



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій

Кафедра електромеханіки, робототехніки,
біомедичної інженерії та електротехніки

МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ
БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки
для самостійного вивчення дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
(заочної) форми навчання, спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Харків
2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій
Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та
електротехніки

МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ
БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки
для самостійного вивчення дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
(заочної) форми навчання, спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету ЕРКТ
Протокол № 2 від 17 листопада 2022 р.

Харків
2023

УДК 681.5 : 631.1(072)

Схвалено
на засіданні кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії
та електротехніки
Протокол № 1
від 31 серпня 2022 р.

Рецензент:

О.М. Мороз, д-р тех. наук, проф. кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту, Державний біотехнологічний університет.

Метод моделювання в ході вивчення біологічних систем : метод. вказівки для самостійного вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч., спец. 163 «Біомедична інженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад.: В.О. Шигимага. – Харків : [б. в.], 2023.– 20 с.

Методичні вказівки з дисципліни "Моделювання біологічних процесів і систем". Видання включає теми для самостійного засвоєння здобувачами, проблемні питання та методичні роз'яснення до них, питання для самоконтролю

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальності 163 Біомедична інженерія.

Відповідальний за випуск: В.О. Шигимага, д. т. н., проф.

© Шигимага В.О., 2023

© ДБТУ, 2023

Самостійна робота №1

Метод моделювання в ході вивчення біологічних систем

1. Мета роботи: Розглянути та обґрунтувати ефективність використання методу моделювання при вивченні біологічних систем.

2. Введення

Моделювання, як пізнавальний прийом, невіддільне від розвитку знання. Практично у всіх науках про природу, живу і неживу, про суспільство, побудова і використання моделей є потужним знаряддям пізнання. Реальні об'єкти і процеси бувають настільки багатогранні і складні, що найкращим способом їх вивчення часто є побудова моделі, що відображає якусь грань реальності і тому багаторазово простіше, ніж ця реальність, є дослідження спочатку цієї моделі. Багатовіковий досвід розвитку науки довів на практиці плідність такого підходу.

Моделювання нині набуло загальнонаукового характеру і застосовується в дослідженнях живої і неживої природи, в науках про людину і суспільство. Численні факти, що свідчать про широке застосування методу моделювання в дослідженнях, деякі протиріччя, які при цьому виникають, зажадали глибокого теоретичного осмислення даного методу пізнання, пошуків його місця в теорії пізнання.

На сьогоднішній момент немає установленної загальноприйнятої точки зору на місце моделювання серед методів пізнання. Безліч думок дослідників, що займаються даним питанням, проте, вкладаються в деяку область, обмежену двома полярними думками. Одна з них розглядає моделювання, як якийсь вторинний метод, підпорядкований більш загальним (менш радикальний варіант тієї ж по суті позиції— моделювання розглядається виключно як різновид такого емпіричного методу пізнання як експеримент). Інша ж, навпаки, називає моделювання "головним і основоположним методом пізнання", на підтвердження наводиться теза, що всяке знову досліджуване явище або процес нескінченно складно і різноманітно і тому до кінця принципово не пізнавано і не вивчається.

3. Загальні визначення, термінологія

Головною причиною виникнення таких різних позицій бачиться відсутність загальноприйнятого і усталеного в науці визначення моделювання. Нижче зроблена спроба аналізу декількох визначень терміна "моделювання" і безпосередньо пов'язаного з ним терміна "модель". Це цілком виправдано, так як переважна більшість джерел визначають моделювання, як дослідження процесів, явищ і систем об'єктів через побудову і вивчення їх моделей. Тобто найбільшу складність представляє проблема визначення моделі.

Спершу виділимо визначення, яке пропонує Оксфордський тлумачний словник. У ньому наведено сім визначень поняття "модель", з яких найбільший інтерес представляють два:

модель — тривимірне уявлення суб'єкта, речі або структури; зазвичай в зменшеному масштабі;

модель — спрощений опис якоїсь системи для подальших розрахунків.

