Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

_____ Василевський О. М.

17 09 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.19 Біохімія

(шифр і назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра

(назва рівня вищої освіти)

галузь знань 16 – Хімічна та біоінженерія

(шифр і найменування галузі знань)

спеціальність 163 – Біомедична інженерія

(код і найменування спеціальності)

освітня програма Біомедична інженерія

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Розроблено в рамках проекту "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів"

Developed in the frame of project "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc / MSc Degrees" (586114-EPP- 1-2017- 1-ES- EPPKA2-CBHE- JP).

Вінниця – 2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Біохімія»
для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія
спеціальності 163 – Біомедична інженерія
освітня програма Біомедична інженерія, 2020. – 16 с.

Розробник:
Штофель Дмитро Хуанович, доцент кафедри БМІ, канд. техн. наук, доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біомедичної інженерії

Протокол від «9» 06 2020 року № 19

Завідувач кафедри _____ доц. Коваль Л. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією ФІРЕН

Протокол від «10» 06 2020 року № 10

Голова Методичної комісії ФІРЕН _____ проф. Кичак В. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «17» 09 2020 року № 1

Голова _____ проф. Васілевський О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Д. Х. Штофель, 2020 рік.
© ВНТУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5,5</td><td>Галузь знань
16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування)</td><td colspan="2">Обов’язкова
Професійна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="6">спеціальність 163 – Біомедична інженерія
освітня програма Біомедична інженерія</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>2б</td><td>2б</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові роботи, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри) – 45 год.</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 165</td><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної та індивідуальної роботи студента – 4,67</td><td rowspan="11">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</td><td>45 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>9 год.</td><td>5 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>27 год.</td><td>5 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Курсова робота</td></tr>
<tr><td>45 год.</td><td>45 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>39 год.</td><td>100 год.</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: іспит</td><td>Вид контролю: іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 49,1 % / 50,9 %,
для заочної форми навчання – 12,1 % / 87,9 %

Мова навчання – українська, англійська

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Біохімія» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін «Анатомія та фізіологія людини», «Загальна хімія», а також шкільного курсу хімії. Ця дисципліна безпосередньо пов’язана і передує вивченню дисципліни «Біофізика».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Вивчення студентами будови та біологічних властивостей хімічних речовин, які беруть участь у процесах життєдіяльності організмів; ознайомлення з будовою, властивостями, застосуванням та технологією біоматеріалів.

Програмні результати навчання

В результаті опанування дисципліни здобувачі освіти набувають знань та умінь, які формують такі результати навчання (згідно з вимогами освітньо-професійної програми):

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН 6. Вміти спілкуватися з професіоналами в області охорони здоров’я державною та іноземною (англійською або однією з інших офіційних мов ЄС) мовами та розуміти їхні вимоги до біомедичних продуктів і послуг.

ПРН 9. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об’єктів та матеріалів медичного призначення.

ПРН 10. Вміти планувати, організовувати, направляти і контролювати медико-технічні та біоінженерні системи і процеси.

ПРН 11. Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів.

ПРН 18. Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об’єктів.

ПРН 20. Проектувати, вибирати матеріал та розробляти технологію виготовлення біомедичних імплантів.

Компетентності, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК10. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина України.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК14. Здатність дотримуватись принципів академічної доброчесності під час навчання та в подальшій професійній діяльності.

СК3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

СК5. Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

СК6. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.

СК8. Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.).

СК12. Здатність проектувати і визначати умови застосування біомедичних імплантів.

Поточний контроль знань здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час виконання і

захисту лабораторних, практичних робіт, інших видів самостійної роботи; підсумковий контроль – тестування, колоквіум, опитування, іспит.

На самостійну роботу виноситься вивчення окремих питань курсу та опрацювання проблемних завдань, написання есеїв, розробка презентацій та виголошення доповідей, підготовка до лабораторних робіт і практичних занять, колоквіумів, тестування, іспиту, виконання окремих індивідуальних науково-дослідних робіт.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Біогенні речовини та біохімічні процеси в організмі людини.

Тема 1. Хімічні елементи в живих організмах.

