



БІОКІБЕРНЕТИКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Дисципліна	Біокібернетика
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	16 Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	162 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	Біотехнології
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів (150 годин): лекції – 36 годин; практичні – 18 годин, СРС – 96 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Поточний контроль: домашня контрольна робота, модульна контрольна робота; іспит.
Розклад занять	Лекції: 2год./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: докт.біол.наук, професор, Горго Ю.П., yugorgo@ukr.net
Розміщення курсу	x75yryd

Програма навчальної дисципліни

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

Біокібернетика відноситься до фундаментальних наук та набуває все більшого значення для біотехнології, біомедицини та біотехніки. Людина створила штучне технічне середовище і це середовище швидко розвивається. Майбутнє людства зараз пов'язують з прогресом у різних біотехнологіях, а розвиток біотехнологій вимагає знань біокібернетичних підходів та закономірностей. Існує тісна взаємодія принципів біокібернетики з потребами розвитку біотехнологій та біотехнічних систем.

Біокібернетика відкриває широкі можливості для вирішення задач біотехнології студентами та молодими фахівцями. Для біотехнологів вивчення біокібернетики є позитивним з точки зору: системного пізнання світу; оволодіння практичними навичками спілкування з автоматизованими системами управління та комп'ютерами; отримання нових відомостей про теоретичні та технологічні можливості своїх експериментів. В залежності від конкретних біотехнологічних задач, біологічна кібернетика використовує методи: теорії інформації; математичної логіки; теорії скінченних та нескінченних автоматів; теорії алгоритмів; теорії регулювання та керування; варіаційної статистики; теорії ймовірностей; теорії масового обслуговування; теорії синтезу інформаційних систем тощо.

В процесі вивчення дисципліни відбувається ознайомлення студентів з теоретичними основами біокібернетики різних біологічних об'єктів, з поясненнями механізмів керування,

організації та самоорганізації, моделювання та оптимізації роботи багатьох біологічних процесів та систем. Ці механізми працюють та впливають також на всі ланки життя людини. На сучасному етапі розвитку науки, актуальним і доцільним є застосування біокібернетичних принципів та методів в біотехнологічних процесах. Знання біонічних і біокібернетичних механізмів функціонування людини та інших біологічних об'єктів дозволить біологам, лікарям, фахівцям з біологічної інженерії та біотехнології створювати нові технології та отримувати неординарні медико-біологічні та біотехнічні рішення.

При вивченні дисципліни "Біокібернетика" студенти повинні опрацьовувати лекційний матеріал, розв'язувати домашні завдання, самостійно вивчати додаткову літературу. Поточний контроль здійснюється за допомогою опитувань на практичних заняттях, модульної контрольної роботи та домашньої контрольної роботи. Підсумковий контроль здійснюється за допомогою іспиту.

Мета дисципліни "Біокібернетика" полягає у наданні фундаментальних знань для розуміння та використання явищ життя переважно з точки зору: процесів управління та регуляції, системної та динамічної організації та інформаційних процесів, які відбуваються в біологічних об'єктах.

Предмет дисципліни "Біокібернетика" полягає у вивченні специфічних для живих істот загальних принципів і конкретних механізмів доцільного саморегулювання і активної взаємодії з оточуючим середовищем.

2. Програмні компетентності.

Згідно з програмами підготовки магістрів з біотехнології студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають набути такі програмні компетентності:

- *здатність* та навички роботи із процесами управління та регуляції, системної та динамічної організації та інформаційними процесами, які відбуваються в біотехнологічних процесах;
- *здатність* освоювати нові прикладні програмні продукти за допомогою знань біокібернетичних принципів та підходів в біотехнологічних системах;
- *мати* навички роботи щодо математичного і інформаційного описання явищ саморегулювання і активної взаємодії з оточуючим середовищем у біотехнологічних системах;
- *здатність* врахування специфічних для живих істот загальних принципів і конкретних механізмів життєздатності, самовідтворювання адаптації та рефлексії.

Програмні результати навчання

Формування у студентів програмних результатів навчання:

- *мати* навички роботи з використання обчислювальних програм та побудовою алгоритмів для розв'язання біотехнологічних задач, а також візуальної та графічної інтерпретації отриманих результатів;
- *мати* навички розробки блок-схем та моделей об'єктів і процесів в умовах проектування та управління біотехнологічними та біотехнічними системами на виробництві, з використанням системного підходу;
- *мати* досвід роботи з використання методів теорії мовірності та визначення інформації для вирішення різного роду задач в біотехнологічних процесах і в наукових дослідженнях.

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

Перелік дисциплін, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни - це курси «Вища математика», «Біофізика» та знання, отримані студентами з попередніх дисциплін: "Біоінформатика", "Екологічна біотехнологія", "Фізіологія".