Іншими словами, авторам не вдається виділити справжні істотні ознаки моделі і вони пропонують різні визначення для різних видів моделей (більш докладне обговорення класифікації моделей наведено нижче, тут же відзначимо, що перше оксфордське визначення описує досить вузький клас предметних моделей, а друге лежить десь в площині абстрактно-знакових моделей). Основна помилка даних визначень - їх вузькість, обсяг поняття "модель" незмірно більше, ніж пропонований авторами словника.

Подібна проблема (тільки в менш значних масштабах) виникає і при аналізі визначення "моделі" в Радянському Енциклопедичному Словнику (РЕС). Модель авторами розглядається дwoяко.

У першому (вузькому) визначенні модель - це пристрій, що відтворює, імітує будову і дію будь-якого іншого (модельованого) пристрою в наукових, виробничих або практичних цілях. Знову-таки слово "пристрій", що зустрічається у визначенні автоматично призводить до звуження поняття "модель" як мінімум до поняття "матеріальна модель". Проте, це визначення являє собою набагато більшу цінність, ніж перше визначення Оксфордського словника, так як містить всередині себе надзвичайно важливу (як буде показано далі) формулювання, що розкриває сутність моделювання — "будова і дія".

Друге визначення - модель - будь-який образ будь-якого об'єкта, процесу, явища, який використовується в якості його заступника або представника, навпаки, є занадто широким. Складно припустити, що знімок ядерного вибуху

може служити моделлю самого вибуху. В даному випадку, автори в прагненні до короткого, але ємного визначення принесли в жертву сутність поняття "модель". Дане визначення відображає скоріше зовнішні ознаки, якими володіє модель, але не її внутрішній зміст. Однак, раціональне зерно є і в цьому визначенні - за словом "образ" вгадується більш важливе (з філософської точки зору) поняття — "відображення".

Ще одне визначення "моделі" наведено в підручнику [13]:

"модель є поданням об'єкта в деякій формі, відмінній від форми його реального існування". Фактично, воно майже збігається з "широким" визначенням у РЕС, але і тут автори замінюють слово "відображення" синонімічним оборотом. Крім того, використання терміна "об'єкт" може бути виправдано в рамках шкільного (але не вузівського) підручника, але неприйнятно для повного визначення.

Сучасна наука займається вивченням не стільки окремих самостійних елементів, скільки їх взаємодій. Тому більш виправдано використання у визначенні терміна "система", який вбирає в себе як окремі елементи, так і їх відносини і зв'язки.

В цілому ж, останні два визначення можна визнати цілком задовільними і користуватися ними.

Подальший шлях розвитку і поліпшення визначень пов'язаний з цілями методу моделювання. Більшість дослідників виділяють три цілі:

- * розуміння пристрою конкретної системи, її структури, властивостей, законів розвитку і взаємодії з навколишнім світом;
- * управління системою, визначення найкращих способів управління при заданих цілях і критеріях;
- * прогнозування прямих і непрямих наслідків реалізації заданих способів і форм впливу на систему.

Всі три цілі мають на увазі в тій чи іншій мірі наявність механізму зворотного зв'язку, тобто необхідна можливість не тільки перенесення елементів, властивостей і відносин модельованої системи на моделюючу, але і навпаки.

У такому випадку, визначення моделювання може бути сформульовано так [14]:

Моделювання - це опосередковане практичне або теоретичне дослідження об'єкта, при якому безпосередньо вивчається не сам об'єкт що

цікавить нас, а деяка допоміжна штучна або природна система:

- 1) знаходиться в деякій об'єктивній відповідності з пізнаваним об'єктом;
- 2) здатна заміщати його в певних відносинах;
- 3) дає при її дослідженні, в кінцевому рахунку, інформацію про об'єкт, що сам моделюється (три перераховані ознаки по суті є визначальними ознаками моделі).

Дане визначення, що належить І. Б. Новіку і А. А. Ляпунову.

Єдине зауваження (швидше методологічного плану) полягає в тому, що автори розглядають відображення "об'єкт–система", замість "система–система". Даний недолік цілком можна пробачити, так як визначення дано більше 50 років тому, коли рівень науки відрізнявся від сучасного і теорія систем перебувала в стадії становлення.

