

УДК 378:611/612

DOI <https://doi.org/10.32782/eddiscourses/2024-4-25>

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАНЯТТЯХ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ

Яницька Леся Василівна,

кандидат біологічних наук, доцент,

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

ORCID: 0000-0002-8116-2022

Михайлова Алла Георгіївна,

старший викладач,

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

ORCID: 0000-0003-4710-9081

Постернак Наталія Олександрівна,

кандидат педагогічних наук, асистент,

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

ORCID: 0000-0002-4501-5463

У статті здійснено аналіз першого освітнього досвіду навчання нововведеної дисципліни «Молекулярна біологія» кафедри медичної біохімії та молекулярної біології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, виявлено недоліки, презентовано доробок щодо удосконалення методичного супроводу курсу, запропоновано шляхи для подальшого його вдосконалення. В ході викладу акцентовано увагу на актуальності вивчення здобувачами курсу «Молекулярна біологія», проаналізовано підходи до оцінки якості викладання дисципліни, зосереджено увагу на методах викладання дисципліни: їх перевагах та недоліках, розглянуті питання ефективності та результативності організації освітнього процесу.

Встановлено, що сучасний розвиток науки молекулярна біологія свідчить про важливі досягнення та значний потенціал для медичних досліджень і практики. Зазначені фактори зумовили необхідність впровадження курсу «Молекулярна біологія» в освітній процес вищих медичних закладів та вимагають трансформаційного характеру навчальної програми з молекулярної біології. Це означає, що програма повинна містити останні досягнення і новітні методики молекулярної біології, а також забезпечити якісний освітній процес на основі сучасних педагогічних підходів та досвідчене викладання курсу здобувачам вищої освіти зі спеціальностей 222 «Медицина», 228 «Педіатрія».

Для якісного забезпечення освітнього процесу науково-педагогічними працівниками (НПП) кафедри підготовлено необхідні матеріали методичного супроводу дисципліни «Молекулярна біологія»: інтерактивні лекції, відео-контент курсу, ситуаційні задачі, робочий зошит, завдання для індивідуальної роботи здобувачів. Досвід викладання курсу «Молекулярна біологія», свідчить, що розроблений методичний супровід має важливі переваги для здобувачів: інтерактивні лекції забезпечують взаємодію з аудиторією, залучають здобувачів до обговорення та дискусій; розв'язання ситуаційних задач розвивають критичне та клінічне мислення, участь в наукових заходах сприяє розвитку критичного та клінічного мислення; завдання для індивідуальної роботи сприяють формуванню навичок комплексного аналізу результатів та самостійного пошуку інформації; ведення робочого зошита впливає на формування організаційних навичок та уміння самостійно керувати власним освітнім процесом.

Ключові слова: якість викладання, освітня діяльність, методичний супровід, критичне мислення, клінічне мислення, наукова діяльність здобувачів освіти.

Yanitska Lesia, Mykhalova Alla, Posternak Nataliia. Quality assurance of the educational process in molecular biology classes

The article provides an analysis of the first educational experience of studying the new discipline “Molecular Biology” of the Department of Medical Biochemistry and Molecular Biology of the O.O. National Medical University. Bogomolets, shortcomings were identified, results were presented regarding the improvement of methodical support of the course, ways of further improvement were suggested. In the course of the presentation, attention was focused on the relevance of studying the course “Molecular Biology” by students, approaches to the assessment of the quality of teaching the discipline were analyzed, attention was focused on the methods of teaching the discipline: their advantages and disadvantages, the issues of efficiency and effectiveness of the organization of the educational process were considered.

It has been established that the modern development of the science of molecular biology shows important achievements and significant potential for medical research and practice. These factors necessitated the introduction of the “Molecular Biology” course into the educational process of higher medical institutions and require the transformational nature of the molecular biology curriculum. This means that the program should contain the latest achievements and newest methods

of molecular biology, as well as ensure a high-quality educational process based on modern pedagogical approaches and experienced teaching of the course to students of higher education in specialties 222 “Medicine”, 228 “Pediatrics”.