Зміст навчальної дисципліни

Історія виникнення біокібернетики та дослідження операцій. Розділи біологічної кібернетики. Класифікація біосистем. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах. Пристрої зворотних зв'язків у біотехнологіях. Теоретико-множинний рівень абстрактного опису системи. Організація, та

складність систем. Відкриті та замкнені системи. Простір станів системи, внутрішнє та зовнішнє середовище. Задачі біотехнології, що розв'язуються методами біокібернетики.

Інформація та ентропія, негентропія. Невизначеність та інформація. Розрахунки інформації. Кодування інформації. Блок - схема створення та передачі інформації. Біологічні джерела інформації. Інформаційний час. Поняття цільової функції. Процеси обміну інформацією в біологічних системах. Взаємозв'язок інформації з енергією. Розрахунки організації в біологічних системах, граничні значення організації

Поняття норми і гомеостазу. Метод нормування та уніфікації різноякісної інформації. Метод ієрархічної згортки показників. Метод визначення вагових коефіцієнтів. Метод багатомірного шкалювання. Метод кореляційного «портрету». Натурні розмірні показники. Алгоритм реєстрації та аналізу нормованих даних. Комп'ютерний підхід до реєстрації та аналізу нормованих даних.

Середовище та його форми. Гомеостаз. Функціональні системи та їх параметри. Золоте правило саморегуляції. Основи концепції самоорганізації біологічних систем. Біосоціальні структури. Саморегуляція як біологічний феномен. Біфуркаційний характер еволюції системи.

Механізми регулювання і управління. Блок-схема функціональних систем управління. Алгоритми видів керування в біотехнологіях із зворотним зв'язком. Регулювання по збуренню і по відхиленню. Екстремальне, оптимальне і адаптивне регулювання. Результат регулювання. Результат регулювання. Алгоритмічна стратегія виявлення адаптації. Адаптивне керування. Особливості роботи штучних нейронних мереж. Біонічні системи.

Саморегуляція популяцій. Саморегуляція біоценозів. Еволюційна саморегуляція. Інформаційно-керуюча діяльність мозку. Керуючі системи клітин, мікроорганізмів, рослин, тварин та людини. Керування продуктивністю за наявності обмежень на концентрацію біомаси та субстрату. Керування перехідними процесами. Керуючі системи соціумів.

Сучасна класифікація моделей біологічних процесів. Аналогія, абстракція та спрощення. Регресивні, імітаційні та якісні моделі. Типи моделей, які використовують у біології, біотехнологіях та медицині. Застосування методів математичного та натурального моделювання у біотехнології. Специфіка моделей живих систем.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова та додаткова література, яку потрібно використовувати для опанування дисципліни.

Базова:

1. Горго Ю.П. Фізіологічна кібернетика та інформатика людини (лекції). ВК «Поліграфсервіс», Київ, 2010, 99 с.
2. Чалий О.В., Агапов Б.Т., Меленевська А.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: ВПОЛ, 2001. – 415 с..
3. Горго Ю.П. Основи біофізики, біоніки та психофізики людини в навколишньому середовищі (курс лекцій). ВК «Поліграфсервіс», Київ, 2010, 100 с.
4. Сугаков В. Й. Основи синергетики, - К.: Обереги, 2001. - 287 с.
5. Гриценко В.І., А.Б.Котова, М.І.Вовк, С.І.Кіфоренко, В.М.Белов. Інформаційні технології в біології та медицині. Курс лекцій: Навчальний посібник.- Київ, Наукова думка, 2007.- 383 с.

Додаткова:

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. - К: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с.
2. Горго Ю.П., Маліков М.В., Богдановська Н.В. Екологічна біофізика людини. Навч. посібник, ЗНУ, Запоріжжя, 2006, 175 с.
3. Попадюха А.А., Горго Ю.П. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах. К., ПВП «Задруга», 2010, -199 с.
4. Горго Ю. П. Психофізіологія операторів автоматизованих систем управління: Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІРЕ, 2005. - 206 с.
5. Костюк П.Г. Біофізика : підручник / П.Г.Костюк, В.Л.Зима, І.С.Магура та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008, - 527 с.
6. Бойчук В.О., Новакевич В.Ю. Сучасні штучні нейронні мережі та підходи до їх моделювання. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах № 4' 2014. с.216-219