Для порівняння:

Визначення І. Т. Фролова:

"Моделювання означає матеріальне або уявне імітування реально існуючої системи шляхом спеціального конструювання аналогів (моделей), в яких відтворюються принципи організації і функціонування цієї системи". Тут в основі думка, що модель — засіб пізнання, головна її ознака — відображення. У той же час механізм зворотного зв'язку (третя ознака у Ляпунова) чітко у визначенні не простежується.

У західній філософії еталонним є визначення, яке дає В.А. Штофф у своїй книзі "Моделювання і філософія": "під моделлю розуміється така уявлена або матеріально реалізована система, яка відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщати його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про цей об'єкт". Воно практично повністю збігається з визначенням Новика-Ляпунова, але має один недолік — у визначенні не міститься вказівок на відносний характер моделі.

4. Моделювання в біології

Моделі в біології застосовуються для моделювання біологічних структур, функцій і процесів на різних рівнях організації живого: молекулярному, субклітинному, клітинному, органно-системному, організмовому і популяційно-біоценотичному. Можливо також моделювання різних біологічних феноменів, а також умов життєдіяльності окремих особин, популяцій і екосистем.

У біології застосовуються в основному три види моделей: біологічні, фізико-хімічні та математичні (логіко-математичні). Біологічні моделі відтворюють на лабораторних тваринах певні стани або захворювання, що зустрічаються у людини або тварин. Це дозволяє вивчати в експерименті механізми виникнення даного стану або захворювання, його перебіг і результат, впливати на його перебіг. Приклади таких моделей - штучно викликані генетичні порушення, інфекційні процеси, інтоксикації, відтворення гіпертонічного і гіпоксичного станів, злоякісних новоутворень, гіперфункції або гіпофункції деяких органів, а також неврозів і емоційних станів.

Для створення біологічної моделі застосовують різні способи впливу на генетичний апарат, зараження мікробами, введення токсинів, видалення окремих органів або введення продуктів їх життєдіяльності (наприклад, гормонів), різні впливи на центральну і периферичну нервову системи, виключення з їжі тих чи інших речовин, приміщення в штучно створювану середовище проживання і багато інших способів. Біологічні моделі широко використовуються в генетиці, фізіології, фармакології.

Фізико-хімічні моделі відтворюють фізичними або хімічними засобами біологічні структури, функції або процеси і, як правило, вони є далекою подобою модельованого біологічного явища. Починаючи з 60-х рр. 19 ст. були зроблені спроби створення фізико-хімічної моделі структури і деяких функцій клітин. Так, німецький вчений М. Траубе (1867) імітував зростання живої клітини, вирощуючи кристали CuSO_4 у водному розчині $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$: французький фізик С. Ледюк (1907), занурюючи в насичений розчин K_3PO_4 сплавлений CaCl_2 , отримав — завдяки дії сил поверхневого натягу і осмосу — структури, що зовні нагадують водорості і гриби. Змішуючи оливкову олію з різними розчинними у воді речовинами і поміщаючи цю суміш в краплю води, О. Бючлі (1892) отримувал мікроскопічні піни, що мали зовнішню схожість з протоплазмою; така модель відтворювала навіть амебоподібний рух.

З 60-х рр. 19 ст. пропонувалися також різні фізичні моделі проведення збудження по нерву. У моделі, створеній італійським вченим К. Маттеуччі і німецьким Л. Германом, нерв був представлений у вигляді дроту, оточеного оболонкою з провідника другого роду. При з'єднанні оболонки і дроту з гальванометром спостерігалася різниця потенціалів, що змінювалася при нанесенні на ділянку "нерва" електричного "роздратування". Така модель відтворювала деякі біоелектричні явища при збудженні нерва. Французький

вчений Р. Ліллі на моделі, що поширюється по нерву хвилі збудження відтворив ряд явищ, що спостерігаються в нервових волокнах (рефрактерний період, закон "все або нічого", двостороннє проведення). Модель являла собою сталевий дріт, який поміщали спочатку в міцну, а потім в слабку азотну кислоту. Дріт покривалася оксидом, який відновлювався при ряді впливів; виниклий в одній ділянці процес відновлення поширювався уздовж дроту. Подібні моделі, що показали можливість відтворення деяких властивостей і проявів живого за допомогою фізико-хімічних явищ, засновані на зовнішньому якісному схожості і представляють лише історичний інтерес.

