

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМ. М.І.ПИРОГОВА

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Проректор з наукової роботи  
проф. О.В. ВЛАСЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 р.

---

**Медична біохімія**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни

з підготовки доктора філософії

на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти

галузі знань 22 Охорона здоров'я

спеціальності 222 Медицина

спеціалізації Медична біохімія

2016 рік  
Вінниця

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Вінницьким національним університетом ім. М.І. Пирогова  
(повне найменування медичного навчального закладу)

Розробники програми:

д.мед.н., доцент, завідувач кафедри біологічної та загальної хімії Заїчко Н.В.,

д.мед.н., професор, професор кафедри біологічної та загальної хімії Луцюк М.Б.

Рецензенти:

Наконечна О.А.	д.мед.н., професор, завідувач кафедри біологічної хімії Харківського національного медичного університету МОЗ України, м. Харків
Непорада К.С.	д.мед.н., професор, завідувач кафедри медичної, біоорганічної та біологічної хімії ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава

Обговорено та рекомендовано на засіданні кафедри біологічної та загальної хімії

Протокол від « 29 » серпня 2016 р., № 1

Схвалено вченою радою Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова

Протокол від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 р. № \_\_\_\_\_

Вчений секретар \_\_\_\_\_ (Серебреннікова О.А.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**Програма вивчення навчальної дисципліни “Медична біохімія”** складена відповідно до освітньо-наукової програми Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова \_\_\_\_\_ на третьому (освітньо-науковому) рівні \_\_\_\_\_

(назва рівня вищої освіти)

галузі знань \_\_\_\_\_ 22 Охорона здоров'я \_\_\_\_\_

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності \_\_\_\_\_ 222 Медицина \_\_\_\_\_

(код і найменування спеціальності)

спеціалізації (-й) \_\_\_\_\_ 14.01.32 Медична біохімія \_\_\_\_\_

(код і найменування спеціалізації)

**Опис навчальної дисципліни (анотація):** навчальна дисципліна «Медична біохімія» є частиною освітньої програми підготовки докторів філософії в рамках професійної спеціалізації і розрахована на 10 кредитів ECTS (300 годин), які засвоюються протягом 3 років. Програма дисципліни структурована на модулі, до складу яких входять блоки змістових модулів. Обсяг навчального навантаження описаний у кредитах ECTS – залікових кредитах, які зараховуються здобувачам при успішному засвоєнні ними відповідного модулю (залікового кредиту).

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є особливості структури та функції основних класів біомолекул, обмін речовин та енергії, молекулярні основи та принципи функціонування організму людини та вищих тварин в нормі та при патології, зв'язок біохімічних процесів з фізіологічними функціями, методи діагностики та шляхи корекції патологічних процесів за допомогою біомолекул та фізіологічно-активних речовин.

**Міждисциплінарні зв'язки:** медична та біоорганічна хімія, медична біологія, біофізика, нормальна та патологічна фізіологія, гістологія та патологічна анатомія, клінічна біохімія, фармакологія та клінічна фармакологія, мікробіологія, внутрішні хвороби та інші клінічні дисципліни.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Медична біохімія» є формування цілісного уявлення про біохімічні та молекулярно-біологічні механізми функціонування та регуляції організму людини та вищих тварин, шляхи корекції біохімічних процесів в умовах патології на підставі вивчення молекулярної організації клітинних структур, ферментативного каталізу та ензиматичної динаміки перетворення основних класів біомолекул (амінокислот, вуглеводів, ліпідів, нуклеотидів, порфіринів тощо), обміну речовин та енергії, молекулярних механізмів спадковості та реалізації генетичної інформації, гормональної регуляції метаболізму та біологічних функцій клітин, біохімії тканин та фізіологічних функцій, методи діагностики та шляхи корекції патологічних процесів за допомогою біомолекул та фізіологічно-активних речовин.

1.2. **Основними завданнями** вивчення навчальної дисципліни «Медична біохімія» є формування цілісної системи знань, професійних умінь та практичних навичок, що складають основу майбутньої професійної діяльності, на підставі оволодіння навичками планування та виконання біохімічних досліджень для виявлення нормальних та патологічних компонентів в біологічних об'єктах; встановлення механізмів дії фізіологічно-активних сполук; виявлення біохімічних і молекулярно-біологічних

закономірностей, що детермінують процеси онтогенезу, статеві та вікові відмінності функціонування організму людини та вищих тварин; засвоєння новітніх принципів та методів біохімічних та молекулярно-біологічних досліджень; принципів біохімічної діагностики та корекції патологічних станів; засвоєння методів моделювання експериментальних патологічних станів у тварин для встановлення закономірностей плинності біохімічних процесів, їх регуляції, метаболічної адаптації та корекції.

**1.3. Компетентності та результати навчання,** формуванню яких сприяє дисципліна (взаємозв'язок з нормативним змістом підготовки здобувачів вищої освіти, сформульованим у термінах результатів навчання у освітньо-науковій програмі).

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми дисципліна забезпечує набуття здобувачами вищої освіти ступеня доктора філософії компетентностей:

- *інтегральні:*  
здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі й практичні проблеми у професійній діяльності, застосовувати набуті знання, уміння, навички та особисті якості, здібності, цінності для виконання завдання будь-якого рівня складності під час професійної діяльності або навчання;
- *загальні:*  
здатність до аналізу і синтезу, організації та планування; здатність набутти базові загальні знання, а також поглибити базові та набуті фундаментальні знання з професії; здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях; визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків; удосконалити вміння управляти інформацією; здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт; здатність діяти соціально відповідально та громадсько свідомо;
- *спеціальні (фахові, предметні):*  
здатність до аналізу відповідності структури біоорганічних речовин фізіологічним функціям живих організмів; здатність інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму людини та вищих тварин та ідентифікувати розвиток патологічних процесів згідно результатів лабораторних досліджень; здатність пояснювати біохімічні та молекулярно-біологічні основи фізіологічних функцій клітин, органів та систем організму людини та вищих тварин; здатність інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в організмі людини та принципи їх корекції; здатність аналізувати біохімічні механізми обміну речовин та енергії, принципи їх регуляції, молекулярно-біологічні закономірності процесів онтогенезу, індивідуальні особливості функціонування органів та систем в організмі людини; здатність до планування та виконання біохімічних досліджень, моделювання експериментальної патології у тварин, опрацювання та інтерпретація результатів біохімічних досліджень.

Деталізація компетентностей відповідно до дескрипторів НРК у формі «Матриці компетентностей».

### Матриця компетентностей

№	Компетентність	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
1.	2	3	4	5	6
<b>Інтегральна компетентність</b>					
Здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі й практичні проблеми у професійній діяльності чи у процесі навчання, застосовувати набуті знання, уміння, навички та особисті якості, здібності, цінності для виконання завдання будь-якого рівня складності під час професійної діяльності або навчання.					
<b>Загальні компетентності</b>					
1.	Здатність до аналізу і синтезу, організації та	Знати способи аналізу, синтезу та	Вміти проводити аналіз інформації,	Встановлювати відповідні зв'язки	Нести відповідальність за