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 практичні) надаються, як рекомендації щодо їх засвоєння у формі календарного плану подання дисципліни.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Лекція 1. Біокібернетичні методи в біотехнологіях. Історія виникнення біокібернетики та дослідження операцій. Розділи біологічної кібернетики. Класифікація біосистем. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах. Пристрої зворотних зв'язків у біотехнологіях. Структурасистеми. Теоретико-множинний рівень абстрактного опису системи. Організація, самоорганізація та складність систем. Відкриті та замкнені системи. Простір станів системи, внутрішнє та зовнішнє середовище. Задачі біотехнології, що розв'язуються методами біокібернетики. <i>Література:[базова- 1,5; додаткова - 3]</i>
2	Лекція 2. Інформація та інформаційні системи. Інформація та ентропія, негентропія. Невизначеність та інформація. Формула Бріллюена. Розрахунки інформації. Формула Шеннона. Кодування інформації. Блок - схема створення та передачі інформації. Джерела інформації. Біологічні джерела інформації. <i>Література:[базова- 2,5; додаткова - 3]</i>
3	Лекція 3. Визначення інформації для різних рівнів матерії. Рівні організації матерії та визначення інформації для них. Ентропія, ймовірність та інформація.Визначеність та складність систем. Єдиний біоінформаційний простір. Інформація і середовище. Інформаційна ентропія. Понятійна система інформаційного елементу. Інформаційний підхід до керування в соціумі. <i>Література:[базова- 3,5; додаткова - 5]</i>
4	Лекція 4.Організація біологічних систем, їх визначення та розрахунки. Розрахунки організації в біологічних системах, формула Г.Ферстера. Граничні значення організації. Розрахунки організації масивів фізіологічних даних.Побудова гістограми оптимальних масивів даних з оптимальними кроками. Методи виявлення масивів різнопланової біологічної інформації. Функціональні стани біологічної системи. Методика розрахунків натурних розмірних показників фізіологічних систем.Програма розрахунків значень організації масиву даних. Література: [4,5] . Література додаткова:[1].
5	Лекція 5. Інформаційні методи оцінки, оптимізації та уніфікації даних в біотехнологіях. Метод ієрархії механізмів регулювання і управління. Поняття норми і гомеостазу. Метод нормування та уніфікації різноякісної інформації. Методи рівномірного (загального) пошуку, дихотомії, золотого перетину (метод Фібоначчі). Метод інфотомування. Метод ієрархічної згортки показників. Метод визначення вагових коефіцієнтів. Метод багатомірного шкалювання. Метод кореляційного «портрету». Натурні розмірні показники. Визначення оптимального стану. Алгоритм реєстрації та аналізу нормованих даних.Комп'ютерний підхід до реєстрації та аналізу нормованих даних. <i>Література:[базова- 5; додаткова - 1]</i>
6	Лекція 6. Самоорганізація та саморегуляція біологічних систем. Основи концепції самоорганізації та організації біологічних систем.Загальні принципи самоорганізації і еволюції живих систем різного рівня і різної природи.Біфуркаційний характер еволюції систем.Самоорганізація клітинних структур та нуклеїнових кислот. Середовище та його форми. Результат регулювання. Гомеостаз. Гомеостаз вуглеводного обміну. Функціональні системи та їх параметри. Саморегуляція як біологічний феномен.Золоте правило саморегуляції. Приклади гомеостатичних та