Пізніше більш складні моделі, засновані на набагато більш глибокому кількісному подоби, будувалися на принципах електротехніки та електроніки. Так, на основі даних електрофізіологічних досліджень були побудовані електронні схеми, що моделюють біоелектричні потенціали в нервовій клітині, її відростку і в синапсі. Побудовані також механічні машини з електронним управлінням, що моделюють складні акти поведінки (утворення умовного рефлексу, процеси центрального гальмування та ін.).

Значно більші успіхи досягнуті в моделюванні фізико-хімічних умов існування живих організмів або їх органів і клітин. Так, підібрані розчини неорганічних і органічних речовин (розчини Рінгера, Локка, Тироде і ін.), що імітують внутрішнє середовище організму і підтримують існування ізольованих органів або культивованих поза організмом клітин.

Моделі біологічних мембран (плівка з природних фосфоліпідів, що розділяє розчин електроліту) дозволяють досліджувати фізико-хімічні основи процесів транспорту іонів і вплив на нього різних факторів.

За допомогою хімічних реакцій, що протікають в розчинах в автоколивальному режимі, моделюють коливальні процеси, характерні для багатьох біологічних феноменів, — диференціювання, морфогенезу, явищ в складних нейронних мережах і т. д.

Математичні моделі (математичні і логіко-математичні описи структури, зв'язків і закономірностей функціонування живих систем) будуються на основі даних експерименту або уможлядно, формалізовано описують гіпотезу, теорію або відкриту закономірність того чи іншого біологічного феномена і вимагають подальшої дослідної перевірки. Різні варіанти подібних експериментів виявляють межі застосування математичної моделі і дають матеріал для її подальшого коригування.

Математична модель в окремих випадках дозволяє передбачити деякі явища, раніше не відомі досліднику. Так, модель серцевої діяльності, запропонована голландськими вченими Ван дер Полом і Ван дер Марком, заснована на теорії релаксаційних коливань, вказала на можливість особливого порушення серцевого ритму, згодом виявленого у людини.

З математичної моделі фізіологічних явищ слід назвати також модель збудження нервового волокна, розроблену англійськими вченими А. Ходжкін і А. Хакслі. На основі теорії нервових мереж американських вчених У. Мак-Каллока і У. Пітса будуються логіко-математичні моделі взаємодії нейронів.

Системи диференціальних та інтегральних рівнянь покладені в основу моделювання біоценозів (В. Вольтерра, А.Н. Колмогоров).

Марківська математична модель процесу еволюції побудована О. С. Кулагіною і А.А. Ляпуновим. А. І.М. Гельфандом і М. Л. Цетліним на основі теорії ігор і теорії кінцевих автоматів розроблені модельні уявлення про організацію складних форм поведінки. Зокрема, показано, що управління численними м'язами тіла будується на основі вироблення в нервовій системі деяких функціональних блоків — синергій, а не шляхом незалежного управління кожним м'язом. Створення і використання математичних і логіко-математичних моделей, їх вдосконалення сприяють подальшому розвитку математичної і теоретичної біології.

Метод моделювання в біології є засобом, що дозволяє встановлювати все більш глибокі і складні взаємозв'язки між біологічною теорією і досвідом. В останнє століття експериментальний метод в біології почав наштовхуватися на певні межі, і з'ясувалося, що цілий ряд досліджень неможливий без моделювання. Якщо зупинитися на деяких прикладах обмежень області застосування експерименту, то вони будуть в основному наступними:

- експерименти можуть проводитися лише на нині існуючих об'єктах (неможливість поширення експерименту в область минулого);
- втручання в біологічні системи іноді має такий характер, що неможливо встановити причини змін, що з'явилися (внаслідок втручання або з інших причин);
- деякі теоретично можливі експерименти нездійсненні внаслідок низького рівня розвитку експериментальної техніки;
- велику групу експериментів, пов'язаних з експериментуванням на людині, слід відхилити з морально-етичних міркувань.