Органогенні елементи. Макроелементи. Мікроелементи. Хімічна взаємодія та зв'язки в органічних сполуках. Термодинамічні потенціали. Зміна стандартної вільної енергії й константа рівноваги. Кінетика хімічних реакцій. Хімічний і електрохімічний потенціали. Ентальпія. Ентропія. Роль і значення мінеральних речовини в організмі людини. Вода. Розчинники. Розчини. Властивості води. Водневий показник. Зв'язана вода. Гідрофільні та гідрофобні взаємодії. Біохімічні функції нирок. Сеча і сечоутворення. Молекули в живих організмах. Класи біоорганічних сполук. Реакції між ними. Номенклатура біоорганічних сполук.

Тема 2. Біоорганічні речовини та їх обмін.

Молекули в живих організмах. Вуглеводні та їх похідні. Карбонові кислоти. Біоорганічні сполуки азоту. Гетероциклічні сполуки. Обмін речовин в організмі. Методи вивчення обміну речовин. Дослідження *in vitro* та *in vivo*. Вуглеводи. Моносахариди. Олігосахариди. Полісахариди. Метаболізм вуглеводнів. Регуляція вмісту глюкози в крові. Ліпіди. Структура і властивості ліпідів. Нейтральні ліпіди. Фосфоліпіди. Сфінголіпіди. Метаболізм ліпідів. Ліпопротеїди у крові. Обмін вищих жирних кислот. Обмін жирів у тканинах. Кетонові тіла. Обмін холестеролу.

Тема 3. Енергетичний обмін.

Перетворення енергії в організмі. Макроергічні сполуки. Нікотинамідні сполуки. Дегідрогенази. Цитохроми. Біологічне окиснення. Окисно-відновні реакції в організмі. Синтез АТФ. Тканинне дихання. Гліколіз. Аеробне та анаеробне окиснення глюкози. Цикл трикарбонових кислот. Глюкогенез. Обмін глікогену. Дихальний ланцюг (ланцюг перенесення електронів). Катаболізм харчових речовин.

Тема 4. Будова і властивості білків.

Будова амінокислот. Їх класифікація. Виявлення амінокислот. Пептидний зв'язок. Утворення поліпептиду. Утворення структури білків. Фолдинг білків у

клітині. Функції та властивості білків. Вплив інших речовин на функціонування білків. Ферменти. Міоглобін. Гемоглобін. Актино-міозиновий комплекс. Імуноглобуліни. Фізико-хімічні властивості білків. Виділення білків. Реакції для виявлення білків. Ензимологія. Властивості ферментів. Класифікація та номенклатура ферментів. Кофактори. Коферменти. Механізм дії ферментів. Етапи ферментативного каталізу. Кінетика ферментативних реакцій. Інгібітори ферментів. Регуляція метаболічних процесів. Ензимопатії. Ферменти у медицині.

Тема 5. Нуклеїнові кислоти.

Загальна характеристика нуклеїнових кислот. Азотисті основи та їх властивості. Структура нуклеїнових кислот. Організація структури ДНК. Хроматин. Денатурація та ренатурація ДНК. Будова і властивості РНК. Метаболізм нуклеїнових кислот. Біосинтез нуклеотидів. Біосинтез ДНК. Реплікація ДНК. Біосинтез РНК. Рибосоми. Експресія генів. Генетичні рекомбінації. Генна інженерія.

Тема 6. Біосинтез білків.

Амінокислотний обмін. Біологічна цінність білка. Травлення білків. Катаболізм амінокислот. Сечовина. Обмін азоту в організмі. Орнітиновий цикл. Біосинтез амінокислот. Похідні амінокислот. Біосинтез білка. Трансляція. Транскрипція. Посттрансляційна модифікація. Утворення білкових молекул. Регуляція синтезу білка. Білкова різноманітність. Основи протеоміки.

Тема 7. Біохімія крові та імунної системи.

Функції та хімічні властивості крові. Дихальна функція еритроциту. Біохімія гемоглобіну. Буферні системи крові. Хімічний вміст плазми крові. Згортальна система крові. Антизгортальна система крові. Фібринолітична система крові. Біохімічні властивості гомеостатичної системи. Організація імунної системи. Біохімічні компоненти імунної системи. Гуморальні компоненти імунітету. Імуноглобуліни. Цитокіни. Система комплементу. Механізми імунної реакції. Імунодефіцитні стани.