To ensure the quality of the educational process, the teachers of the department have prepared the necessary methodological support materials for the discipline “Molecular Biology”: interactive lectures, video content of the course, situational tasks, a workbook, tasks for the individual work of applicants. The experience of teaching the course “Molecular Biology” shows that the developed methodological support has important advantages for students: interactive lectures provide interaction with the audience, involve students in discussions and debates; solving situational problems develops critical and clinical thinking, participation in scientific activities contributes to the development of critical and clinical thinking; tasks for individual work contribute to the formation of skills of complex analysis of results and independent search for information; keeping a workbook affects the formation of organizational skills and the ability to independently manage one’s own educational process.

Key words: quality of teaching, educational activity, methodical support, critical thinking, clinical thinking, scientific activity of students of education.

Основний виклад. Сучасний розвиток науки молекулярна біологія свідчить про вражаючі досягнення та величезний потенціал для медичних досліджень і практики. На сьогодні, завдяки надзвичайним технічним розробкам у молекулярній біології, медицина має яскраві перспективи вивчення й лікування спадкових хвороб, а також створення лікарських засобів і вакцин. Створення бібліотек клонованої ДНК (колекцій клонованих послідовностей) більшої частини геному людини, що дає можливість для подальшого вивчення структури та функцій генів в організмі, їх ролі в розвитку хвороби. Будь-який ген, який варто вивчити, тепер можна виділити, і ідея повної карти геному людини стала реалістичною [1]. Розвиток молекулярної діагностики дозволяє виявити порушення певних біологічних процесів в організмі людини, спрогнозувати, можливе захворювання, наприклад, через 15 років. Завдяки новітнім технологіям стало можливе народження дитини за участю донорської мітохондріальної ДНК, що стало проривом у репродуктивній медицині для пар, які не можуть мати здорових дітей через мітохондріальні захворювання, ця технологія може стати єдиним шансом народити генетично споріднену дитину.

В молекулярної біології широко використовуються сучасні біотехнології, одна із них це технологія рекомбінантних ДНК для ідентифікації, картування та секвенування генів, а також для визначення їхньої функції [2]. Рекомбінантну ДНК використовують як зонди для вивчення експресії генів в окремих клітинах, тканинах, цілих організмах. Їх широко використовують для створення антитіл, які служать зондами у дослідженнях синтезу протеїнів в клітинах і організмах [3]. Завдяки технології рекомбінантної ДНК пренатальна діагностика стала більш точною, швидкою та доступною [4].

Знання про те, як клітини обробляють інформацію, як вони уважно відносяться щодо незна-

йомої інформації дозволять вченим робити подальші відкриття.

Цікаво згадати, що минуло не так багато часу з моменту клонування та секвенування першого гена людини, але ми вже маємо гарне уявлення про різні мутації, які лежать в основі розладів одного гена. Розроблені методи відстеження генів багатьох генетичних захворювань, що мають невідому етіологію. Застосування зворотної генетики, або фенотипічного секвенування, дозволяє встановити зв’язок між виявленими симптомами та генетичними змінами, які призводять до цих симптомів [1].

Ще однією з найважливіших розробок останніх років є нова техніка сплайсингу генів, яка називається «кластеризовані регулярні короткі паліндромні повтори». Цей новий метод, відомий під абревіатурою CRISPR – технологія, який можна використовувати для редагування генів як в ембріонів, так і в дорослих. CRISPR технологія дозволяє вченим редагувати геноми з безпрецедентною точністю та дає надію на вироблення ефективних терапевтичних підходів для лікування хвороб, які раніше майже не підлягали лікуванню. Ця система є універсальним механізмом доставки будь-яких молекул у будь-яке місце геному, що відкриває фантастичні можливості для медицини та науки [5].