Але моделювання знаходить широке застосування в галузі біології не тільки через те, що може замінити експеримент. Воно має велике самостійне значення, яке виражається, на думку ряду авторів, в цілому ряді переваг:

1. За допомогою методу моделювання на одному комплексі даних можна розробити цілий ряд різних моделей, по-різному інтерпретувати досліджуване явище, і вибрати найбільш плідну з них для теоретичного тлумачення;
2. У процесі побудови моделі можна зробити різні доповнення до досліджуваної гіпотези і отримати її спрощення;
3. У разі складних математичних моделей можна застосовувати ЕОМ;
4. Відкривається можливість проведення модельних експериментів (наприклад, синтез амінокислот по Міллеру).

Все це ясно показує, що моделювання виконує в біології самостійні функції і стає все більш необхідним шаблоном в процесі створення теорії. Однак моделювання зберігає своє евристичне значення тільки тоді, коли враховуються межі застосування будь-якої моделі.

5. Форми моделювання біологічних понять

Побудова моделей, як одна із сторін діалектичної пари протилежностей аналіз-синтез має багато аспектів, з яких деякий висувається на перший план. Особливо істотним при побудові моделей є аспект відображення, що розуміється в сенсі теорії пізнання.

Кожна модель зберігає знання в належній формі; при цьому запам'ятовування знань, як правило, пов'язано зі зменшенням надмірності. Тому кожна модель має також мовну функцію. Зміст знань є семантичною стороною; способи, за допомогою яких знання вводяться в модель, кодуються в ній, є синтаксичною стороною. Останній мовний компонент має велике значення при активізації моделі при кожному приведенні її в дію.

Але в той же час модель у своїй функції, як структура для зберігання знань є сполучною ланкою між теоретичним і емпіричним пізнанням. Фразу "немає нічого простішого за хорошу теорію" слід сприймати дослівно. Формалізована теорія дозволяє описати велику кількість приватних фактів за допомогою найбільшого числа основних результатів. Отже, головне призначення теорії - в зменшенні надмірності, обумовленої достатком приватних фактів, і пов'язаних з цим більш глибоким пізнанням закономірних зв'язків.

В основі кожної моделі лежить більш-менш розвинена теорія відображуваного об'єкта; ця теорія укладається в синтаксично встановлені рамки, в концепцію системи, покладену в основу конкретної побудови моделі.

Системна концепція фіксує загальні рамки моделі, інакше кажучи, визначає структуру пам'яті моделі. Конкретна форма моделі, в якій вона може діяти в якості заміни тільки одного конкретного об'єкта, виходить завдяки тому, що експериментальні, тобто емпіричні, дані наводяться відповідно до цих рамками, тобто для параметрів моделі, її ступенів свободи крок за кроком встановлюються все більш достовірні значення. У цьому сенсі кожна розроблена модель висловлює компроміс між теорією і практикою, між теоретичними знаннями і емпіричними даними.

Основним стрижнем системи розвиваючого навчання є діяльнісний підхід. Тому зміст навчання задано у вигляді способів людських дій, а значить, результатом такого навчання буде ряд здібностей, якими оволодіють учні в ході навчання. Але які саме людські здібності криються в способах роботи з біологічними об'єктами? Які з цих здібностей доречно робити предметом студентського курсу навчання моделей біології? Що такого особливого є в біології, чого не може дати студентам вивчення хімії, фізики та історії? Таким чином, майбутній фахівець з моделювання у біології повинен знайти те унікальне, щоб зрозуміти, що цей предмет може дати сформовану свідомість спеціаліста.