Тема 8. Біохімія тканин.

Біохімічна характеристика травного тракту. Склад та реакція слини, шлункового соку, кишкових соків. Біохімія печінки. Знешкодження токсинів. Обмін жовчі. Біохімія м’язів. М’язове скорочення. Сполучна тканина. Білки сполучної тканини (колаген, еластин). Кісткова тканина. Біохімія нервової системи. Нейромедіатори. Рецептори та механізми їх дії. Нейрохімічний вплив психотропних засобів. Ракові пухлини. Отрути та механізм їх дії. Біохімічний скринінг. Біохімічний аналіз та обладнання для його автоматизації. Основи біотехнології.

Змістовий модуль 2. Біоматеріали.

Тема 9. Поняття біоматеріалів та їх застосування в медицині.

Визначення біоматеріалів. Їх класифікація. Вимоги до біоматеріалів. Біотрибологія. Протезування. Імплантологія. Методи дослідження біоматеріалів та тканин. Механічні, електричні, оптичні та інші методики визначення властивостей біоматеріалів.

Тема 10. Біосумісність матеріалів.

Поняття біосумісності. Механізми біосумісності, остеоінтеграції та сполучення біологічних тканин з імплантатами. Морфо-функціональна сумісність. Металічні матеріали в імплантології. Титан та його сплави. Корозійна стійкість металів. Леговані, неіржавні сталі та сплави кобальта. Біосумісні покриття.

Тема 11. Біокераміка.

Застосування керамічних матеріалів у медицині. Металокераміка. Корундова біокераміка. Біоскло. Матеріали на основі гідроксиапатиту. Трансформаційне зміцнення біоматеріалів. Переваги і недоліки біокерамічних матеріалів. Технологія одержання біокераміки.

Тема 12. Полімерні біоматеріали.

Природні полімери як біоматеріали. Застосування синтетичних полімерів у медицині. Біокомпозити. Вуглець-вуглецеві композити на основі вуглецевих волокон. Композити на основі полімерної матриці. Властивості біодеградації полімерів. Структурні матеріали. Шовні матеріали. Ізоляційні матеріали. Полімерні протези та штучні тканини. Переробка та утилізація відходів при виробництві та застосуванні біоматеріалів.

Тема 13. Основи тканинної інженерії.

Принципи і засади тканинної інженерії. Регенеративна інженерія. Біоактивні гелі. Біореактори та біоінкубатори. Матеріали та технології формування тканин. Методи збірки тканин. Біологічний 3D-друк. Розумні (інтелектуальні) матеріали. Інтелектуальні технології в протезуванні. Біосенсори.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Біогенні речовини та біохімічні процеси в організмі людини												
Тема 1. Хімічні елементи в живих організмах.	5	2	1		-	2	7		1			6
Тема 2. Біоорганічні речовини та їх обмін.	7	2		3	-	2	7	1				6
Тема 3. Енергетичний обмін.	7	3	2		-	2	7	1	1			5
Тема 4. Будова і властивості білків.	10	5		3	-	2	7	1		1		5
Тема 5. Нуклеїнові кислоти.	8	3		3	-	2	7	1				6
Тема 6. Біосинтез білків.	7	3	2		-	2	7		1			6
Тема 7. Біохімія крові та імунної системи.	8	2		3	-	3	7	1				6
Тема 8. Біохімія тканин.	8	2		3	-	3	7			1		6
Разом за змістовим модулем 1	60	22	5	15	-	18	56	5	3	2		46
Змістовий модуль 2. Біоматеріали												
Тема 9. Поняття біоматеріалів та їх застосування в медицині.	8	3	2		-	3	11	1	1			9
Тема 10. Біосумісність матеріалів.	13	5		3	-	5	11	1		1		9
Тема 11. Біокераміка.	13	5	1	3	-	4	11	1		1		9
Тема 12. Полімерні біоматеріали.	13	5	1	3	-	4	11	1	1			9
Тема 13. Основи тканинної інженерії.	13	5		3	-	5	12	1		1		10
Разом за змістовим модулем 2	60	23	4	12	-	21	56	5	2	3		46
Курсова робота	45				45		45				45	
Контрольна робота для здобувачів заочної форми навчання					-		8				8	
Усього годин	**165**	**45**	**9**	**27**	**45**	**39**	**165**	**10**	**5**	**5**	**53**	**92**