	функціональних системи біологічних об'єктів. <i>Література: [базова- 2,3; додаткова - 2,5.]</i> Біосоціальні структури. <i>Література: [базова- 2,4; додаткова - 4]</i>
7	Лекція 7. Автоматизовані системи управління в біосистемах та біотехнологіях. Управління і регулювання. Біонічні системи. Приклади розробки та використання біонічних систем. Блок-схема функціональних систем управління. Алгоритми видів керування в біотехнологіях із зворотним зв'язком. Регулювання по збуренню і по відхиленню. Екстремальне, оптимальне і адаптивне регулювання. Алгоритмічна стратегія виявлення адаптації. Адаптивне керування. <i>Література: [базова- 3; додаткова - 3,4]</i>
8	Лекція 8. Специфіка моделювання біологічних систем та процесів. Структура системи. Середовище. Теоретико-множинний рівень абстрактного опису системи. Топологічні абстрактні моделі. Теорія подібності, математична, геометрична та фізична подібності. Ізоморфність (подібність) двох систем. Простір станів системи. Аналогія, абстракція та спрощення. Основні типи моделей. Математичні моделі та математичне моделювання. Формальні методи побудови моделей. Принципи побудови математичних моделей в біології та медицині. <i>Література: [2,4]. Література додаткова [3,6]</i>
9	Лекція 9. Основи синергетики. Синергетика - це теорія самоорганізації в системах. Синергетичний підхід в природничих науках та техніці. Основні принципи синергетики. Синергетика пояснює процес самоорганізації в складних системах. Синергетика і механотроніка. Приклади синергетичних процесів у біотехнологіях. Приклади виконання принципів та задач синергетики в біосистемах, в соціальних системах та у космосі. Використання біологічних інформаційних технологій у різних сферах науки, техніки і виробництва, у соціумі. Інформаційний час. Поняття цільової функції. Процеси обміну інформацією в біологічних системах. Взаємозв'язок інформації з енергією. Речовина, енергія і організація. Приклади обміну речовиною, енергією та організацією в біологічних системах. Біфуркаційний характер еволюції системи. <i>Література: [базова- 2,4; додаткова - 1,2]</i>
10	Лекція 10. Термодинамічні та синергетичні принципи роботи біологічних систем. Основні закони термодинаміки незворотних процесів. Теорема Пригожина. Елементи синергетики - відкриті біологічні системи, що знаходяться далеко від стану рівноваги. Приклади дії впорядкованих структур у системах різної природи. Принципи процесів самоорганізації та впорядкування. <i>Література: [базова- 2,4]</i>
11	Лекція 11. Природні і штучні процеси самоорганізації і синергетики. Впорядковані структури, які утворюються у відкритих системах. Просторові, часові і просторово-часові впорядковані структури. Гексагональні комірки Бенара. Періодична хімічна реакція Белоусова-Жаботинського. Спіральні структури колоній соціальних амеб та грибів-слизників. Ревербератори в міокарді. Кінетичні моделі типу "брюсселятора" і "орегонатора". Параметри порядку та спряжені поля для різних систем. Активні середовища, солітони. Приклади синергетичних процесів в різних системах. <i>Література: [базова- 2,4; додаткова - 1]</i>
12	Лекція 12. Процеси впорядкування структур при біфуркаціях. Теорія катастроф. Теорія катастроф. Принципи теорії катастроф. Відкриті біологічні системи, що знаходяться далеко від стану рівноваги. Теорія фазових перетворень. Теорія нелінійних коливань і автохвиль. Параметри порядку та спряжені поля для різних систем. приклад виконання теорій: фазових перетворень, нелінійних коливань, автохвиль та катастроф, в біологічних системах. Чисельне дослідження біфуркацій. Фазова площина і фазовий портрет. Атрактори. Особливі точки, класифікація Пуанкаре. <i>Література: [базова-4; додаткова - 1,3].</i>

13	Лекція 13. Синергетичні принципи самоорганізації біополімерів. Ентропійний ефект гідрофобних взаємодій. Синергетичні властивості водневих зв'язків. Потенціальна енергія взаємодії при наявності водневих зв'язків. Самоорганізація структур білків та її пояснення. Компланарність зв'язків. Термодинамічно найбільш вигідна стабільна конформація білків - глобула. Олігомерізація білків. Фізична та біфуркаційна теорії структурної організації білків. <i>Література: [базова- 2,3; додаткова - 1,5]</i>
14	Лекція 14. Регулювання і функціонування нейронних мереж в біотехнологіях. Особливості роботи штучних нейронних мереж. Неокортекс та його принципи роботи. Перцептрон та його конструювання. Будова нейронних мереж. Особливості роботи штучних нейронних мереж. Навчання нейронних мереж. Архітектури нейронних мереж. Можливі види використання нейронних мереж в біотехнологічних системах. <i>Література: [базова- 2,3; додаткова - 1,6]</i>
15	Лекція 15. Саморегуляція як біологічний феномен. Приклади обміну речовиною, енергією та організацією в біологічних системах. Біфуркаційний характер еволюції системи. Середовище та його форми. Результат регулювання. Гомеостаз. Гомеостаз вуглеводного обміну. Функціональні системи та їх параметри. Золоте правило саморегуляції. Приклади гомеостатичних та функціональних системи біологічних об'єктів. <i>Література: [базова- 2,3; додаткова - 2,5]</i> Література: [2,4]. Література додаткова [3,6]
16	Лекція 16. Моделювання структури, саморегуляції та поведінки біологічних макросистем у нестабільному середовищі. Модель клітинної адаптації. Адаптація метаболізму гіпоергічної клітини. Адаптивне реагування клітин на зміни в локальному середовищі. Модель децентралізованого механізму адаптації організму. Математична теорія пристосування організму до повторюваних дій шкідливих хімічних факторів середовища. Адекватна математична модель динаміки змін досліджуваного показника при однократній дії фактору середовища. Динамічна моделі і інформаційні технології прогнозу життєдіяльності людини в різних умовах середовища. Саморегуляція популяцій. Саморегуляція біоценозів. Еволюційна саморегуляція. Інформаційно-керуюча діяльність мозку. Керуючі системи клітин, мікроорганізмів, рослин, тварин та людини. Керуючі системи соціумів. <i>Література: [базова- 1,4,5; додаткова - 1,3,6]</i>
17	Лекція 17. Операторська діяльність в біотехнологічних процесах. Інформаційні технології та біофізичні оцінки діяльності операторів в біотехнічних системах. Функціональні робочі стани операторів та інших біологічних об'єктів. Оцінка та керування діяльності операторів автоматизованих та ручних систем управління в біотехнологіях. <i>Література: [базова- 1,3; додаткова - 2-4]</i>
18	Лекція 18. Системи обробки, реєстрації і фіксації інформації в біотехнологічних процесах. Інформація, що виникає в біотехнологічних процесах. Електроди і датчики. Пристрої зв'язку з об'єктом. Пристрої реєстрації і фіксації біотехнологічної інформації. Похибки систем реєстрації і фіксації інформації в біотехнологічних процесах. Система цифрового регулювання інформації в біотехнологіях. <i>Література: [базова- 1,3; додаткова - 2,4]</i>