	планування	подальшого сучасного навчання	приймати обґрунтовані рішення	для досягнення цілей	своєчасне набуття сучасних знань
2.	Здатність набути базові загальні знання, поглибити базові та набути фундаментальні знання з професії.	Знати способи набуття базових та фундаментальних знань, знати методи застосування цих знань у професійній діяльності	Вміти використовувати знання на практиці, при спілкуванні	Встановлювати зв'язки по вертикалі та горизонталі в залежності від практичної ситуації	Нести відповідальність за своєчасне набуття базових загальних та професійних знань
3.	Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях	Знати методи застосування знань при вирішенні практичних питань	Вміти використовувати знання при різноманітних практичних ситуаціях	Встановлювати зв'язки по вертикалі та горизонталі в залежності від практичної ситуації	Нести відповідальність за своєчасність прийнятих рішень у даних ситуаціях
4.	Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків	Знати обов'язки та шляхи виконання поставлених завдань	Вміти визначити мету та завдання, бути наполегливим та сумлінним у взятих обов'язках	Встановлювати міжособистісні зв'язки для ефективного виконання завдань та обов'язків	Відповідати за якісне виконання поставлених завдань
5.	Удосконалити вміння управляти інформацією	Знати методи управління інформацією	Вміти аналізувати інформацію	Встановлювати відповідні зв'язки для досягнення цілей	Нести відповідальність за своєчасне набуття знань та оперування інформацією
6.	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт	Знати методи оцінювання показників якості діяльності	Вміти забезпечувати якісне виконання робіт	Встановлювати зв'язки для забезпечення якісного виконання робіт	Нести відповідальність за якісне виконання робіт
7.	Здатність діяти соціально, відповідально та громадсько свідомо	Знати свої соціально - громадські права та обов'язки	Формувати свою громадянську свідомість, вміти діяти відповідно до неї	Здатність донести свою громадську та соціальну позицію	Відповідати за свою громадську позицію та діяльність
<b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</b>					
1.	Здатність до аналізу відповідності структури біоорганічних речовин фізіологічним функціям живих організмів	Мати спеціалізовані знання щодо будови структур біоорганічних речовин та їх відповідності фізіологічним функціям організму людини та вищих тварин	Вміти набуті знання використовувати для аналізу відповідності структури біоорганічних речовин фізіологічним функціям організму людини та вищих тварин	Грамотно обговорювати фізіологічні функції живого організму, застосовуючи спеціальну термінологію.	Нести відповідальність за грамотність у професійному спілкуванні
2.	Здатність інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму та розвиток патологічних процесів згідно результатів лабораторних досліджень	Знати принципи проведення лабораторних біохімічних досліджень	Вміти обґрунтувати результати лабораторних біохімічних досліджень	Грамотно вживати професійні терміни у науковій спільноті	Нести відповідальність за грамотне проведення лабораторних біохімічних досліджень та їх інтерпретацію
3.	Здатність пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій	Знати основні біохімічні та молекулярні основи фізіологічних	Вміти застосовувати набуті знання при дослідженні	Грамотно вживати професійні терміни у науковій спільноті	Нести відповідальність за якість виконання професійних

	клітин, органів та систем живих організмів	функцій клітин, органів та систем організму людини	біохімічних та молекулярних основ фізіологічних функцій клітин, органів та систем організму людини		обов'язків, в тому числі й оформлення спеціальної документації
4.	Здатність інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах, принципи їх корекції	Знати принципи біохімічних механізмів виникнення патологічних процесів в організму людини та вищих тварин та принципи їх корекції	Вміти інтерпретувати виникнення патологічних процесів в організму людини та вищих тварин та принципи їх корекції	Грамотно вживати професійні терміни у науковій спільноті	Нести відповідальність за правильну інтерпретацію виникнення патологічних процесів в організму людини та вищих тварин та принципи їх корекції.
5.	Здатність опрацювати результати біохімічних досліджень та змін, біохімічних показників, які застосовуються для виявлення патологічних процесів в організму людини та вищих тварин	Знати вимоги для опрацювання результатів біохімічних досліджень та змін біохімічних показників	Вміти опрацювати результати біохімічних досліджень та змін, біохімічних та показників	Грамотно вживати професійні терміни у науковій спільноті.	Нести відповідальність за інтерпретацію результатів біохімічних досліджень та змін, біохімічних показників.
6.	Здатність аналізувати біохімічні процеси обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів та систем організму людини та вищих тварин	Знати біохімічні процеси обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів та систем організму людини та вищих тварин	Вміти застосовувати знання про біохімічні процеси обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів та систем організму людини та вищих тварин	Встановлювати взаємозв'язок між біохімічними процесами обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів та систем організму людини та вищих тварин	Нести відповідальність за правильну інтерпретацію біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів та систем організму людини та вищих тварин

### Результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Медина біохімія» здобувач повинен

#### знати:

- структуру біоорганічних сполук та функції, які вони виконують в організмі людини та вищих тварин;
- реакційну здатність основних класів біомолекул, що забезпечує їх функціональні властивості та метаболічні перетворення в організмі людини;
- способи зберігання та передачі спадкової інформації;
- механізм трансформації енергії в організмі людини та вищих тварин;
- метаболізм основних класів біоорганічних сполук в живих організмах;
- способи регуляції обміну речовин в організмі людини та вищих тварин;
- закономірності обміну речовин в різних органах та тканинах в організмі людини;
- біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем;
- функціонування ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в клітинах;

- особливості діагностики фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі біохімічних досліджень;
- шляхи біотрансформації фізіологічно-активних сполук та ксенобіотиків в організмі людини;
- молекулярні механізми розвитку патологічних процесів, принципи їх біохімічної діагностики та корекції в організмі людини;
- норми та зміни біохімічних показників, що застосовуються для діагностики метаболічних порушень та різних патологічних станів у людини.

#### **ВМІТИ:**

- аналізувати відповідність структури біоорганічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в живих організмах;
- інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі лабораторних досліджень;
- інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі вищих тварин та людини біоорганічних сполук як основи їх фармакологічної дії в якості лікарських засобів;
- інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції;
- пояснювати основні механізми біохімічної дії та принципи спрямованого застосування фізіологічно-активних сполук та фармакологічних засобів;
- пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем живих організмів;
- аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах;
- аналізувати результати біохімічних досліджень та порушення зміни біохімічних та ферментативних показників у умовах патології, що застосовуються для діагностики найпоширеніших хвороб людини;
- інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини;
- володіти базовими методами роботи з біологічним матеріалом, отримувати клітинні та субклітинні фракції тканин, виконувати базові біохімічні дослідження, які застосовуються в лабораторній діагностиці.

#### **МАТИ ПОНЯТТЯ:**

- про новітні принципи та методи біохімічних та молекулярно-біологічних досліджень, що ґрунтуються на застосуванні технології рекомбінантних ДНК, ланцюгової полімеразної реакції, методів молекулярної імунології, імуноферментного аналізу, цитометрії та ін.;
- про індивідуальні, статеві та вікові особливості метаболізму людини та вищих тварин;
- про індивідуальні, статеві та вікові особливості особливості біотрансформації ксенобіотиків та фізіологічно-активних сполук, що застосовуються в медицині;
- про методи вивчення особливостей біохімічних процесів та їх регуляції в організмі людини та вищих тварин, принципи моделювання патологічних станів;
- про принципи дослідження біохімічних механізмів фармако- та токсикокінетиків організмі людини та вищих тварин;
- про принципи та досягнення в галузі біохімічних і молекулярно-біологічних механізмів онтогенезу, біохімічних механізмів імунних реакцій і неспецифічної реактивності в організмі людини та вищих тварин;
- про наукові підходи до організації клініко-лабораторної служби та підготовки фахівців і наукових кадрів у галузі.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

На вивчення навчальної дисципліни «Біохімія» відводиться 300 годин 10 кредитів ЄКТС.

**Програма структурована у модулі**

**Модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул**

**Змістові модулі:**

1. Біомолекули та клітинні структури.
2. Ферменти та кофактори. Регуляція ферментативних процесів
3. Загальні закономірності обміну речовин та енергії. Молекулярні основи біоенергетики.
4. Метаболізм вуглеводів та його регуляція
5. Метаболізм ліпідів та його регуляція
6. Метаболізм білків та амінокислот. Ензимопатії амінокислотного обміну

**Модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції. Біохімія тканин та фізіологічних функцій**

**Змістові модулі:**

7. Метаболізм нуклеотидів та його регуляція
8. Основи молекулярної біології
9. Основи молекулярної генетики
10. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції
11. Вітаміни та вітаміноподібні речовини
12. Біохімія тканин та фізіологічних функцій

## **3. Структура навчальної дисципліни**



Назви модулів і тем	Аспірантура			
	у тому числі			
	Аудитор- на робота	Самостій- на робота	Практика	
Педаго- гічна			Лабора- торна	
<b>Модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул</b>				
<i>Змістовий модуль 1.</i> Біомолекули та клітинні структури	4	10	4	4
<i>Змістовий модуль 2.</i> Ферменти та кофактори. Регуляція ферментативних процесів.	8	6	4	4
<i>Змістовий модуль 3.</i> Загальні закономірності обміну речовин та енергії. Молекулярні основи біоенергетики.	6	4	4	4
<i>Змістовий модуль 4.</i> Метаболізм вуглеводів, його регуляція та патологія	6	10	6	6
<i>Змістовий модуль 5.</i> Метаболізм ліпідів, його регуляція та патологія.	8	6	4	4
<i>Змістовий модуль 6.</i> Метаболізм білків та амінокислот. Ензимопатії амінокислотного обміну	10	4	8	6
<i>Підсумковий модульний контроль</i>	2	4	-	2
Усього	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції. Біохімія тканин та фізіологічних функцій</b>				
<i>Змістовий модуль 7.</i> Метаболізм нуклеотидів та його регуляція.	4	6	4	4
<i>Змістовий модуль 8.</i> Основи молекулярної біології.	6	6	4	4
<i>Змістовий модуль 9.</i> Основи молекулярної генетики	4	4	4	4
<i>Змістовий модуль 10.</i> Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції	8	8	8	6
<i>Змістовий модуль 11.</i> Вітаміни та вітаміноподібні речовини	6	2	4	4
<i>Змістовий модуль 12.</i> Біохімія тканин та фізіологічних функцій	16	16	6	6
<i>Підсумковий модульний контроль</i>	2	4	-	2
Усього	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Усього годин за дисципліну</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

**\*Перелік практичних навичок, якими повинен оволодіти аспірант під час лабораторної біохімічної практики**

**Модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул**

- Засвоєння правил техніки безпеки при роботі з хімічними речовинами та обладнанням.