6. Теми семінарських занять – *навчальним планом не передбачені*

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функціональні групи і номенклатура органічних сполук.	1
2	Розрахунок циклу трикарбонових кислот.	2
3	Методи дослідження протеїнів: електрофорез, мас-спектрометрія.	2
4	Методи вивчення біоматеріалів: мікроструктурний аналіз.	2
5	Проектування матеріалів на основі гідроксиапатиту.	1
6	Дослідження пам’яті форми структурних біоматеріалів.	1
	Разом	9

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження властивостей вуглеводів та ліпідів.	3
2	Дослідження якісних реакцій на білки.	3
3	Виділення ДНК з біоматеріалу.	3
4	Імуноферментний аналіз.	3
5	Системи автоматизації біохімічних аналізів.	3
6	Дослідження корозійної стійкості біоматеріалів.	3
7	Визначення кута контакту поверхні біокерамічного матеріалу і біологічної рідини.	3
8	Тестування полімерних біоматеріалів.	3
9	Дослідження біорезорбційних властивостей матеріалів.	3
	Разом	27

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Органогенні елементи. Макроелементи. Мікроелементи. Хімічна взаємодія та зв’язки в органічних сполуках. Молекули в живих організмах. Класи біоорганічних сполук. Реакції між ними. Номенклатура біоорганічних сполук.	2
2	Вуглеводні та їх похідні. Карбонові кислоти. Біоорганічні сполуки азоту. Гетероциклічні сполуки. Обмін речовин в організмі. Дослідження *in vitro* та *in vivo*.	2
3	Нікотинамідні сполуки. Дегідрогенази. Цитохроми. Біологічне окиснення. Окисно-відновні реакції в організмі. Глюкогенез. Обмін глікогену. Катаболізм харчових речовин.	2

1	2	3
4	Класифікація амінокислот. Виявлення амінокислот. Пептидний зв'язок. Утворення поліпептиду. Реакції для виявлення білків.	2
5	Біосинтез нуклеотидів. Біосинтез ДНК. Реплікація ДНК. Біосинтез РНК. Рибосоми. Генна інженерія.	2
6	Амінокислотний обмін. Біологічна цінність білка. Травлення білків. Катаболізм амінокислот. Сечовина. Обмін азоту в організмі. Орнітиновий цикл.	2
7	Функції та хімічні властивості крові. Дихальна функція еритроциту. Біохімія гемоглобіну. Імунодефіцитні стани.	3
8	Біохімічна характеристика травного тракту. Склад та реакція слини, шлункового соку, кишкових соків. Біохімія печінки. Знешкодження токсинів. Обмін жовчі. Біохімія м'язів. М'язове скорочення.	3
9	Протезування. Імплантологія.	3
10	Корозійна стійкість металів. Леговані, неіржавні сталі та сплави кобальта. Біосумісні покриття.	5
11	Корундова біокераміка. Переваги і недоліки біокерамічних матеріалів.	4
12	Структурні матеріали. Шовні матеріали. Ізоляційні матеріали. Полімерні протези та штучні тканини.	4
13	Регенеративна інженерія. Методи збірки тканин. Інтелектуальні технології в протезуванні.	5
	Усього	39

10. Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни студенти розв'язують задачі, готують доповіді, презентації, есеї, виконують індивідуальні домашні завдання. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником здобувачі освіти готують доповіді на щорічну науково-технічну конференцію ВНТУ.