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять з дисципліни є формування у студентів вміння до використання біокібернетичних підходів та методів в практичних біотехнологічних задачах.

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	Ознайомлення з основними поняттями біокібернетики та історією її становлення. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах. Прикладивикористаннякібернетичнихпринципів в біології та медицині. Пристрої зворотних зв'язків у біотехнологіях. <i>Література:</i> [базова- 1,5; додаткова - 1,6]
2	Визначення та формули інформація та ентропія, негентропії, невизначеності та інформації. Формула Бріллюена. Формула Шеннона. Кодування інформації та їх види. Блок - схема створення та передачі інформації. Біологічні джерела інформації. Інформаційний час. Поняття цільової функції. Використання біологічних інформаційних технологій у різних сферах науки, техніки і виробництва, у соціумі. Процеси обміну інформацією в біологічних системах. <i>Література:</i> [базова - 3,5; додаткова - 1,5]
3	Інформаційні методи оцінки, оптимізації та уніфікації даних в біотехнологіях. Метод ієрархії механізмів регулювання і управління. Поняття норми і гомеостазу. Метод нормування та уніфікації різноякісної інформації. Метод ієрархічної згортки показників. Метод визначення вагових коефіцієнтів. Метод багатомірного шкалювання. Метод кореляційного «портрету». Натурні розмірні показники. Визначення оптимального стану. Алгоритм реєстрації та аналізу нормованих даних. <i>Література:</i> [базова- 5; додаткова - 2,4]
4	Самоорганізація та саморегуляція біологічних систем. Основи концепції самоорганізації біологічних систем. Загальні принципи самоорганізації і еволюції живих систем різного рівня і різної природи. Біосоціальні структури. Саморегуляція як біологічний феномен. Біфуркаційний характер еволюції системи. Середовище та його форми. Результат регулювання. Гомеостаз вуглеводного обміну. Функціональні системи та їх параметри. Золоте правило саморегуляції. <i>Література:</i> [базова- 1,2; додаткова - 1,4]
5	Модульна контрольна робота.
6	Автоматизовані системи управління в біосистемах та біотехнологіях. Управління і регулювання. Біонічні системи. Блок-схема функціональних систем управління. Алгоритми видів керування в біотехнологіях із зворотним зв'язком. Регулювання по збуренню і по відхиленню. Екстремальне, оптимальне і адаптивне регулювання. Алгоритмічна стратегія виявлення адаптації. Адаптивне керування. Особливості роботи штучних нейронних мереж. <i>Література:</i> [базова- 1,3; додаткова - 5,6]
7	Керування та саморегуляція в біологічних системах. Саморегуляція популяцій. Саморегуляція біоценозів. Еволюційна саморегуляція. Інформаційно-керуюча діяльність мозку. Керуючі системи клітин, мікроорганізмів, рослин, тварин та людини. Керування продуктивністю за наявності обмежень на концентрацію біомаси та субстрату. Керування перехідними процесами. Керуючі системи соціумів. <i>Література:</i> [базова- 2,3; додаткова - 5]
8	Регулювання і функціонування нейронних мереж в біотехнологіях. Особливості роботи штучних нейронних мереж. Структура нейронних мереж. Особливості роботи штучних нейронних мереж. Навчання нейронних мереж. Архітектури нейронних мереж. Можливі види використання нейронних мереж в біотехнологічних системах. <i>Література:</i> [базова- 2,3; додаткова - 1,6]
9	Обговорення підготовлених домашніх контрольних робіт.

5. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів проводиться у вигляді: підготовки до аудиторних занять (52 години), модульної контрольної роботи (4 години), підготовки до іспиту (30 годин) та підготовки і оформлення домашньої контрольної роботи (10 годин) на тему використання понять та принципів біокібернетики у напрямку своєї магістерської дисертації чи на вибрану тему, перелік яких наводиться нижче (додаток 2), на що відводяться 96 годин.

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять. Література: базова та додаткова література.	52
2	Підготовка модульної контрольної роботи, 1-8 лекції.	4
3	Підготовка та оформлення домашньої контрольної роботи та презентації. Література: базова та додаткова література і інформаційні джерела з Інтернету	10
4	Підготовка до екзамену.	30
5	Всього	96

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

Політика щодо дедлайнів та перекладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перекладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин. Задаються дедлайни виконання реферативних і контрольних робіт та перекладань. Забороняється використання в роботах російської мови та російськомовних джерел.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». В роботах заборонено використання російської мови та російськомовних джерел.: ЗДКР проводиться політика щодо академічної доброчесності. <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>.

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 практичних заняттях.

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

Рейтингова система оцінки успішності студентів

з дисципліни “Біокібернетика”

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни “Біокібернетика” згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	Лабор. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестр. атестація
2	5	150	36	18		96	1	1	іспит

При **поточному контролі** рейтинг студента (Rc) складається з балів, що він отримує за:

- опитування за темою лекцій та практичних занять;
- модульної контрольної роботи ;
- домашньої контрольної роботи.

Рейтингові оцінки (R) та вагові бали при опитуваннях та виконанні МКР і ДКР при поточному контролі

№ п/п	Вид поточного контролю	Бал	Кількість	Сума балів, R
	Опитування за темою занять			
	- ваговий бал	3	4	12
	- якість відповіді *	0- 4		
	Модульна контрольна робота (МКР)			
2.	-ваговий бал	24	1	24
	- якість виконання МКР **	0 -24		
	Домашня контрольна робота (ДКР)	24	1	24
3.	- якість виконання***	0 -24		
4	Всього, Rк			60

* опитування за темою лекцій та практичних занять (якість відповіді на питання)-3 бали:
 відповідь достатня, але дуже обмежена - 1 бал;
 відповідь вірна, але не повна - 2 бали;
 відповідь правильна повна - 3 бали ;

** - Якість виконання модульних контрольних робіт:
 повністю розкриті відповіді - 22 -24 бали ;
 помилка або неповна відповідь в одному завданні -19- 21 бал ;
 помилки або неповні відповіді в двох завданнях - 15- 18 балів;
 помилки в двох завданнях або неповні відповіді в трьох завданнях - 9 - 14 балів;
 МКР не зараховується при оцінці ≤ 14 балів;
 МКР зараховується при оцінці ≥ 15 балів.
 Не виконана або не зарахована МКР отримує – 0 балів

*** - Якість виконання ДКР:
 повне розкриття теми з ілюстрацією та із презентацією - 23 - 24 бали ;
 неповне розкриття теми, або незначні помилки чи без презентації - 20 - 22 балів ;
 дуже скорочене подання теми без ілюстрацій чи презентації -15- 19 балів;
 наявність грубих помилок в розкритті теми без ілюстрацій, презентації- 9- 14 балів;
 ДКР не зараховується при оцінці ≤ 14 балів;
 ДКР зараховується при оцінці ≥ 15 балів.
 ДКР, в якій знайдено плагіат або вона не зарахована отримує – 0 балів

Календарний контроль: проводиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для 1-ї атестації студент повинен мати, як мінімум - 10 балів. Для 2-ї атестації студент повинен мати, як мінімум - 30 балів.

Семестровий контроль: іспит.

Умови допуску до іспиту: Необхідною умовою для одержання допуску до іспиту є рейтинг студента **Rс** при поточному контролі за відповіді при опитуванні на лекціях та практичних заняттях, а також виконання на позитивну оцінку МКР та ДКР. При рейтингу $Rс \geq 50$ балів студент допускається до іспиту. Якщо МКР чи ДКР, або і МКР і ДКР, не зараховані чи мають оцінки, коли рейтинг студента $Rс < 50$ балів, – новий варіант МКР та ДКР можна написати заново до іспиту без штрафних балів.

До проходження іспиту студент може мати $Rс$ максимум 60 балів. На іспиті окремо можливо отримати 40 балів. Тобто сумарний рейтинг $Rс$ може складати 100 балів.

Екзаменаційний білет складається з 4 питань, 1 питання оцінюється у 10 балів.