- Підготовка біологічного матеріалу для різних видів лабораторного дослідження (гомогенізація, центрифугування, виділення клітинних та субклітинних фракцій, плазми та сироватки крові та ін.).
- Розуміння аналітичних принципів та технології проведення біохімічних досліджень (призначення матеріально-технічного оснащення лабораторій; використання хімічні реактивів та посуду)
- Розуміння принципів фізико-хімічних та біохімічних методів дослідження, (абсорбційної спектроскопії, хроматографії, спектрофотометрії, фотоелектрон-колориметрії, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, полум'яневої фотометрії, флюорометрії, електрофорезу).
- Теоретичні основи, переваги та недоліки флуоресцентних методів аналізу, спектрофотометрії, хроматографічних методів (адсорбційна хроматографія, розподільча хроматографія, високоефективна рідинна хроматографія, хроматографія на папері, тонкошарова хроматографія, іонообмінна хроматографія, афінна хроматографія).
- Теоретичні основи електрофоретичних методів аналізу (типи електрофорезу, характеристика носіїв, особливості диск-електрофорезу) та гравіметричних методів аналізу.
- Робота із засобами вимірювальної техніки роботи та базовим лабораторним обладнанням (фотоелектроколориметром, спектрофотометром, гемокоагулометром, рН-метром, центрифугами та ін.)
- Побудова калібрувальних графіків, розрахунки концентрації речовин в біологічному матеріалі.
- Виявлення вмісту білка в біологічних рідинах та біологічному матеріалі (проби з сульфосалциловою та трихлороцтовою кислотами; проба Геллера; біуретова реакція; відкриття альбумінів за реакцією з бромкрезоловим зеленим; аналіз білкових фракції в плазмі крові).
- Встановлення активності ферментів в біологічних рідинах (виявляти активність  $\alpha$ -амілази, трансаміназ, гама-глутамілтранспептидази, лужної фосфатази в сироватці крові уніфікованими методами).
- Розрахунок кінетичних параметри активності ферментів (константи Міхаеліса,  $V_{max}$ ) графічним методом в прямих та обернених координатах (за Лайнуївером-Берком).
- Аналіз показників вуглеводного обміну: якісні реакції на моносахариди (проби Фелінга, Ніландера, Селіванова, Біалія); кількісне визначення вмісту глюкози в біологічних рідинах (в сечі - поляриметричним методом, методом Альтгаузена, глюкотест; в крові - глюкозооксидазним методом, ортотолуїдиновим методом); кількісне визначення пірвіноградної кислоти в біологічних рідинах (реакція з 2,4-днітрофенілгідразинном); виявлення лактату за реакцією Уффельмана; кількісне визначення фруктозо-1,6-дифосфату після кислотного гідролізу за вмістом фруктози.
- Аналіз показників ліпідного обміну: кількісне визначення вмісту холестеролу, тригліцеридів в сироватці крові ензиматичними методами, визначення вмісту тригліцеридів за реакцією з ацетил-ацетоном після екстрагування сумішшю гептана з ізопропіловим спиртом; визначення суми тригліцеридів та фосфоліпідів (за реакцію гідроксиламіном), визначення бета-ліпопротеїнів (визначався за реакцією осадження гепарином в присутності солей кальцію за методом Бурштейна-Самая), альфа-холестерину (після осадження бета-ліпопротеїнів гепарином в присутності солей марганцю); визначення вмісту холестерину ліпопротеїнів низької щільності розрахунковим методом (за формулою Friedwald), розрахунок індексу атерогенності.
- Визначення активності ПОЛ: визначення вмісту малонового діальдегіду (за реакцією з 2-тіобарбітуровою кислотою); визначення активності ПОЛ за показником перекисного гемолізу еритроцитів.

- Якісне та кількісне дослідження вмісту кетонів в сечі (за реакцією з нітропруссидом натрію, експрес-методом).
- Визначення кислотності шлункового соку (титриметричним методом).
- Визначення кількості сечовини в сироватці крові (за реакцією з діацетилмонооксидом, уреазним методом).
- Розділення суміші амінокислот методом хроматографії на папері.
- Трактовка результатів досліджень біохімічних параметрів в біологічних рідинах та іншому біологічному матеріалі (відповідно до інформаційного навантаження модуля 1), що застосовуються для діагностики найбільш поширених патологічних станів у людини.

## **Модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції. Біохімія тканин та фізіологічних функцій**

- Теоретичні основи молекулярно-генетичних досліджень (виділення нуклеїнових кислот із біологічного матеріалу, етапи полімеразно-ланцюгової реакції)
- Теоретичні основи імуноферментного аналізу
- Кількісне визначення сечової кислоти в біологічних рідинах методом Фоліна (за реакцією з фосфорновольфрамовим реактивом).
- Визначення вмісту ДНК в біологічному матеріалі за методом Діше.
- Визначення вмісту РНК в біологічному матеріалі за методом Мейбаума.
- Кількісне визначення метаболітів нітроген оксиду в біологічних рідинах (за реакцією з реактивом Грися)
- Кількісне визначення аскорбінової кислоти та рутину (вітаміну Р) харчових продуктах, якісні реакції на вітаміни групи В, жиророзчинні вітаміни
- Визначення концентрації фібриногену в плазмі крові гравіметричним методом за Р.А. Рутберг та спектрофотометричним методом за В.А.Беліцером
- Кількісне визначення хлоридів крові за методом Рушняка
- Виявлення гему гемоглобіну в біологічних об'єктах та на інструментарії (за реакцією з бензидином, азопірамом)
- Визначення сероглікоїдів в сироватці крові (турбідиметричний метод), виявлення глікозаміногліканів (проба Беррі-Спіланджера)
- Виявлення уробіліну в сечі (проба Флоранса)
- Кількісне визначення загального білірубину та його фракцій в сироватці крові (за методом Йендрашика)
- Оцінка деметилазної активності цитохрому Р-450 за допомогою амідопіринового тесту (визначення 4-аміноантипірину в сечі)
- Виявлення метаболітів аніліну в сечі
- Кількісне визначення креатиніну в сечі за методом Поппера (реакція Яффе)
- Кількісне визначення вмісту білка в сечі за методом Робертса-Стольнікова-Брандберга
- Кількісне визначення гомогентизинової кислоти в сечі (за реакцією з фосфорномолібденовим реактивом).
- Якісне визначення феноліпировиноградної кислоти в сечі (за реакцією з  $\text{FeCl}_3$ ).
- Якісне та кількісне виявлення 17-кетостероїдів в сечі (за реакцією з метадінітробензолом).
- Трактовка результатів досліджень біохімічних параметрів в біологічних рідинах та іншому біологічному матеріалі (відповідно до інформаційного навантаження модуля 2), що застосовуються для діагностики найбільш поширених патологічних станів у людини.

#### 4. Індивідуальні завдання

Оволодіння методиками експериментальних досліджень згідно теми дисертаційного дослідження. Написання реферату, виступи з доповідями на засіданнях кафедри та біохімічного товариства, наукових конференціях, підготовка наукових публікацій, оформлення раціоналізаторських пропозицій, патентів, нововведень.

#### 5. Методи навчання

**Наочні:** Демонстрація мультимедійних лекцій, навчальних фільмів, виконання експериментів.

**Практичні методи:** Підготовка біологічного матеріалу для біохімічних досліджень, виділення клітинних та субклітинних фракції, приготування хімічних реактивів, проведення біохімічних досліджень, побудова калібрувальних графіків, статистична обробка результатів біохімічних досліджень, контроль якості біохімічних досліджень, участь в проведенні молекулярно-генетичних та цитометричних досліджень.