Іншим важливим досягненням молекулярної біології та молекулярної медицини є детальне вивчення геному мітохондрій. Мітохондрії унікальні та мало вивчені структури. Мітохондріальні захворювання – це хронічні, генетичні та часто спадкові розлади, що виникають в разі порушень функцій мітохондрій в забезпеченні енергією клітин для нормальної життєдіяльності органів [6]. Знання про функції мітохондрій у нормальних та патологічних умовах мають вирішальне значення не лише для розуміння причин неінфекційних захворювань, але й для розробки адекватних стратегій їх ранньої профілактики [7]. На сьогодні відповідно до знань про мітохондрії формується

мітохондріальна медицина та фармакологія. Вже відомі сотні мутацій і перебудов мітохондріального геному, асоційовані із широким спектром захворювань людини та процесами старіння організму, що варіюють від нейродегенеративних порушень у різному віці до летальних захворювань. Попри великої кількості наукових досліджень, своєчасно діагностувати мітохондріальні патології дуже складно, оскільки кожна клітина має власні мітохондрії, а спектр захворювань дуже широкий. Крім того, мітохондріальному геному притаманна більша швидкість мутагенезу порівняно із ядерним геномом. Так, точкові мутації в генах мтДНК виникають у 6–17 разів швидше, ніж в аналогічних генах нуклеарної ДНК. Перша мутація в мітохондріальній ДНК була ідентифікована лише в 1988 році, тому дослідження в цій галузі все ще тривають [8].

Вказані фактори зумовлюють необхідність впровадження дисципліни молекулярна біологія у навчальний процес вищих медичних закладів та вимагають, щоб програми з молекулярної біології мали трансформаційний характер. Це означає, що програми повинні включати останні досягнення і новітні методики молекулярної біології, а також використовувати сучасні педагогічні підходи та досвідчене навчання дисципліни здобувачами вищої освіти зі спеціальностей 222 «Медицина», 228 «Педіатрія» [9].

«Молекулярна біологія» – важливий медичний базовий курс, який розкриває механізми захворювань людини на молекулярному рівні. У медичних університетах більшості країн світу при підготовці лікарів сучасного міжнародного рівня є обов'язковим вивчення молекулярної біології для більш глибокого розуміння механізмів виникнення і розвитку патологічних процесів в організмі людини.

Дисципліни, що вивчають здобувачі ВО у вітчизняних вищих медичних закладах освіти поділяються на нормативні, обов'язкові для вивчення та вибіркові. Курс молекулярної біології у вищих закладах медичної освіти України, як правило належить до вибіркових освітніх компонентів.

В НМУ імені О.О. Богомольця з 2022/2023 навчального року дисципліна «Молекулярна біологія» вивчається на кафедрі медичної біохімії та молекулярної біології, як обов'язкова. Можна зазначити, що саме за ініціативи керівництва університету НПП кафедри медичної біохімії та молекулярної біології вперше було впроваджено в навчальний процес повноцінний курс з молекулярної біології.

На кафедрі проводиться підготовка здобувачів вищої медичної освіти з молекулярної біології за освітньо-професійними програмами 222 «Медицина», 228 «Педіатрія» на II році навчання у 4 семестрі. Навчальна програма курсу охоплює 90 годин, з них 30 годин практичних занять, 10 годин лекцій і 50 годин самостійної роботи здобувачів освіти.

Метою освітнього компоненту є формування поглиблених уявлень про принципи функціонування генетичного апарату клітин та механізми регуляції генної експресії, отримання основних знань про механізми функціонування мітохондріального геному, причин онкогенезу, ознайомлення з сучасними молекулярно-генетичними методами досліджень нуклеїнових кислот. Зміст навчальної програми спрямований на вивчення методів якісної діагностики молекулярних патологій людини, геномної, епігеномної медицини, що є дуже актуально в сучасній молекулярній медицині.

Здобувачі вищої медичної освіти – це категорія майбутніх фахівців – гарантів здоров'я нації. Можливість здобути затребувані сучасним суспільством знання, уміння та навички перед ними відкриває якісна освіта.

Для якісного забезпечення освітнього процесу НПП кафедри підготовлено необхідні матеріали методичного супроводу дисципліни «Молекулярна біологія».

При розробці курсу «Молекулярна біологія» важливе значення мав активний пошук нових методів та форм навчання, які допомогли б максимально наблизити підготовку здобувачів до міжнародних стандартів. Пандемія COVID-19 та військова агресія зумовили вимушений перехід на дистанційну та змішану форми організації освітнього процесу, відповідно це вплинуло на відбір методів навчання здобувачів. В поточному році викладання здійснюється за змішаною формою навчання: лекції викладаються онлайн, а практичні заняття проходять в аудиторіях і лабораторіях.