Згідно з навчальним планом за індивідуальними завданнями студентами виконується курсова робота, яка присвячена дослідженню біоматеріалів. Курсова робота може носити теоретичний характер, і зміст її полягає в розкритті певної теми, вивченні та узагальненні матеріалу літературних джерел, проведення класифікації речовин, дослідження їх біосумісності, механічних та хімічних властивостей, виборі обладнання та умов синтезу певних матеріалів, проектуванні технології хімічних процесів на виробництві або в дослідних умовах, розробці методів, систем і технологій біоматеріалів. Ілюстративна частина роботи може включати графіки та діаграми за результатами досліджень, результати моделювання, структурні та функціональні схеми організації виробництва, узагальнюючі таблиці та ілюстрації, маршрутні карти технологічних процесів. Теми курсових робіт затверджуються на засіданні кафедри.

На виконання курсової роботи відводиться 45 годин, 1,5 кредити ECTS.

11. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, фасилітація, тренінг, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні заняття, лабораторні роботи (під час їх проведення використовується відповідне комп'ютерне і лабораторне устаткування, розташоване в аудиторіях кафедри, презентації, електронні матеріали та програмні засоби), консультації, підготовка статей і доповідей науково-дослідного характеру.

12. Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час виконання і захисту практичних і лабораторних робіт та індивідуальних завдань; підсумковий контроль – тестування, колоквіум, опитування, іспит.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 13.1 – Вид контролю – іспит

<table>
<tr><td colspan="13">Поточне тестування та самостійна робота</td><td>Іспит</td><td>Сума</td></tr>
<tr><td colspan="8">Модуль 1</td><td colspan="5">Модуль 2</td><td rowspan="4">25</td><td rowspan="4">100</td></tr>
<tr><td colspan="8">Змістовий модуль № 1</td><td colspan="5">Змістовий модуль № 2</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td>Т7</td><td>Т8</td><td>Т9</td><td>Т10</td><td>Т11</td><td>Т12</td><td>Т13</td></tr>
<tr><td colspan="8">40</td><td colspan="5">35</td></tr>
</table>

Т1, Т2 ... Т13 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид робіт	Модуль	
	1	2
1. Виконання лабораторних робіт / 1 робота	15 / 3	12 / 3
2. Виконання практичних завдань / 1 завдання	9 / 3	9 / 3
2. Колоквіум	12 / 12	11 / 11
3. Виконання завдань з СРС	3	2
4. Активна робота на лекційних, лабораторних, практичних заняттях	1	1
Всього	40	35

Таблиця 13.3 – Розподіл балів за курсову роботу

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист проекту	Сума
50	10	40	100

Таблиця 13.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики)
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
64 – 74	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	**Національна шкала**	**Шкала ECTS**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструк-тивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репро-дуктив-ний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні,

			програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадо-вільно з можливістю повторного складання»	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадо-вільно з обо-в'язковим повторним вивченням дисципліни»	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

15. Рекомендована література

Базова

1. Da Poian, A. T. Integrative Human Biochemistry: A Textbook for Medical Biochemistry / Andrea T. Da Poian, and Miguel A. R. B. Castanho. – Springer, 2015. – 421 p.
2. Biomedical engineering fundamentals / eds.: Joseph D. Bronzino, and Donald R. Peterson. – CRC press, 2014.
3. Chen, Q. Biomaterials: a basic introduction / Qizhi Chen and George Thouas. – CRC Press, 2014.
4. Biomaterials in artificial organs / ed. John P. Paul. – Springer, 2016.
5. Ducheyne P. Comprehensive biomaterials. Vol. 1 / Paul Ducheyne. – Elsevier, 2015.
6. Molecular, Cellular, and Tissue Engineering / eds.: Bronzino, Joseph D., and Donald R. Peterson.. CRC Press, 2015.
7. Біохімія : підручник / Л. І. Остапченко, Т. Р. Андрійчук, Ю. Д. Бабенюк та ін. ; упоряд. О. В. Скопенко. – К. : Київський університет, 2012. – 695 с.
8. Шевряков М. В. Практикум з біологічної хімії : навчальний посібник / Шевряков М. В., Яковенко Б. В., Явоненко О. Ф. – Суми : Університетська книга, 2003. – 204 с.
9. Явоненко, О. Ф. Біохімія : підручник / О. Ф. Явоненко, Б. В. Яковенко. – Суми : ВТД "Університетська книга", 2002. – 380 с. – ISBN 966-680-039-X.
10. Біохімія : підручник / М.Є.Кучеренко, Ю.Д.Бабенюк, О.М.Васильєв. – К. : Київський університет, 2002. – 480 с. – ISBN 966-594-334-0.