Практичні заняття, підсумкові заняття, семестрові модулі, лекції, керівництво НДРС. Стажування. Використання дистанційного навчання – з залученням аспірантів до міжнародно визнаних курсів та освітніх ресурсів.

#### 6. Методи контролю

Поточний контроль, підсумковий контроль змістових модулів, підсумковий модульний контроль. Форма поточного контролю обирається науковим керівником. За умов успішного завершення курсу та досягнення мети й завдань навчання здобувач отримує сертифікат, у якому зазначено назву навчального курсу, перелік набутих навичок та вмінь, а також рівень їх опанування.

**7. Система оцінювання** – оцінювання навчальної діяльності здобувача здійснюється відповідно до вимог навчальної програми та інструкції про систему оцінювання навчальної діяльності при кредитно-модульній системі організації навчального процесу, затвердженої МОЗ України (2005).

#### **Критерії оцінювання знань з дисципліни**

Форма контролю і система оцінювання відповідно до вимог програми дисципліни та інструкції прийнятої рішенням Вченої ради. Протокол №2 від 28.09. 2010 р.

Оцінка за модуль визначається, як сума оцінок поточної успішності (згідно шкали перерахунку традиційних оцінок у рейтингові бали), прийнятої рішенням Вченої ради ВНМУ. Протокол №2 від 28.09.2010 р.

Максимальна кількість балів, що присвоюється аспірантам при засвоєнні модуля – 200 балів, у тому числі за поточну діяльність – 120 балів, за результатами підсумкового модульного контролю – 80 балів.

*Поточний контроль* здійснюється на кожному занятті відповідно конкретним цілям теми, під час індивідуальної роботи викладача з аспірантом для тих тем, які аспірант опрацьовує самостійно і вони не входять до структури практичного заняття. Рекомендується застосовувати види об'єктивного (стандартизованого) контролю теоретичної та практичної підготовки.

**Оцінювання поточної навчальної діяльності.** При засвоєнні кожної теми модуля за поточну навчальну діяльність аспіранта виставляються оцінки за 4-ри бальною (традиційною) шкалою, які потім конвертуються у бали. Застосовується така система конвертації традиційної системи оцінки у бали. У кінці кожного модуля вираховується середня арифметична оцінка серед всіх оцінок поточної успішності до сотої частини бала.

Після цього середня арифметична традиційної оцінки згідно шкали перерахунку (Наказ № 396 від 28.10.2010 р. по ВНМУ ім. М.І. Пирогова) конвертується у бали. Наприклад, середня арифметична складає 5,00. Згідно шкали перерахунку це відповідає 120 балам, і складає максимальну кількість, яку може набрати аспірант при вивченні модуля за поточну навчальну діяльність.

Мінімальна кількість балів, яку може набрати аспірант при вивченні модуля, визначають шляхом конвертації середньої арифметичної 3,00, що відповідає 72 балам. Тобто, це найменша кількість балів, яка дозволяє аспіранту скласти підсумковий модульний контроль.

**Модульний підсумковий контроль.** Модульний підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення модуля. До підсумкового контролю допускаються аспіранти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, та при вивченні модуля набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Форма проведення підсумкового контролю є стандартизованою і включає контроль теоретичної і практичної підготовки.

Максимальна кількість балів підсумкового контролю дорівнює 80.

Підсумковий модульний контроль вважається зарахованим, якщо аспірант набрав **на менше 50 балів**.

**Оцінювання індивідуальної самостійної роботи.** Бали за індивідуальні завдання нараховуються аспіранту лише при успішному їх виконанні. Кількість балів, які нараховуються за різні види індивідуальних завдань залежать від їх об'єму й значущості, але становить не більше 10 балів. Вони додаються до суми балів, набраних аспірантом за поточну навчальну діяльність, або до підсумкової оцінки з дисципліни за рішенням кафедри. Додаткові бали нараховуються за призові місця на внутрішньоуніверситетських, міжуніверситетських та міжнародних олімпіадах і конференціях, публікацію наукових праць, отримання позитивних рішень на корисні моделі, патенти, нововведення, виготовлення й створення схем, таблиць, відеофільмів, тощо.

#### **Оцінювання дисципліни:**

Згідно рішення Вченої Ради ВНМУ від 27.09.2012 у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова вводяться іспити.

1. Для всіх модулів окрім останнього бали за *Поточну успішність* (ПУ) та *Підсумковий модульний контроль* (ПМК) вносяться у відомості (відомість ПМК).
2. Останній ПМК є іспитом. Поточну успішність за останній модуль вноситься у відомість іспиту (Форма № Н - 5.03) без змін згідно 120-бальної системи (від 72 балів (оцінка 3) до 120 балів (оцінка 5)).
3. Іспит проводиться згідно розкладу екзаменаційної сесії.  
Оцінка за іспит відповідає шкалі:
  - Оцінка «5» - 80-71 балів
  - Оцінка «4» - 70-61 балів
  - Оцінка «3» - 60-50 балів
4. Іспит приймає екзаменаційна комісія у складі: екзаменатор (за наказом), члени комісії (представник деканату або кафедри) та науковий керівник.
5. Отримані бали відповідають фіксованій шкалі оцінок:
  - Оцінка «5» - 200-180 балів
  - Оцінка «4» - 179,9-160 балів
  - Оцінка «3» - 159,9-122 балів

Іспит не є остаточною оцінкою за дисципліну. Остаточна оцінка за дисципліну (бали/ категорія/ традиційна оцінка) отримується після ранжування дисципліни в програмі «Контингент».

**Шкала оцінювання: національна та ECTS (згідно рішення Вченої Ради ВНМУ від 27.09.2012 р.)**

Сума балів за всі види діяльності аспіранта	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену	Для заліку
<b>180-200</b>	<b>A</b>	<b>відмінно</b>	<b>зараховано</b>
<b>170-179,9</b>	<b>B</b>	<b>добре</b>	
<b>160-169,9</b>	<b>C</b>	<b>задовільно</b>	
<b>141-159,9</b>	<b>D</b>		
<b>122-140,99</b>	<b>E</b>		
	<b>FX</b>	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
	<b>F</b>	Незадовільно	Не зараховано

### 8. Методичне забезпечення

1. Навчальні посібники, підручники, робочі зошити, конспекти лекцій.
2. Мультимедійні презентації лекцій.
3. Методичні розробки з практичних занять для аспірантів.
4. Збірник тестових завдань та ситуаційних задач; електронний банк тестових завдань, банк тестових завдань на паперових носіях.
5. Комп'ютерні програми. Комп'ютерні моделі біохімічних процесів.
6. Лабораторне обладнання, лабораторний посуд та хімічні реактиви.
7. Навчальні таблиці за всіма розділами біохімії.
8. Технічні засоби навчання:
  - Комп'ютери, мультимедійний проектор.

### 9. Тематичний план практичних занять з дисципліни

№ з/п	Тема	К-ть годин
<b>Модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул</b>		
<i>Змістовий модуль 1. Біомолекули та клітинні структури</i>		
<b>1</b>	<b>Предмет і задачі біохімії. Методи біохімічних досліджень. Основні класи біомолекул. Клітинні структури</b> Предмет, задачі, основні етапи та сучасні напрямки розвитку біохімії. Мета і принципи проведення біохімічних досліджень. Хімічний склад живих організмів. Загальна характеристика основних класів біомолекул (білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів, метаболітів) як складових компонентів живої матерії. Принципи будови прокариотичних та еукариотичних клітин. Поняття про біологічні мембрани та види мембранного транспорту (пасивний, активний, ендо- та екзоцитоз). Молекулярна організація клітинних живих організмів (низько-молекулярні структурні одиниці, макромолекули та біополімери, надмолекулярні ансамблі, субклітинні та клітинні структури, компартменталізація).	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Білки та їх біологічні функції</b> Білки як об'єкт дослідження хімії, біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології. Загальна характеристика білків, вміст білків в органах і тканинах. Амінокислоти - структурні елементи білків. Класифікація амінокислот, їх будова. Кислотно-основні, стереохімічні, оптичні властивості амінокислот. Структурна організація білків. Хімічні зв'язки в білковій молекулі. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка. Домени. Полідоменна організація як альтернатива четвертинної структури білків.	<b>2</b>