Лекція – одна із форм проведення занять у вищих навчальних закладах. Викладачами були розроблені лекції у вигляді презентацій, що покращило сприйняття інформації. На лекціях здобувачі вищої медичної освіти знайомляться з теоретичними основами молекулярної біології. Деякі дослідження демонструють загальну «непопулярність» лекцій серед здобувачів, особливо порівняно з дискусією [13]. Цікаво, що учасники дискусії мають здатність запам'ятовувати висловлювання інших учасників, це сприяє спільному розв'язуванню проблем та формуванню різних

поглядів на питання. Тому, під час розробки курсу «Молекулярна біологія» лекційні заняття були підготовлені з орієнтацією на активну взаємодію з аудиторією. Під час лекцій здобувачі мають можливість отримати відповіді на запитання до самостійної підготовки, що містяться в методичних вказівках до практичних занять [10]. Лектор на початку лекції окреслює коло нерозв'язаних питань, а потім, за участю здобувачів, дає на них виважені відповіді, спонукаючи здобувачів до їх обговорення та дискусії. Такий інтерактивний підхід до організації лекційних занять сприяє поглибленню знань та розуміння теми здобувачами, що підвищує зацікавленість до навчання. На кожній лекції акцентується увага здобувачів на засвоєнні ключових понять молекулярної біології, визначенні спадкових хвороб та їх клінічних проявів [11]. Такий підхід сприяє глибокому засвоєнню теоретичних знань, розвитку критичного та клінічного мислення, підготовці здобувачів до подальшої роботи в галузі молекулярної біології та медицини в цілому. НПП кафедри розроблено відео-контент лекцій з молекулярної біології для постійного доступу та зручного використання здобувачами ВО в умовах воєнного стану.

Опитування здобувачів щодо необхідності створення відео-контенту свідчить, що 90% ефективно сприймають теоретичні знання завдяки відео-контенту. На нашу думку, відео-контент є цінним дидактичним ресурсом для забезпечення самостійної роботи здобувачів. Розміщення відео-контенту на ютуб каналі кафедри дозволяє здобувачам самостійно опрацювати теоретичний матеріал лекції у зручний для них час та сприймати інформацію в індивідуальному темпі. При методично правильному застосуванні відео-контенту він є ефективним освітнім засобом: зменшує витрати часу здобувачів на пошук необхідної інформації, підвищує освітню незалежність здобувачів.

Для ефективного забезпечення курсу «Молекулярна біологія» було розроблено методичне забезпечення практичних занять. Розроблений методичний супровід містить розширені методичні вказівки, які допомагають здобувачам та НПП ефективно організувати практичні заняття, реалізуючи необхідну структуру та практичну спрямованість освітнього процесу на всіх його етапах. Важливим етапом розробки було формулювання мети (проблеми) заняття, оскільки зміст, форми та методи організації практичних занять обираються відповідно до поставленої мети [12]. Спрямованість практичних занять на досягнення певної мети допомагає здобувачам легко орієн-

туватися в освітньому матеріалі та зрозуміти, які конкретні знання й навички вони повинні отримати. Крім того, формулювання мети заняття дає можливість оцінювати його результативність та успішність в досягненні поставлених цілей.

Мотивація здобувачів є вагомим фактором, і важливим завданням науково-педагогічних працівників кафедри є мотивування здобувачів. Розуміючи важливість вивчення курсу «Молекулярна біологія», перспективи розвитку цієї науки та доведені наукові результати спонукають здобувачів до поглибленого вивчення курсу про що свідчить їх активність під час виконання індивідуальних завдань. НПП кафедри підтримують такий challenge здобувачів: пропонують актуальні теми для індивідуальних робіт з нарахуванням додаткових балів, проводять консультації, надають перелік наукових джерел тощо. Загалом, це не єдиний спосіб мотивації здобувачів, кафедра пропонує здобувачам різноманітні види завдань. Підтримуючи індивідуальний підхід у навчанні для частини здобувачів більш цікавий практичний досвід, для інших – поглиблене вивчення теоретичних досягнень. Збіг наукових інтересів у студентів часто стимулює їх до спільної роботи над індивідуальними завданнями. Така співпраця сприяє обміну знаннями та досвідом, дозволяє глибше зануритися в досліджувану тему та досягти кращих результатів.

