b> Залік проводиться на практичному</p>

### Практичні заняття

*Основні завдання циклу семінарських занять з дисципліни є формування у студентів вміння до розв'язування теоретичних і практичних біотехнологічних задач.*

*Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання (дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань)*

№ з/п	Назва теми заняття
1	<b>Семінар 1.</b> Дослідження функцій кількох змінних на безумовний та умовний екстремум. Література: [1-4, 14-16]. СРС - ознайомлення з основними поняттями теорії оптимізації. Не потрібно Література: [1-4, 14-16].
2	<b>Семінар 2.</b> Реалізація методів одновимірної оптимізації (методи виключення інтервалів, дихотомії, золотого перетину). Література: [1-4, 14-16]. СРС - ознайомлення з основними методами пошуку безумовного екстремуму; розв'язування задач на знаходження безумовного екстремуму. Література: [1-4, 14-16].
3	<b>Семінар 3.</b> Реалізація методів багатовимірної оптимізації (методи градієнтного спуску, метод Ньютон). Максимум мальтузіанського параметра. Література: [1-4, 8, 14-16]. СРС - ознайомлення з основними методами пошуку безумовного екстремуму; розв'язування задач на знаходження безумовного екстремуму. Література: [1-4, 8, 14-16].
4	<b>Семінар 4.</b> Вивчення генетичних алгоритмів та побудова найпростішого генетичного алгоритму. Література: [1-4, 10, 11-16]. СРС - ознайомлення з основними поняттями та методами лінійного програмування. Література: [1-4, 10, 11-16].
5	<b>Семінар 5.</b> Розв'язування транспортних задач за допомогою середовища Mathcad Optimization . Застосування методів розв'язування Т-задач до задачі про транспорт поживних речовин у середовищі та кінетичних хімічних процесів. Література: [1-7, 9,10]. СРС - ознайомлення з основними поняттями та методами лінійного програмування. Література: [1-7, 9, 10].
6	<b>Семінар 6.</b> Розв'язування задач про комівояжера та про рюкзак за допомогою Mathcad Optimization . Застосування методів розв'язування даних задач до оптимізаційних проблем у мікробіології та конструювання лікарських препаратів. Література:[1-6]. СРС - ознайомлення з основними методами дискретного програмування; розв'язування задач цілочисельного програмування методом гілок та меж. Література: [1-6].
7	<b>Семінар 7.</b> Методи варіаційного числення та задачі оптимального керування. Оптимальна форма ембріона на стадії компактифікації. Оптимальне керування транспортом речовин крізь мембрани у живих організмах. Застосування принципу максимуму до процесів біосинтезу. Література: основна [1-4, 8-10]. СРС - ознайомлення з основними поняттями та класичними задачами теорії оптимального керування. Література: основна [1-4, 8-10].
8	<b>Семінар 8.</b> Доповіді і обговорення домашніх контрольних робіт.
9	<b>Семінар 9.</b> Доповіді і обговорення домашніх контрольних робіт.

## 5. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів проводиться у вигляді підготовки до аудиторних занять (18 годин), модульної контрольної роботи (4 години), підготовки та захист домашньої контрольної роботи (20 не більше 15 годин), підготовка до заліку (10 - 6 годин) та самостійне вивчення певних тем (14 годин)? 23?, перелік яких наводиться нижче, на що відводяться 66 годин.



№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Задачі оптимізації. Основні поняття, методи та алгоритми. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернет.	12
2	Чисельні методи оптимізації. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернету	12
3	Методи лінійної оптимізації. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернету	12
4	Методи дискретної оптимізації. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернету	10
5	Основи динамічного програмування, оптимального керування та варіаційного числення. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернету	20
6	Всього	66

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин. Задаються дедлайни виконання реферативних і контрольних робіт та перескладань.

**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>.

З ДКР проводиться політика щодо академічної доброчесності.

**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>.

Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків. Призначаються заохочувальні та штрафні бали.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу. Захист індивідуальних завдань проводиться на семінарських заняттях.

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Всі види контролю та бали за кожен елемент контролю:

Поточний контроль: експрес-опитування-10 балів, опитування за темою заняття-10 балів

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу, тут для атестації 1 та 2 максимум та мінімум - 10 балів, модульна контрольна робота - 25 балів, оцінка за виконання та доповідь домашньої контрольної роботи - 25 балів.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю:- 55 балів, мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання - 25 балів, семестровий рейтинг більше 60 балів. Тут можна автоматом, тому 60 балів – це

вже зараховано, а при зміні чи менше – залікова робота на 100 балів Потрібно дати повністю РСО і як оцінюється кожний вид робіт за що яка оцінка.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
59 -56	Незадовільно
До 55 балів	Не допущено

#### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль подаються, як додаток до силабусу;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою з наявністю додаткового реферату по визначеній темі.

**Робочу програму навчальної дисципліни «Вплив геофізичних подій на біологічні структури»:**

складено докт. біол. наук, проф. Горго Ю.П.

**Перелік питань до заліку та модульну контрольну роботу**

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол №\_\_від \_\_\_\_)

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_)

---

<sup>1</sup>Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.