	Принципи визначення первинної структури білків. Фізико-хімічні властивості білків (амфотерність, колоїдо-осмотичні властивості, фактори, що впливають на розчинність білків, коагуляція білків та методи їх осадження. Денатурація білків). Класифікація та функції білків. Прості білки (альбуміни і глобуліни, протаміни і пістони, проламіни та глютеліни, склеропротеїни). Складні білки (хромопротеїни, фосфопротеїни, ліпопротеїни, глікопротеїни та протеоглікани, нуклеопротеїни).	
	<i>Змістовий модуль 2. Ферменти та кофактори. Регуляція ферментативних процесів.</i>	
3	<b>Ферменти: номенклатура та класифікація, хімічна природа, будова та механізм дії</b> Поняття про ферменти, субстрати, продукти реакції. Біологічне значення ферментів. Номенклатура та класифікація ферментів. Характеристика окремих класів ферментів (оксидоредуктаз, трансфераз, гідролаз, ліаз, ізомераз, лігаз). Хімічна природа ферментів. Молекулярна маса ферментів, амінокислотний склад, рівні структурної організації ферментів. Будова ферментів (простих і складних). Активний центр ферментів (будова, структурні ділянки та їх функції, роль окремих функціональних груп в активних центрах ферментів). Аlostеричні центри: визначення, будова, просторове розташування та функції. Поняття про аlostеричний ефект та регуляторні ферменти. Механізм дії ферментів: стадії ферментативного каталізу, молекулярні механізми дії ферментів (ефект орієнтації реагентів, ефект деформації субстрату, ефект кислотно-основного каталізу, ефект ковалентного каталізу).	2
4	<b>Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій. Принципи визначення та одиниці активності ферментів.</b> Властивості ферментів як біокаталізаторів: специфічність дії, її види; термолабільність (температурний оптимум), залежність активності від рН середовища (рН-оптимум). Основні положення ферментативної кінетики. Фактори, що впливають на швидкість ферментативних реакцій. Залежність швидкості ферментативних реакцій від концентрації субстрату, ферменту, значення константи Міхаеліса-Ментен (Km). Графічні методи визначення константи Міхаеліса, швидкості реакції та інших кінетичних параметрів. Енергетика ферментативних реакцій (енергетичний бар'єр та енергія активації). Принципи визначення та одиниці активності ферментів.	2
5	<b>Регуляція ферментативної активності. Активатори та інгібітори ферментів, їх біомедичне значення. Медична ензимологія</b> Активатори ферментів: представники, механізм дії. Основні типи активації ферментів (асоціативна, каталітична, двопараметрично неузгоджена та узгоджена активація, псевдоактивація). Типи інгібування ферментативних реакцій (конкурентне, безконкурентне, неконкурентне, субстратне, аlostеричне). Інгібітори ферментів: представники, механізм дії. Використання інгібіторів ферментів в медицині. Клітинна організація ферментативної активності. Поліферментні системи та мультиферментні комплекси, іммобілізовані ферменти. Множинні молекулярні форми ферментів (ізоферменти, апоферменти) та їх значення для організму. Принципи та види регуляції активності ферментів (механізм саморегуляції за принципом зворотного зв'язку, за допомогою клітинних мембран, за допомогою аденілатів, шляхом посттрансляційної модифікації ферменту, каскадний механізм дії ферментів). Регуляція біосинтезу ферментів (конститутивні та адаптивні ферменти). Медична ензимологія (ензимопатологія, ензимодіагностика, ензимотерапія).	2
6	<b>Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції</b> Структура складних ферментів: роль апофермента та кофактора в біологічному каталізі. Кофактори: визначення, класифікація за механізмом дії (кофактори оксидоредуктаз, переносники хімічних груп атомів) та хімічною природою (невітамінні, вітаміноподібні та вітамінні кофактори). Йони металів як кофактори ферментів, металозалежні ферменти. Кофактори I групи: структура, біологічне значення та механізм дії невітамінних кофакторів (гему, глутатіону), вітаміноподібних кофакторів (убіхінону, ліпоєвої кислоти, тетрагідробіоптерину, піролохінолінохінону), вітамінних кофакторів - нікотинамідних (НАД, НАДФ), флавінових (ФМН, ФАД), кобамідних (5-дезоксиденозилкобаламіну), аскорбінової кислоти і токоферолу. Кофактори II групи: структура, механізм дії, біологічне значення невітамінних кофакторів (фосфатів вуглеводів і фосфатів нуклеозидів), вітаміноподібних (карнітину) та вітамінних кофакторів - тіаміндифосфату (ТДФ), коензиму ацилування (КоА), піридоксальфосфату (ПДФ), біоцитину, тетрагідрофолієвої кислоти (ТГФК), метилкобаламіну. Коферментні функції жиророзчинних вітамінів (А, Е, К).	2

	<i>Змістовий модуль 3. Загальні закономірності обміну речовин та енергії. Молекулярні основи біоенергетики.</i>	
7	<b>Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксілювання пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса</b> Характеристика аутоτροφних та гетеротрофних організмів. Біохімічні закономірності обміну речовин у гетеротрофів та його основні етапи. Поняття про внутрішньоклітинний метаболізм та метаболічні шляхи (загальна характеристика катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму). Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин. Окисне декарбоксілювання пірувату: будова мультиферментного комплексу, механізм утворення ацетил-КоА, біологічне значення та регуляція. Цикл трикарбонових кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція. Анаплеротичні реакції ЦТК та їх біологічна роль.	2
8	<b>Біологічне окиснення. Тканинне дихання.</b> Біологічне окиснення: визначення, реакції, теорії (Баха, Палладіна, Віланда, Варбурга). Будова та маркерні ферменти мітохондрій. Поняття про тканинне дихання та електронно-транспортний ланцюг мітохондрій (дихальний ланцюг). Компоненти дихального ланцюга. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг. Редокс-потенціал: механізм виникнення та біологічне значення в тканинному диханні. Продукти тканинного дихання (вода, вуглекислий газ, супероксидний аніон-радикал, гідроген пероксид) та шляхи їх утворення. Допоміжні ферменти тканинного дихання. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга	2
9	<b>Біоенергетика. Окисне фосфорилювання</b> Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова $H^+$ -АТФ-синтетази. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Коефіцієнт окисного фосфорилювання (P/O, P/2e <sup>-</sup> ). Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання (протонофори, іонофори).	2
	<i>Змістовий модуль 4. Метаболізм вуглеводів та його регуляція.</i>	
10	<b>Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення. Травлення вуглеводів в ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів. Анаеробний гліколіз. Спиртове бродіння.</b> Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення моно-, ди- та полісахаридів. Травлення вуглеводів: характеристика ферментів-глікозидаз ( $\alpha$ -амілаза, сахараза, лактаза та ін.), їх субстратів та продуктів гідролізу у різних відділах ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів: анаеробний гліколіз (визначення, локалізація в клітині, біологічне значення). Механізм гліколізу: етапи, реакції, ферменти, коферменти, гліколітична оксидоредукція, субстратне фосфорилювання, енергетичний баланс та регуляція. Гліколіз та патологічні стани (гіпоксія, канцерогенез).	2
11	<b>Аеробне окиснення вуглеводів. Ефект Пастера. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози. Глюконеогенез</b> Аеробне окиснення вуглеводів: етапи та їх локалізація в клітині, ферменти, коферменти, енергетичний баланс. Відмінності етапів та біоенергетики аеробного і анаеробного шляхів катаболізму глюкози. Ефект Пастера як механізм конкуренції між цими шляхами. Шляхи та ферменти взаємоперетворення пірувату та лактату, регуляція аеробного окиснення вуглеводів. Човникові системи транспорту гліколітичного НАДН: механізм та енергетичний вихід гліцеролфосфатного та малат-аспартатного шунтів. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози: етапи, механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення, регуляція. Глюконеогенез: субстрати, біологічне значення, механізм, шунтуючі реакції, ферменти, коферменти та регуляція глюконеогенезу.	2
12	<b>Глікогенез та глікогеноліз. Глікокон'югати. Ензимопатії обміну глікогену та глікокон'югатів. Регуляція вуглеводного обміну</b> Глікогенез (синтез глікогену): основні етапи, ферменти, коферменти, роль УТФ, регуляція, біологічне значення. Глікогеноліз (розпад глікогену): основні етапи, ферменти, регуляція, аденілатциклазний механізм, біологічне значення та енергетика. Спадкові ензимопатії обміну глікогену (глікогенози, аглікогенози): основні причини та біохімічні прояви. Глікокон'югати: представники, особливості біосинтезу та катаболізму вуглеводних компонентів. Глікозидози (мукополісахаридози). Регуляція вуглеводного обміну (дія інсуліну, адреналіну, глюкагону, глюкокортикоїдів, СТГ, АКТГ, тироксину) та його порушення (гіпо- та гіперглікемія, порушення толерантності до вуглеводів, цукровий діабет та ін.)	2