Отже, з метою підвищення мотивації студентів до вивчення молекулярної біології ми запровадили індивідуальний підхід до навчання, що дозволяє кожному студенту розвивати свої знання та вміння у відповідності до індивідуальних інтересів.

Організаційна структура практичного заняття передбачає наявність трьох основних етапів: підготовчого, основного та заключного.

Підготовчий етап містить організаційні заходи, постановку навчальних цілей, створення позитивної пізнавальної мотивації та контроль теоретичної та практичної підготовки за темою заняття шляхом перевірки вихідного рівня знань за допомогою тестового контролю та фронтальної бесіди.

Основний етап практичного заняття важливий в професійному становленні, оскільки на цьому етапі формуються фахові навички та вміння, поглиблюються наукові знання, які здобувачі отримали на лекціях та в процесі самостійної та індивідуальної роботи. Перед здобувачами ставляться завдання, що вимагають знання методів опрацювання результатів спостережень. Сучасний фахівець повинен мати не тільки глибоку

професійну підготовку, а й певний обсяг знань у галузі наукових досліджень, вміння аналізувати одержані результати та оформляти їх у вигляді висновків.

На цьому етапі також розглядаються теоретичні питання (відповідь, дискусія, бесіда) та розв'язування ситуаційних задач. Для забезпечення формування клінічного мислення здобувачів НПП кафедри розроблені ситуаційні задачі різних рівнів складності, оскільки аналіз й моделювання ситуаційних задач сприяє ефективному формуванню критичного та клінічного мислення на основі знань з базових дисциплін. В методичних вказівках надаються пояснення та коментарі до виконання ситуаційних задач.

Заключний етап практичного заняття передбачає контроль знань шляхом виконання письмової роботи, яка включає теоретичні питання та ситуаційні задачі. До окремого виду контролю належить виконання тестових завдань формату А на платформі LİKAR.

Для забезпечення якісного оцінювання рівня успішності здобувачів розроблено прозору та зрозумілу систему оцінювання освітньої діяльності. Перед вивченням дисципліни здобувачі отримують інформацію про систему оцінювання, тобто здобувачі розуміють та усвідомлюють, що ми оцінюємо і як оцінюємо. Здобувачі поінформовані, що поточний контроль здійснюється на основі комплексного оцінювання освітньої діяльності та набутої ним компетентності, що включає контроль виконання самостійної роботи, якість виконання практичної роботи, рівень теоретичної підготовки та результати заключного контролю знань. При обґрунтуванні оцінки здобувачі мають зворотний зв'язок з викладачем (feedback). Feedback має на меті сформувати у здобувачів вищої медичної освіти навички самооцінки й розуміння, що їх досягнення важливі. Feedback створює атмосферу, в якій здобувачі відчувають підтримку та мотивацію покращувати свої знання та практичні навички.

Важливим елементом методичного супроводу курсу «Молекулярна біологія» є «Робочий зошит для самостійної роботи». Робочий зошит містить перелік теоретичних питань до кожної теми, методичні вказівки до виконання практичної роботи, завдання для самоконтролю та рекомендована література.

Для наукового спілкування, формування клінічного та критичного мислення, оприлюднення результатів індивідуальних робіт здобувачів на

кафедрі організовано workshop та роботу наукового студентського гуртка. Під час засідань наукового гуртка здобувачі мають можливість презентувати свої наукові здобутки, обговорювати їх з іншими учасниками, виявляти не вирішені наукові проблеми в контексті суміжних наук. Workshop надає здобувачам можливість продемонструвати засвоєні знання та навички, зробити свій внесок в обговорення питань, практикувати конкретні наукові навички. Оскільки, участь у наукових заходах кафедри дозволить здобувачам набутти вмінь працювати із сучасними методиками та лабораторним обладнанням, самостійно вирішувати наукові завдання, проводити дослідження, аналізувати результати роботи та робити висновки.