Для біології ключовим словом є слово "розвиток". Філософи біології все частіше звертають увагу на те, що біологія з часів Дарвіна все більше формується, як наука про виникнення і розвиток органічного світу. Переважна увага саме до аспекту розвитку і досі відрізняє біологію від фізики і хімії, як би не посилювалася її залежність від цих наук.

Засвоєння поняття розвитку передбачає оволодіння особливим способом розгляду живого - потенційною дією з ним. Оволодіння поняттям розвитку допомагає становленню у людини здатності до обережної і уважної оцінки подій, вмінню бачити ці події в зв'язку з іншими, а не ізольовано; здатності передбачати різні можливі варіанти розгортання подій, наслідки втручання в динаміку складних системних об'єктів; здатності реконструювати хід вже доконаного процесу. Це і є, вірогідно, ті базові компетентності, які можливо формувати у студентів на біологічному матеріалі при відповідній побудові змісту, форм і методів навчальної роботи. Дуже важливо відзначити те, що,

хоча ці здібності можуть і повинні бути вирощені у кожної людини саме в ході вивчення біології (на біологічному матеріалі), вони можуть бути застосовані в самих різних сферах повсякденного соціального життя людей.

При вивченні будь-якого розділу біології, важливо не тільки продемонструвати студентам, а й надати їм можливість самим переконатися в тому, що кожен спеціальний термін несе в собі інформацію про природу явища, структуру об'єкта, принцип роботи об'єкта, його властивості, взаємного зв'язку структури речовини з його властивостями, будови об'єкта з його функціонуванням.

Деякі особи часто не співвідносять між собою теоретичні знання про об'єкт дослідження і його будову, просто кажучи, не можуть за описом скласти "портрет" об'єкта, і навпаки. Плутають поняття: речовина - тіло, структура речовини - форма тіла, структурні одиниці - частини цілого. Застосування в навчанні інформаційних пристроїв: комп'ютера, телевізора, магнітофона, мобільного телефону, принтера, інтерактивної дошки дозволяє по-новому вирішувати навчальні завдання. Однак електронні моделі не завжди дають повне уявлення про біооб'єкт. Внаслідок чого можна пропонувати проводити заняття з моделювання біологічних об'єктів з використанням пластиліну.

Моделювання - це метод створення і дослідження моделей. Вивчення моделі дозволяє отримати нове знання, нову цілісну інформацію про об'єкт.

Істотними ознаками моделі є: наочність, абстракція, елемент наукової фантазії та уяви, використання аналогії, як логічного методу побудови, елемент гіпотетичності. Іншими словами, модель являє собою гіпотезу, виражену в наочній формі.

В ході заняття студентам пропонується виконати моделі з курсу біології (віруси, бактерії, клітина – в загальній біології, так само такий метод можна застосовувати і в ботаніці, зоології, анатомії). Важливою властивістю моделі є наявність в ній творчої фантазії. Процес створення моделі досить трудомісткий і проходить через кілька етапів.

- Перший - ретельне вивчення досвіду, пов'язаного з явищем, що цікавить дослідника, аналіз і узагальнення цього досвіду і створення гіпотези, що лежить в основі майбутньої моделі.

- Другий - складання програми дослідження, організація практичної діяльності відповідно до розробленої програми, внесення в неї корективів,

підказаних практикою, уточнення первісної гіпотези дослідження, взятої в основу моделі.

- Третій - створення остаточного варіанту моделі. Якщо на другому етапі дослідник як би пропонує різні варіанти явища, що конструюється, то на третьому етапі він на основі цих варіантів створює остаточний зразок того явища або проекту, який збирається втілити.

Іншими словами треба "пропустити" через себе інформацію, аналізувати її і реалізувати модель. Проводячи такі заняття, викладач досить легко може визначити, наскільки студент розуміє предмет. При використанні пластиліну в заняттях з моделювання біологічних об'єктів не виникає проблем сприйняття: самого завдання, стереотипу мислення, бачення об'єкта тільки в одній площині, змішання кольорів і форм.