Повна відповідь на питання – 5 (9 - 10 балів)

Зроблені незначні помилки – 4+ (7- 8 балів)

Неточності у відповіді – 4 (5- 6 балів)

Суттєві помилки у відповіді – 3 (2 - 4 бали)

Відповідь не вірна чинє зроблена – 2 (0-1 бал) ;

Результат іспиту зараховується при сумарній оцінці ≥ 12 балів. Приклади білетів, які виносяться на семестровий контроль (іспит) подаються, як додаток 3 до силабусу.

Якщо результат іспиту є негативним з першої спроби чи за об'єктивних причин, існує можливість ще 2 рази додатково здати іспит і отримати позитивну оцінку.

Підсумкова оцінка якості знань студента з дисципліни визначаються за шкалою з урахуванням отриманих індивідуальних балів. При цьому, максимальні суми балів такі:

сума вагових балів контрольних заходів (R_k) складає $R_k = 12 + 24 + 24 = 60$ балів;

сума вагових балів при іспиті $R_i = 40$ балів;

сума вагових балів (рейтинг R_c) з дисципліни складає - $R = R_k + R_i = 100$ балів;

Рекомендовані шкали рейтингу (R_c)

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	відмінно
$85 \leq R < 94$	Дуже добре
$75 \leq R < 84$	добре
$65 \leq R < 74$	задовільно
$60 \leq R < 64$	достатньо
$R < 60$	незадовільно

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Теми виконання домашньої контрольної роботи визначаються після індивідуального обговорення теми ДКР з кожним студентом. Перш за все обговорюються тема використання біокібернетичних принципів та підходів до напрямку наукових досліджень чи технологічних рішень при підготовці студентом магістерської дисертації. Крім того, пропонуються і інші теми, які подаються в додатку 2 до силабусу.

Можливе зарахування проходження дистанційних чи он-лайн курсів за відповідною тематикою з наявністю додаткового реферату по визначеній темі.

Робочу програму навчальної дисципліни «Біокібернетика»:

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

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 14 від 27. 05. 2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 19 від 28.06.2024 р.)

Перелік питань для модульної контрольної роботи з біокібернетики

1. Інформація та її властивості.
2. Як пов'язані інформація та ентропія.
3. Як пов'язані невизначеність та негентропія.
4. Як розрахувати інформацію за формулою Шеннона.
5. Як кодується інформація.
6. Джерела інформації, біологічні джерела інформації.
7. Блок - схема створення та передачі інформації.
8. Принципи процесів самоорганізації та впорядкування у біологічних системах.
9. Загальні принципи самоорганізації і еволюції живих систем різного рівня і різної природи.
10. Особливості впорядкування структур, які утворюються у відкритих системах.
11. Просторові, часові і просторово-часові впорядковані структури.
12. Які існують рівні організації матерії та визначення інформації для них.
13. Як пов'язані ентропія, ймовірність та інформація.
14. Як можна подати визначеність та складність систем.
15. Єдиний біоінформаційний простір, інформація і навколишнє середовище.
16. Що таке "інформаційна ентропія".
17. Понятійна система інформаційного елементу.
18. Інформаційний підхід до керування в соціумі.
19. Інформація і середовище.
20. Інформаційне поле.
21. Що таке "інформаційний час".
22. Процеси обміну інформацією в біологічних системах.
23. Як пояснити взаємозв'язок інформації з енергією.
24. Речовина, енергія і організація.
25. Приклади розрахунків організації в біологічних системах.
26. Формула розрахунку організації різних систем Г.Ферстера.
27. Поняття цільової функції.
28. Цілі, предмет та задачі біологічної кібернетики.
29. Класифікація біосистем.
30. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах.
31. Організація, самоорганізація та складність систем.
32. Відкриті та замкнені системи.
33. Метод ієрархії механізмів регулювання і управління.
34. Метод нормування та уніфікації різноякісної інформації.
35. Метод ієрархічної згортки показників.
36. Поняття норми і гомеостазу.
37. Стаціонарний стан (стан рівноваги).
38. Принцип "золотого перетину".
39. Урахування флуктуацій середовища.
40. Дискретний еволюційний ріст.
41. Просторові, часові і просторово-часові структури.
42. Метод інфотомування.
43. Визначення оптимального стану системи.
44. Критичні та оптимальні параметри біологічних систем.
45. Еволюційна саморегуляція.
46. Математичне моделювання в біології: базові поняття.
47. Поняття моделі. Об'єкти, цілі та методи моделювання.
48. Моделі в різних науках. Комп'ютерні та математичні моделі.
49. Історичний огляд розвитку питання математичного моделювання в біології.
50. Класифікація моделей біологічних процесів.
51. Аналогія, абстракція та спрощення.
52. Регресивні, імітаційні та якісні моделі.