Висновки. Ми вважаємо, що поглиблене вивчення молекулярної біології є невід'ємною частиною підготовки сучасного лікаря. Тому ми посилюємо академічний фокус на цій дисципліні, щоб наші випускники були конкурентоспроможними на сучасному медичному ринку.

Результати навчання, отримані в ході викладання курсу, підтвердили ефективність обраного нами практичного підходу. Завдяки активним формам навчання, студенти не лише поглибили свої знання з молекулярної біології, але й стали готові до вирішення складних наукових завдань. Здобувачі ВО продемонстрували високий рівень засвоєння матеріалу та розвинули необхідні для подальшого навчання та роботи навички.

Впровадження інноваційних форм навчання, таких як «Робочий зошит», індивідуальні завдання та воркшоп, дозволяє здобувачам не лише отримувати академічні знання, але й розвивати важливі професійні навички. Активна участь у цих формах роботи сприяє формуванню самостійності, відповідальності, критичного мислення, комунікативних та соціальних компетентностей, що є необхідними для успішної адаптації до умов сучасної освіти.

Крім того, зазначена прозора, зрозуміла система оцінювання освітньої діяльності здобувачів та ефективний feedback має значний потенціал для мотивації здобувачів вищої медичної освіти.

Презентація досвіду викладання курсу «Молекулярна біологія» може стимулювати до обміну ідеями та кращими практиками між науково-педагогічними працівниками закладів вищої медичної освіти, що сприятиме розробці нових підходів до ефективного викладання дисципліни «Молекулярна біологія».

Список літератури:

1. Weatherall D. Beginnings: The Molecular Pathology of Hemoglobin. У *Molecular Hematology* (с. 1–17). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. doi:10.1002/9780470987063.ch1
2. Townsend-Nicholson A. Teaching Medical Students to Use Supercomputers: A Personal Reflection. У *Methods in Molecular Biology*. 2023. с. 413–420. New York, NY: Springer US. doi:10.1007/978-1-0716-3449-3_20
3. Hunt T., John W. *Molecular Biology of the Cell – the Problems Book*. Taylor & Francis Group. New York: Garland Science. 2012. ISBN 978-0-8153-4105-5. OCLC 82473851.
4. Dixit T., Dutta N., Shukla A. Negative Impact of Recombinant DNA Technology on Life. У *Genetic Engineering*. 2023. с. 183–204. New York: Apple Academic Press. doi:10.1201/9781003378273-9
5. Komisarenko S. V., Romaniuk S. I. Genome secrets of extinct hominids, or can paleogenomics answer the question: humankind, who we are? Nobel Prize in Physiology or Medicine 2022. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 2023. 95(1), 103–116. doi: 10.15407/ubj95.01.103
6. Rossi A., Pizzo P., Filadi R. Calcium, mitochondria and cell metabolism: A functional triangle in bioenergetics. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Cell Research*, 2019. 1866(7), 1068–1078. doi: 10.1016/j.bbamcr.2018.10.016
7. Mintser O. P., Potiazhenko M. M., Nevoit G. V. Non-communicable diseases: the concept of a general continuum (first report). *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 2022. 22(1), 203–210. doi:10.31718/2077-1096.22.1.203
8. Gorman G. S., Chinnery P. F., DiMauro S., Hirano M., Koga Y., McFarland R., Suomalainen A., Thorburn D. R., Zeviani M., Turnbull D. M. Mitochondrial diseases. *Nature reviews. Disease primers*, 2022. 2, 16080. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2022.80>
9. Hrygorchuk Inna, Kazanishena Nataliya. Methodological aspects of teaching molecular biology. *Pedagogical Education: Theory and Practice*. 2022. 31. 249–260. 10.32626/2309-9763.2021-31-249-260.
10. Дриньов Д. М., Мосьондз М. А., Авраменко Д. О. Моделювання динамічних процесів в задачах штучного інтелекту. *Управління змінами та інновації*, 2024. (9), 25–27. doi:10.32782/cmi/2024-9-5
11. N. Oliynyk, I. Shevchenko. Conceptualisation of ECONOMIC CRISIS in discourse: from the Great Depression to the Great Recession. *Advanced Education*. 2016. Issue 6. pp. 76–81. DOI: 10.20535/2410-8286.78867 <https://doi.org/10.20535/2410-8286.78867> (Web of Science)
12. Бецько О. С. Европейские концепции планирования занятия: формулирование учебных целей. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія: Філологія. Педагогіка*, 2014. (4), 57–65.
13. Tashkulovna Y. S. Interactive Methods and Effective ESL Vocabulary Teaching Techniques. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(11), 2022. 889–891. doi: 10.22214/ijraset.2022.47501