Допоміжна

1. Puri, D. Textbook of medical biochemistry / Dinesh Puri. – Elsevier Health Sciences, 2014.
2. Talwar, G. P. Textbook of biochemistry, biotechnology, allied and molecular medicine / G. P. Talwar. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2015.

3. Biochemistry: Concepts and Connections / Appling, Dean R., Spencer J. Anthony-Cahill, and Christopher K. Mathews. – Pearson Education, 2016.

4. He N. Biomaterials Science / Nongyue He and Zhiyang Li // Science. – 2016. – No 7.1. – P. 1-812.

5. Handbook of biomaterial properties / eds.; Murphy, William, Jonathan Black, and Garth W. Hastings. – New York: Springer, 2016.

6. Handbook of biochemistry and molecular biology / eds.: Roger L. Lundblad and Fiona Macdonald. – CRC Press, 2018. – 1002 p.

7. Pross, A. What is life?: How chemistry becomes biology / Addy Pross. – Oxford University Press, 2016.

8. Електрохімічне полірування імплантатів з нержавіючих сталей для стабільно функціонального остеосинтезу / А. О. Омельчук, І. М. Юденкова, М. Ф. Захарченко, А. В. Близнюк // Наука та інновації. – 2016. – Т. 12, № 1. – С. 41-60.

9. Саврасов, Г. В. Исследование механических свойств протезов кровеносных сосудов при изменении параметров окружающей среды / Г. В. Саврасов, Н. В. Беликов, И. В. Хайдукова // Медицинская техника. – 2017. – № 2. – С. 9-12.

10. Овчаренко, Е. А. Системы визуального и роботизированного ассистирования транскатетерной имплантации протезов клапанов сердца / Е. А. Овчаренко, Г. В. Саврасов, К. Ю. Клышников // Медицинская техника. – 2017. – № 1. – С. 1-5.

11. Мегель, Ю. Е. Анализ влияния частотных флуктуаций на точность измерения параметров биоматериалов в системах неразрушающего контроля / Ю. Е. Мегель, В. А. Мунтян // Радиотехника. – 2006. – № 145. – 103-106.

12. Пинчук, Н. Д. Технологические процессы получения кальцийфосфатных биоматериалов / Н. Д. Пинчук, Л. А. Иванченко // Порошковая металлургия. – 2003. – № 7-8. – 36-52.

13. Прочность и трещиностойкость керамических материалов, предназначенных для металлокерамического протезирования в стоматологии / Д. Ю. Островой, Г. А. Гогоци, С. А. Горбань, С. П. Ошкадеров // Проблемы прочности. – 2005. – № 3. – 128-139.

14. Иващенко, Л. А. Повышение адгезии пластмассовой облицовки к металлическим зубным протезам / Л. А. Иващенко, Г. В. Русаков, В. И. Иващенко // Порошковая металлургия. – 2002. – № 11-12. – 16-20.

16. Інформаційні ресурси

1. Integrative Human Biochemistry: A Textbook for Medical Biochemistry [Electronic source] / Andrea T. Da Poian, and Miguel A. R. B. Castanho. – Springer, 2015. – Access mode : https://books.google.com.ua/books?id=dh7UCgAAQBAJ

2. Губський Ю. І. Біологічна хімія онлайн [Електронний ресурс] / Ю. І. Губський. – Режим доступу : http://studentus.net/book/89-biologichna-ximiya.html

3. Губський Ю. І. Біологічна хімія : підручник [Електронний ресурс] / Ю. І. Губський. – 2007. – Режим доступу : http://www.slideshare.net/guculiak/2007-43560633

4. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей [Электронный ресурс] / Лэрри Хенч, Джулиан Джонс. – Режим доступа : https://books.google.com.ua/books?id=nY9lAAAAQBAJ

This project has been funded with support from the European Commission. This publication / communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsibility for any use which may be made of the information contained therein.