54. Типи моделей, які використовують у біології, біотехнологіях та медицині.
55. Застосування методів математичного та натурального моделювання у біотехнології.
56. Структура системи.
57. Простір станів системи, внутрішнє та зовнішнє середовище.
58. Саморегуляція як біологічний феномен.
59. Біфуркаційний характер еволюції системи.
60. Середовище та його форми.
61. Специфіка моделювання живих систем.
62. Історія перших моделей в біології.
63. Сучасна класифікація моделей біологічних процесів.
64. Інформація і середовище.
65. Принцип простоти та його біологічне значення.
66. Функціональні системи їх елементи та параметри.
67. Золоте правило саморегуляції.
68. Управління і регулювання.
69. Біонічні системи.
70. Блок-схема функціональних систем управління.
71. Роль зворотних зв'язків у функціонуванні біосистем.
72. Види регулювання в біотехнологічних системах.
73. Алгоритми видів керування в біотехнологіях із зворотним зв'язком.
74. Регулювання по збуренню і по відхиленню.
75. Екстремальне, оптимальне і адаптивне регулювання.
76. Алгоритмічна стратегія виявлення адаптації.
77. Оптимальне управління.
78. Адаптивне керування.
79. Особливості роботи штучних нейронних мереж.

Приклади тем домашніх контрольних робіт із біокібернетики.

1. Інформація та її властивості.
2. Як пов'язані інформація та ентропія.
3. Як пов'язані невизначеність та негентропія .
4. Як розрахувати інформацію за формулою Шеннона.
5. Як кодується інформація.
6. Джерела інформації , біологічні джерела інформації.
7. Блок - схема створення та передачі інформації.
8. Принципи процесів самоорганізації та впорядкування у біологічних системах.
9. Загальні принципи самоорганізації і еволюції живих систем різного рівня і різної природи.
11. Особливості впорядкування структур, які утворюються у відкритих системах.
12. Просторові, часові і просторово-часові впорядковані структури.
13. Які існують рівні організації матерії та визначення інформації для них.
14. Як пов'язані ентропія, ймовірність та інформація.
15. Як можна подати визначеність та складність систем.
16. Єдиний біоінформаційний простір, інформація і навколишнє середовище.
17. Що таке "інформаційна ентропія".
18. Понятійна система інформаційного елементу.
19. Інформаційний підхід до керування в соціумі.
20. Інформація і середовище.
21. Інформаційне поле.
22. Що таке "інформаційний час".
23. Процеси обміну інформацією в біологічних системах.
24. Як пояснити взаємозв'язок інформації з енергією.
25. Речовина, енергія і організація.
26. Приклади розрахунків організації в біологічних системах.
27. Формула розрахунку організації різних систем Г.Ферстера .
28. Поняття цільової функції.
29. Цілі, предмет та задачі біологічної кібернетики.
30. Класифікація біосистем.
31. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах.
32. Організація, самоорганізація та складність систем.
33. Відкриті та замкнені системи.

Приклади білетів, які виносяться на семестровий контроль (іспит)

Білет № 1

1. Як пов'язані інформація та ентропія.
2. Поняття норми і гомеостазу.
3. Класифікація моделей біологічних процесів.
4. Приклади розрахунків організації в біологічних системах.

Білет № 2

1. Як пов'язані невизначеність та негентропія .
2. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах.
3. Математичне моделювання в біології: базові поняття.
4. Єдиний біоінформаційний простір, інформація і навколишнє середовище.

Білет № 3

1. Як розрахувати інформацію за формулою Шеннона.
2. Аналогія, абстракція та спрощення.
3. Формула Г.Ферстера розрахунку організації в різних систем.
4. Процеси обміну інформацією в біологічних системах.

Білет № 4

1. Як кодується інформація.
2. Регресивні, імітаційні та якісні моделі.
3. Як можна подати визначеність та складність систем.
4. Поняття "цільової функції".

Білет № 5

1. Які є джерела інформації , біологічні джерела інформації.
2. Саморегуляція як біологічний феномен.
3. Що таке "інформаційна ентропія".
4. Речовина, енергія і організація.

Білет № 6

1. Середовище та його форми.
2. Структура та блок - схема системи.
3. Типи моделей, які використовують у біології, біотехнологіях та медицині..
4. Критичні та оптимальні параметри біологічних систем.

Білет № 7

1. Понятійна система "інформаційного елементу".
2. Що таке "інформаційний час".
3. Просторові, часові і просторово-часові впорядковані структури.
4. Як пояснити взаємозв'язок інформації з енергією.

Білет № 8

1. Які існують рівні організації матерії та визначення інформації для них.
2. Блок - схема створення та передачі інформації.
3. Інформація і середовище.
4. Зворотні зв'язки та їх прояв в біосистемах.