<i>Змістовий модуль 5. Метаболізм ліпідів та його регуляція.</i>		
<b>13</b>	<p><b>Ліпіди: класифікація, будова, біологічне значення. Перекисне окиснення ліпідів, каскад арахідонової кислоти. Травлення ліпідів в ШКТ. Жовчні кислоти. Транспортні форми ліпідів</b></p> <p>Ліпіди: класифікація, будова, загальні властивості та біологічне значення. Структура та функції представників окремих класів ліпідів: будова і властивості жирних кислот; нейтральні жири, триацилгліцероли, воски; стерини і стероїди; складні ліпіди: фосфоацилгліцероли, сфінголіпіди, гліколіпіди. Роль ліпідів у побудові біологічних мембран. Структурна організація і фізико-хімічні властивості мембран (мозаїчність, плинність, в'язкість, асиметрія, латеральна дифузія). Ліпідні моделі біологічних мембран. Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ): ферментативне та неферментативне. Каскад арахідонової кислоти, ейкозаноїди та їх біологічне значення. Харчове значення ліпідів, особливості травлення (ферменти та особливості гідролізу триацилгліцеролів, фосфоліпідів, стеринів). Жовчні кислоти: структура, схема утворення, роль жовчних кислот в перетравленні ліпідів та всмоктуванні продуктів їх гідролізу. Транспортні форми ліпідів (ліпопротеїни): класифікація, склад, фізичні властивості, біологічне значення.</p>	<b>2</b>
<b>14</b>	<p><b>Проміжний обмін ліпідів – ліполіз та його регуляція</b></p> <p>Внутрішньоклітинний ліполіз: визначення, локалізація, біологічне значення. Катаболізм триацилгліцеролів: механізм, ферменти, регуляція. Активація гормонзалежного ферменту ліполізу - тригліцеридліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу: роль адреналіну, глюкагону, інсуліну, соматотропіну. Активація жирних кислот (роль КоА), роль карнітину в транспорті жирних кислот в мітохондрії. β-Окиснення жирних кислот: локалізація, послідовність ферментативних реакцій, енергетика окиснення. Особливості окиснення ненасичених жирних кислот і гліцеролу та їх енергетичний баланс. Енергетичний баланс повного окиснення молекули нейтрального жиру.</p>	<b>2</b>
<b>15</b>	<p><b>Проміжний обмін ліпідів – ліпогенез (синтез жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфогліцероліпідів) та його регуляція</b></p> <p>Метаболічні джерела синтезу жирних кислот. Цитратний механізм транспорту ацетил-КоА в цитозоль. Синтез малоніл-КоА, роль біотину в цьому процесі. Біосинтез жирних кислот: ферменти, коферменти, будова ацилтранспортуючого протеїну та синтази жирних кислот, механізм. Особливості синтезу ненасичених жирних кислот. Біосинтез триацилгліцеролів: механізм утворення активної форми гліцеролу (гліцерол-3-фосфату), синтез фосфатидної кислоти та її біологічне значення. Синтез фосфогліцероліпідів (фосфатидилхоліну, фосфатидилсерину, фосфатидилетаноламіну): роль фосфатидної кислоти, ЦТФ та метіоніну. Біологічна роль, біосинтез та катаболізм сфінголіпідів. Сфінголіпідози.</p>	<b>2</b>
<b>16</b>	<p><b>Метаболізм кетонових тіл (кетогенез та кетоліз) та холестеролу, регуляція</b></p> <p>Кетонів (ацетонів) тіла: структура, біологічне значення. Біосинтез кетонових тіл (кетогенез): субстрати, клітинна та органна локалізація, ферменти, коферменти. Розпад кетонових тіл (кетоліз): клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти. Патологія метаболізму кетонових тіл (поняття про кетонемію та кетонурию). Холестерин: структура, біологічне значення. Біосинтез холестерину: субстрати, ферменти, коферменти, механізм (утворення мевалонової кислоти, роль ГМГ-КоА-редуктази) та регуляція. Шляхи виведення холестерину з організму, транспортні форми холестерину. Регуляція та патологія ліпідного обміну (атеросклероз, ожиріння, жовчно-кам'яна хвороба).</p>	<b>2</b>
<i>Змістовий модуль 6. Метаболізм білків та амінокислот. Ензимопатії амінокислотного обміну</i>		
<b>17</b>	<p><b>Харчове значення та травлення білків</b></p> <p>Харчове значення білків (норма білків в харчуванні, азотистий баланс). Білки повноцінні та неповноцінні. Травлення білків в ШКТ, протеолітичні ферменти (екзо- та ендопептидази, дипептидази), їх специфічність, механізми активації. Роль HCl в травленні білків. Катаболізм білків в тканинах (катепсини, убіквітин-протеосомна система деградації білків). Інгібітори протеолітичних ферментів як лікарські засоби. Гниття білків (гіппурова кислота, тваринний індикан – діагностичне значення).</p>	<b>2</b>
<b>18</b>	<p><b>Проміжний обмін білків та амінокислот. Декарбоксілювання та трансамінування амінокислот</b></p> <p>Загальні шляхи катаболізму амінокислот (за карбоксильною групою, за аміногрупою, деструкція вуглецевих радикалів). Пул амінокислот. Декарбоксілювання амінокислот: види (α-декарбоксілювання, ω-декарбоксілювання, декарбоксілювання, пов'язане з трансамінуванням або з конденсацією); механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ).</p>	<b>2</b>

	Утворення та біологічне значення біогенних амінів (гістаміну, серотоніну, катехоламінів, ГАМК) та ендогенних токсинів (путресцину, кадаверину). Знешкодження біогенних амінів: роль моно- та діамінооксидаз, інгібітори моноамінооксидаз. Трансамінування амінокислот: механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ), біологічне значення. Клініко-діагностичне значення визначення активності АСТ та АЛТ в плазмі крові, коефіцієнт де Рітса	
19	<b>Дезамінування амінокислот. Шляхи знешкодження аміаку</b> Дезамінування амінокислот: види, ферменти (НАД-дегідрогенази, ФАД/ФМН-оксидази, дегідратази), коферменти, біологічне значення. Непряме дезамінування (роль альфа-кетоглутарату та глутамату). Джерела аміаку в організмі. Способи знешкодження аміаку. Утворення транспортних форм аміаку (роль аргінази, глутамінази). Орнітиновий цикл синтезу сечовини: локалізація, механізм, ферменти, біологічне значення, регуляція. Цикл фумарової кислоти: біологічна роль, механізм. Ензимопатії орнітинового циклу. Механізми цитотоксичної дії аміаку, гіперамоніємія. Клініко-діагностичне значення визначення рівня аміаку та сечовини в крові та сечі	2
20	<b>Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Індивідуальні шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії</b> Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Класифікація амінокислот за біологічною значимістю (замінні, незамінні), їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонів тіл. Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення ациклічних амінокислот: 1) гліцину й серину (роль тетрагідрофолату в їх метаболізмі); 2) сірковмісних амінокислот метіоніну й цистеїну (цикл активного метилу; синтез креатину, таурину, гідроген сульфід); 3) негативно заряджених амінокислот (аспартату, глутамату), позитивно заряджених амінокислот (лізину, аргініну), амінокислот з розгалуженими ланцюгами (валіну, лейцину, ізолейцину). Синтез оксиду азоту. Ензимопатії: хвороба "кленового сиропу", цистинурія, гіпероксалагурія, гомоцистинурія.	2
21	<b>Індивідуальні шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії</b> Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення циклічних амінокислот: 1) ароматичних амінокислот фенілаланіну й тирозину; ензимопатії (ферментні блоки) обміну фенілаланіну та тирозину (фенілпіривиноградна кетонурія та олігофренія, алкаптонурия, альбінізм); 2) гетероциклічних амінокислот проліну, триптофану (кінуреніновий шлях, синтез серотоніну, утворення індолу), гістидину (уроканіновий шлях, синтез гістаміну). Ензимопатії їх обміну (хвороба Хартнупа).	2
22	<b>Підсумковий модульний контроль</b>	2
	<b>Усього</b>	44
	<b>Модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій</b>	
	<i>Змістовий модуль 7. Метаболізм нуклеотидів та його регуляція.</i>	
23	<b>Нуклеопротейни та нуклеїнові кислоти</b> Нуклеотиди та нуклеозиди: визначення, структура, номенклатура, похідні, біологічне значення. Пуринові і піримідинові основи. Вуглеводні компоненти. Нуклеозиди, мононуклеотиди, нуклеозидмоно-, ди-, трифосфати. Циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ), їх біологічне значення. Нуклеїнові кислоти: класифікація, будова, характеристика, біологічне значення. ДНК - носій генетичної інформації. Рівні структурної організації ДНК, правила Чаргаффа, модель Уотсона та Кріка. Типи РНК, їх будова, біологічні функції та локалізація в клітині (мРНК, тРНК, рРНК, мяРНК). Нуклеопротейни: визначення, будова, біологічне значення. Молекулярна організація ядерного хроматину.	2
24	<b>Метаболізм нуклеотидів, регуляція, патологія</b> Шляхи поповнення пулу вільних нуклеотидів в різних клітинах. Реутилізація готових азотистих основ та нуклеозидів (принцип, ферменти). Біосинтез пуринових нуклеотидів de novo: джерела атомів пуринового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція (ретроінгібування). Біосинтез піримідинових нуклеотидів de novo: джерела атомів піримідинового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція, патологія (оротатацидурия). Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Інгібітори синтезу дТМФ (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину). Катаболізм пуринових нуклеотидів в тканинах: механізм, ферменти, регуляція. Фізико-хімічні властивості сечової кислоти. Біохімічна характеристика патології обміну пуринів: гіперурикемія, подагра, синдром Леша-Ніхана, роль інгібіторів ксантиоксидази. Катаболізм піримідинових нуклеотидів: механізм, ферменти, кінцеві продукти метаболізму та їх роль в обміні речовин.	2