Головними завданнями такого методу навчання є:

- отримання фактичних знань;
- вивчення найбільш складних для пізнання питань з біології;
- формування навички пошуку правильного рішення завдання із застосуванням аналізу і синтезу;
- вивчення і застосування методу моделювання на практиці;
- ознайомлення з розроблюваними в останнє десятиліття в Україні і за кордоном біологічними проблемами при проведенні робіт в комп'ютерному класі.

Найголовнішим у цій роботі виявилось те, що будь-яка дія може призвести до зміни форми і структури об'єкта; і те, що будь-яке словесне пояснення потрібно довести виготовленням моделі, бажано діючої. Після "пластилінових" робіт краще сприймаються електронні моделі, теоретичний матеріал. У свою чергу, мультимедійна інформація надає нові можливості використання різних "несподіваних" матеріалів для об'ємного моделювання об'єктів дослідження в аудиторії і вдома.

На більшості занять відбувається спільна робота студентів і викладача з відкриття загальних принципів функціонування, влаштування і розвитку живих істот та інших біологічних систем. Ці загальні принципи втілюються в різноманітних моделях. Ці моделі згодом стають основою самостійності, засобом розуміння навчальних та авторських текстів і дослідження нового.

Вірогідно, подібний тип навчання формує вміння вчитися, вчити себе. Найбільш важливі, ключові, змістовні кроки в розвитку важливих біологічних

понять необхідно будувати, як власні дослідження і відкриття. Поняття розвитку вибудовується, як підсумок всієї навчальної роботи по ходу розгортання предметної логіки. Воно спирається на різноманітну роботу з модельними формами, що обслуговують формування ключових понять біології: понять органу, організму, індивідуального розвитку, еволюції, популяції, екосистеми. Ці базові поняття стають засобами нового бачення світу живих істот і можливих власних дій в цьому світі.

6. Заключення

Згідно концепції модернізації вищої освіти, треба формувати цілісну систему універсальних знань, умінь, навичок, а також самостійної діяльності та особистої відповідальності студентів, тобто ключові компетентності, що визначають сучасну якість освіти. Визначено найважливіші виховні завдання формування у студентів громадянської відповідальності та правової самосвідомості, духовності та культури, ініціативності, самостійності, толерантності, здатності до успішної соціалізації в суспільстві та активної адаптації на ринку праці.

Компетенції - соціальна вимога до освітньої підготовки, необхідної для ефективної продуктивної діяльності в певній сфері. Для формування інформаційних компетенцій під час вивчення курсу моделювання в біології треба розвивати здатність студента самостійно шукати, витягувати, систематизувати, аналізувати і відбирати необхідну для вирішення навчальних завдань інформацію, організовувати, передавати її. Перед вченими і викладачами стоїть постійне питання: як розвивати самостійне мислення студентів в процесі навчання?

Зв'язок між знаннями і вміннями можна охарактеризувати так: "вміння – це знання в дії". Без знань немає умінь, але самі знання не можуть бути засвоєні і збережені без умінь.

Виховання майбутнього дослідника - це процес, який відкриває широкі можливості для розвитку активної і творчої особистості, здатної вести самостійний пошук, робити власні відкриття, вирішувати виникаючі проблеми, приймати рішення і нести за них відповідальність. Тільки в пошуку, в ході самостійних досліджень розвивається мислення, знання та вміння видобуваються в результаті власної пізнавальної праці. Одним з таких самостійних досліджень є моделювання.

Моделювання - це наочно-практичний метод навчання. Наочність є необхідним і закономірним засобом освітнього процесу на всіх етапах вивчення біології, так само, як і практичний метод. Спеціальні психолого-педагогічні дослідження показали, що ефективність навчання залежить від ступеня залучення всіх органів чуття людини. Чим різноманітніше чуттєве сприйняття навчального матеріалу, тим міцніше він засвоюється. Внаслідок цього вважається, що сукупність наочного і практичного методів навчання, у вигляді методу моделювання є самодостатнім і повинно зайняти гідне місце серед сучасних методів навчання.