References:

1. Weatherall, D. Beginnings: The Molecular Pathology of Hemoglobin. У *Molecular Hematology* (с. 1–17). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. doi:10.1002/9780470987063.ch1
2. Townsend-Nicholson, A. (2023). Teaching Medical Students to Use Supercomputers: A Personal Reflection. У *Methods in Molecular Biology* (с. 413–420). New York, NY: Springer US. doi:10.1007/978-1-0716-3449-3_20
3. Hunt, T., & John, W. (2012). *Molecular Biology of the Cell – the Problems Book*. Taylor & Francis Group. New York: Garland Science. ISBN 978-0-8153-4105-5. OCLC 82473851.
4. Dixit, T., Dutta, N., & Shukla, A. (2023). Negative Impact of Recombinant DNA Technology on Life. У *Genetic Engineering* (с. 183–204). New York: Apple Academic Press. doi:10.1201/9781003378273-9
5. Komisarenko, S. V., & Romaniuk, S. I. (2023). Genome secrets of extinct hominids, or can paleogenomics answer the question: humankind, who we are? Nobel Prize in Physiology or Medicine 2022. *The Ukrainian Biochemical Journal*, 95(1), 103–116. doi:10.15407/ubj95.01.103
6. Rossi, A., Pizzo, P., & Filadi, R. (2019). Calcium, mitochondria and cell metabolism: A functional triangle in bioenergetics. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Cell Research*, 1866(7), 1068–1078. doi:10.1016/j.bbamcr.2018.10.016
7. Mintser, O. P., Potiazhenko, M. M., & Nevoit, G. V. (2022). Non-communicable diseases: the concept of a general continuum (first report). *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 22(1), 203–210. doi:10.31718/2077-1096.22.1.203
8. Gorman, G. S., Chinnery, P. F., DiMauro, S., Hirano, M., Koga, Y., McFarland, R., Suomalainen, A., Thorburn, D. R., Zeviani, M., & Turnbull, D. M. (2022). Mitochondrial diseases. *Nature reviews. Disease primers*, 2, 16080. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2022.80>
9. Hrygorchuk, Inna & Kazanishena, Nataliya. (2022). Methodological aspects of teaching molecular biology. *Pedagogical Education: Theory and Practice*. 31. 249–260. 10.32626/2309-9763.2021-31-249-260.
10. Drynov, D. M., Mosondz, M. A., & Avramenko, D. O. (2024). Modeliuvannia dynamichnykh protsesiv v zadachakh shtuchnoho intelektu [modeling of dynamic processes in artificial intelligence problems]. *Upravlinnia zminamy ta innovatsii*, (9), 25–27. doi:10.32782/cmi/2024-9-5
11. Oliynyk, N., Shevchenko, I. (2016). Conceptualisation of ECONOMIC CRISIS in discourse: from the Great Depression to the Great Recession. *Advanced Education*. Issue 6. pp. 76–81. DOI: 10.20535/2410-8286.78867 <https://doi.org/10.20535/2410-8286.78867> (Web of Science)

12. Betsko, O. S. (2014). Yevropeiski kontseptsii planuvannia zaniattia: formulivannia navchalnykh tsilei [European concepts of business planning: formulation of initial goals.]. *Journal of the National Technical University of Ukraine "KPI": Philology and Educational Studies*, (4), 57–65.
13. Tashkulovna, Y. S. (2022). Interactive Methods and Effective ESL Vocabulary Teaching Techniques. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(11), 889–891. doi: 10.22214/ijraset.2022.47501