<i>Змістовий модуль 8. Основи молекулярної біології.</i>		
25	<p><b>Молекулярна біологія. Генетичний код. Реплікація ДНК</b></p> <p>Генетичний код: визначення, властивості, біологічне значення. Напрямки та основні етапи передачі генетичної інформації. Генетичний матеріал вірусів, бактеріофагів, прокаріот, еукаріот. Мітохондріальна ДНК. Реплікація ДНК: визначення, загальні закономірності, біологічне значення. Механізм реплікації: сутність експерименту М.Мезельсона та Ф.Стала. Фактори реплікації та компоненти ДНК-репліказної системи (реплісоми). Характеристика ДНК-полімераз прокаріот: ДНК-полімераза Корнберга, полімерази II та III, ДНК-полімерази еукаріот (<math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-, <math>\epsilon</math>-, <math>\delta</math>- полімерази). Топологія ДНК при реплікації. Етапи реплікації. Праймосома - будова, функції. Утворення реплікативної вилки, «точки огі», механізм синтезу антипаралельних ланцюгів ДНК, фрагменти Оказаки. Інгібітори реплікації (афідіколін – інгібітор ДНК-полімераз <math>\alpha</math>, <math>\delta</math>, <math>\epsilon</math>; доксорубіцин, мітоміцини, актиноміцин D – інтеркалятори; фторхінолони – інгібітори ДНК-гірази прокаріот). Феномен недореплікації ДНК. Теломери</p>	2
26	<p><b>Транскрипція. Процесінг. Інгібітори транскрипції</b></p> <p>Транскрипція: загальні закономірності, кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК, біологічне значення. Фактори та ферменти транскрипції. Характеристика РНК-полімераз прокаріот та еукаріот (РНК-полімерази I, II, III). Будова РНК-полімерази: <math>\sigma</math>-фактор, <math>\sigma</math>-фактор (2<math>\alpha</math>, <math>\beta</math>, <math>\beta'</math>). Сигнали транскрипції: 1) сигнали початку транскрипції у прокаріот та еукаріот – промотори, блок Прибнова, ТАТА-бокс, -35- та -10-последовність; сигнали термінації транскрипції (паліндроми, полі-АТ-пари). Будова транскриптона (оперона). Механізм та етапи транскрипції (ініціація, елонгація, термінація, утворення ДНК-РНК-гібриду, утворення «шпильок»). Посттранскрипційна модифікація РНК (процесінг): сплайсинг, кепування, поліаденілування, хімічна модифікація. Особливості процесінгу пре-мРНК, пре-рРНК та пре-тРНК. Сплайсосома. Альтернативний сплайсинг. Інгібітори транскрипції: токсини, антибіотики, протипухлинні алкалоїди.</p>	2
27	<p><b>Трансляція. Інгібітори трансляції. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричний синтез пептидів</b></p> <p>Трансляція: фактори, біологічне значення. Особливості будови рибосом прокаріот та еукаріот. Активація амінокислот: локалізація, реакції, роль аміноацил-тРНК-синтез (кодаз). Етапи трансляції та їх механізм. Поняття про ініціюючі та термінуючі кодони. Кодон-антикодонова взаємодія. Утворення ініціюючого комплексу (роль метіоніну та формілметіоніну, білкові фактори ініціації трансляції). Інгібітори трансляції: механізм дії антибіотиків, інтерферону та дифтерійного токсину. Посттрансляційна модифікація поліпептидів: хімічна модифікація, обмежений протеоліз. Фолдінг білків (шаперони, білки теплового шоку HSP). Пріони та пріонові хвороби. Нематричний синтез поліпептидів (глутатіону, рилізінг-факторів, ендорфінів, кінінів)</p>	2
<i>Змістовий модуль 9. Основи молекулярної генетики</i>		
28	<p><b>Регуляція експресії генів у прокаріот та еукаріот</b></p> <p>Оперон: визначення, будова та призначення окремих ділянок. Регуляція експресії генів у прокаріот по типу індукції (функціонування Lac-оперону E.Coli за Ф.Жакоб та Ж.Моно) та репресії (функціонування гістидинового оперону E.Coli). Особливості геному еукаріот (екзони, інтрони, цис-регуляторні елементи, транс-регуляторні елементи, спейсери, транспозони, последовності, що повторюються). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні структурної організації геному: гетеро- та еухроматин, хімічна модифікація гістонів (метилування, ацетилювання, фосфорилювання, SUMO), метилування ДНК (CpG-острівці). Генетичні рекомбінації та їх значення. Ампліфікація генів та її біомедичне значення. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні транскрипції (промоторні последовності, енхансери, сайленсери, атенюатори, інсулятори), регуляторні білки, дискримінація РНК, інтерференція РНК. Регуляція біосинтезу білків на рівні трансляції (на прикладі регуляції трансляції глобіну та дії інтерферону; фосфорилювання /дефосфорилювання фактору ініціації трансляції eIF2; АДФ-рибозилування факторів елонгації при дії дифтерійного токсину). Особливості експресії генів та біосинтезу білків у людини</p>	2
29	<p><b>Молекулярні механізми мутацій. Генна інженерія</b></p> <p>Мутагени: визначення, класифікація та механізм дії. Мутації: визначення, класифікація та роль у виникненні ензимопатій та спадкових хвороб (мовчазні мутації, міссенс-мутації, нонсенс-мутації). Репарація ДНК: ферменти, етапи, біологічне значення. Репарація УФ-індукованих генних мутацій (видалення тимінових димерів, репарація дезамінування цитозину). Патологія репарації (пігментна ксеродерма, прогерія). Генна інженерія (технологія рекомбінантних ДНК): визначення, біологічне значення, принципи (кДНК, зворотні</p>	2