Завдання та питання для самоконтролю:

1. Розкрити смислове навантаження терміну "моделювання".
2. Скласти схему процесу моделювання.
3. Навести різні тлумачення терміну "моделювання", дати коротку характеристику у порівнянні.
4. Які є форми моделювання біологічних понять?
5. Чи може біооб'єкт мати кілька моделей? Навести приклади.
6. Приклади імітаційних моделей, що активно розробляються в області біології.
7. Привести історичні факти появи математичних моделей в біології.
8. Привести приклади фізико-хімічних моделей живих систем.
9. Які переваги процесу моделювання живих об'єктів?
10. Які види моделей застосовуються в біології?

Література

1. Бегун П.И., Афонин П.Н. Моделирование в биомеханике: Учеб. пособие. — 2004. — 390 с.
2. Марри Д. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. - М.: Мир, 1983. – 396 с.
3. Литвин, А.В Моделирование биологических процессов и систем. - Рн/Д.: Изд.центр ДГТУ, 2009. - 143 с.
4. Плюснина Т.Ю., Фурсова П. В., Тёрлова Л. Д., Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биологии (Изд. 2-е доп. Учебное пособие. - М.-Ижевск: НИЦ: «Регулярная и хаотическая динамика», 2014. - 136 с.
5. Франс Дж., Торнли Дж. Математические модели в сельском хозяйстве. - М.: 1987. – 400 с.
6. Шиян А.А.. Основи моделювання біологічних та ергатичних систем. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 131 с.
7. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник. – Чернівці: ЧНУ, 2014.–519 с.
8. Математическое моделирование живых систем : [учеб. пособие] под общ. ред. О. Э. Соловьевой. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 328 с.
9. Батороев К.Б. Кибернетика и метод аналогий. - М.: Высшая школа, 1974. – 104 с.
10. Новик И. Б. О моделировании сложных систем. - М.: 1965. – 336 с.
11. Советский энциклопедический словарь (под ред. А.М. Прохорова) — М.: Советская Энциклопедия, 1980.
12. Фролов И.Т. Жизнь и познание. О диалектике в современной биологии. - М.: Мысль, 1981. - 268 с.
13. Теоретическая и математическая биология, пер. с англ. - М.: 1968, 448 с.
14. Штофф В.А. Моделирование и философия. - М.: Наука, 1966. – 302 с.
15. Pocket Oxford Dictionary, March 1994, Oxford University Press, 1994

(Электронная версия)

16. Сальникова Т.П. Педагогические технологии. – М.: «Просвещение», 2005 – 128 с.
17. Шиян А.А. Економічна кібернетика: вступ до моделювання соціальних і економічних систем. – Львів: Магнолія – 2006, 2007. – 226 с.
18. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. – М: Мир, 1969. – 216 с.
19. Шиян А.А. Концептуальные проблемы описания человека: самоорганизация жизни на фоне потоков энергии и вещества – от клетки до разума // Оптико-электронные информационно-энергетические технологии. – 2003. – №1-2(5-6). – С.177-184.
20. Шиян А.А. Вывод соотношения между массой и продолжительностью жизни живых организмов // Докл. НАН Украины. – 1997. – №1. – С.183-185.
21. Маслов В.П. Операторные методы. – М: Наука, 1973. – 544 с.
22. Арнольд В.И Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М: Наука, 1984. – 272 с.
23. Шиян А.А. Соціально-психологічні портрети політиків: О.О. Мороз, Н.М. Вітренко і В.І. Горбулін // Нова політика (Київ). – 1998. – №4. – С.24-28.

Додаткова

1. Інтернет-ресурси, наукові статті за ключовими словами "моделювання в біології", "моделювання живих систем і процесів" і т.п.
2. Посібники, презентації, файли мультімедіа і т.п. за темою.

Інформаційні ресурси

Сайти інформаційні, освітні, наукові, що спеціалізуються на розробці математичних моделей живих процесів та систем. Сайти, що містять наукову інформацію про новітні розробки в області моделювання біологічних процесів і систем.

**МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ
БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ**

**Методичні вказівки
для самостійного вивчення дисципліни**

ШИГИМАГА Віктор Олександрович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 1,39

Наклад 100 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44