	транскриптази, рестриктази, отримання, трансплантація та клонування генів). Рекомібінатні білки як лікарські засоби	
	<i>Змістовий модуль 10. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції</i>	
30	<b>Біохімія міжклітинних комунікацій. Загальна характеристика гормонів та гормоноподібних речовин. Принципи регуляції</b> Характеристика ендокринної системи. Загальні принципи клітинної комунікації. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем. Концепція регуляторного механізму зворотного зв'язку. Каскадне посилення гормонального сигналу. Типи міжклітинної комунікації. Класифікація та загальна характеристика гормонів (за місцем синтезу, хімічною природою та характером біологічної дії). Характеристика істинних гормонів (гормонів дистантної дії), представники. Характеристика гормоноподібних речовин (гістогормонів), окремі представники (гастроінтестинальні пептиди, фактори росту, цитокіни та ін.). Структурні компоненти ендокринної системи. «Клітини-мішені». Поняття про APUD-систему, апудоцити та продукти їх життєдіяльності. Різновиди місцевого (ізокринного) характеру дії біорегуляторів.	2
31	<b>Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Апоптоз</b> Рецептори «клітин-мішеней» та їх будова (рецептори, асоційовані з іонними каналами, рецептори, асоційовані з G-білками, рецептори з ензиматичною активністю. Надродина цитоплазматичних рецепторів). Типи механізмів дії сигнальних молекул, в залежності від рецептора і швидкості реалізації біологічного ефекту. Іонотропний механізм дії нейромедіаторів. Мембранний механізм дії гормонів білково-пептидної природи та катехоламінів. Характеристика G-білків, протеїнкіназ, вторинних месенджерів - цАМФ, цГМФ, ІТФ, ДАГ, кальцій-кальмодулінового месенджера (Ca-Кам). Цитозольний механізм дії гормонів стероїдної природи та тироксину. Роль активних форм кисню, нітроген монооксиду, монооксиду вуглецю, гідроген сульфід, ейкозаноїдів, керамідів, як внутрішньоклітинних сигнальних молекул – месенджерів. Сигнальні системи рецептор-незалежного та рецептор-залежного апоптозу, каспази, Fas-ліганди	2
32	<b>Регуляція метаболізму гормонами центральних ендокринних залоз (гіпоталамо-гіпофізарна система). Регуляція метаболізму гормонами периферійних ендокринних залоз (гормони щитоподібної залози та наднирників)</b> Гормони гіпоталамуса: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Гормони епіфіза: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Тропні гормони аденогіпофіза: класифікація, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони нейрогіпофіза (вазопресин, окситоцин): місце синтезу, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони щитоподібної залози (йодтироніни): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони мозкового шару наднирників (катехоламінів): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль. Гормони кори наднирників (кортикостероїди та мінералокортикоїди): класифікація, хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.	2
33	<b>Характеристика гормонів залоз змішаної секреції. Статеві гормони. Гормони підшлункової залози. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію і фосфатів</b> Чоловічі та жіночі статеві гормони: представники (прогестини або гестагени, андрогени та естрогени), місце синтезу, хімічна природа та особливості структурної організації, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормональна функція підшлункової залози. Біосинтез та секреція інсуліну. Особливості функціонування рецепторів до інсуліну. Механізм дії інсуліну. Біосинтез та механізм дії глюкагону та інших гормонів підшлункової залози. Гормональна регуляція фосфорно-кальцієвого обміну. Розподіл кальцію і фосфору в організмі та їх біологічне значення, участь анатоμο-фізіологічних систем (кісток, кишечника, нирок) в гомеостазі кальцію і фосфору. Паратгормон: секреція паратиреоїдного гормону, ефекти паратгормону, рецептори паратиреоїдного гормону. Кальцитріол: активація вітаміну Д, ефекти вітаміну Д, рецептори кальцитріолу, регуляція утворення кальцитріолу. Будова, біосинтез та механізм дії кальцитоніну. Роль інших гормонів у підтримці фосфорно-кальцієвого гомеостазу.	2
	<i>Змістовий модуль 11. Вітаміни та вітаміноподібні речовини</i>	

34	<p><b>Вітаміни. Основні поняття вітамінології. Номенклатура та класифікація вітамінів. Вітаміноподібні речовини. Вітаміни С та Р</b></p> <p>Вітаміни: визначення, біологічне значення. Історія відкриття вітамінів. Класифікація та номенклатура вітамінів. Авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози: визначення, приклади. Екзо- і ендогенні причини виникнення вітамінної недостатності. Антивітаміни; визначення, механізми дії, приклади, застосування в біології та медицині. Структура та біологічне значення вітаміноподібних речовин: холіну, ліпоєвої кислоти, пангамової (вітамін В<sub>15</sub>), оротової, параамінобензойної кислоти, інозиту, убихінону, вітаміну U (проти виразкового фактора). Характеристика вітамінів С та Р (коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування).</p>	2
35	<p><b>Водорозчинні вітаміни групи В: назви, коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування.</b></p> <p>Водорозчинні, коферментні вітаміни. Хімічна будова, біологічно активні форми та каталітичні функції коферментних вітамінів: тіамін - вітамін В<sub>1</sub>, рибофлавін - вітамін В<sub>2</sub> та його коферментні форми - ФАД, ФМН; нікотинова кислота, нікотинамід - вітамін РР та його коферментні форми - НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>; піридоксин - вітамін В<sub>6</sub> та його коферментні форми - піридоксальфосфат та піридоксамінфосфат; біотин - вітамін Н, пантотенова кислота - вітамін В<sub>3</sub> і його коферментна форма - коензим А; фолієва кислота - вітамін В<sub>9</sub>, коферментна форма - тетрагідрофолієва кислота як переносник одновуглецевих фрагментів у реакціях біосинтезу; кобаламін – вітамін В<sub>12</sub> (метилкобаламін, 5-дезоксаденозилкобаламін). Вміст вітамінів групи В у продуктах харчування, добова потреба, ознаки авітамінозу, застосування в біології та медицині.</p>	2
36	<p><b>Жиророзчинні вітаміни: біологічні функції, антиоксидантні властивості.</b></p> <p>Жиророзчинні вітаміни, хімічна будова, біологічні функції. Ретинол - вітамін А, антиксерофтальмічний фактор, каротиноїди. Біологічно активні форми: ретиналь, ретиноева кислота, роль цис-транс ізомерії в процесах світлосприймання. Холекальциферолі – вітаміни групи Д, біологічно активні гідроксильовані похідні та їх роль в обміні кальцію і фосфатів. α-токоферол - вітамін Е. Біологічно активні хінони - вітамін К, коферментна функція та участь в зсіданні крові. Ознаки та причини авітамінозів та гіпервітамінозів. Жиророзчинні вітаміни як антиоксиданти.</p>	2
<i>Змістовий модуль 12. Біохімія тканин та фізіологічних функцій</i>		
37	<p><b>Біохімія крові: фізико-хімічні константи, білки та ферменти</b></p> <p>Кров як біологічна рідина, функції крові. Фізико-хімічні константи крові, їх регуляція. Буферні системи крові, лужний резерв крові. Порушення кислотно-лужної рівноваги (ацидоз, алкалоз). Хімічний склад крові, характеристика низькомолекулярних органічних компонентів (азотвмісних та безазотистих). Залишковий азот крові. Азотемія. Білки плазми крові: загальна характеристика, методи визначення, основні фракції. Вміст загального білка в плазмі крові в нормі та його зміни при патології. Характеристика білкових фракцій плазми крові (альбуміни, α<sub>1</sub>-, α<sub>2</sub>-, β -, γ - глобуліни) та їх окремих представників (α<sub>1</sub>-антитрипсин, гаптоглобін, трансферин, церулоплазмін, α<sub>2</sub>-макроглобулін, інтерферон, фібриноген). Білки гострої фази (С-реактивний протеїн) та патологічні білки плазми крові (кріоглобулін, альфа-фетопропротеїн). Ферменти плазми крові (власні, індикаторні, екскреторні): окремі представники та їх значення для діагностики патологічних станів. (плазмоспецифічні, індикаторні). Кінінова система крові.</p>	2
38	<p><b>Біохімія еритроцитів. Біосинтез порфіринів та гему. Гемоглобін. Система гемостазу та фібринолізу</b></p> <p>Біосинтез порфіринів та гему. Порушення обміну порфіринів (порфірії). Гемоглобін: будова, види, сполуки, біосинтез, роль в транспорті кисню. Етапи біосинтезу гемоглобіну та їх регуляція. Гемоглобінози (гемоглобінопатії, талассемії).</p> <p>Згортальна, антизгортальна та фібринолітична системи крові. Роль ендотелію судин та тромбоцитів в гемостазі. Коагуляційний гемостаз: фази, шляхи, групи факторів згортання крові (в нормі та при патології). Антикоагулянти та інгібітори згортання крові (протеїн С, протеїн S, антитромбін III). Система фібринолізу (плазміноген, активатори та інгібітори). Молекулярні механізми засідання крові. Принципи лабораторної оцінки стану системи гемостазу</p>	2

39	<p><b>Біохімія імунних процесів. Біохімія запалення</b></p> <p>Загальна характеристика імунної системи (клітинна та гуморальна ланки). Кластери диференціації лімфоцитів (маркери Т- та В-лімфоцитів, нульових клітин) та методи їх дослідження. Імуноглобуліни: структура, біологічні функції. Медіатори і гормони імунної системи (цитокіни, інтерлейкіни, фактори росту). Біохімічні компоненти системи комплементу людини. Біохімічні механізми розвитку імунодефіцитних станів (первинні та вторинні імунодефіцити). Принципи лабораторної оцінки стану імунної системи системи.</p> <p>Біохімія запалення. Медіатори запалення та флогогенні чинники. Патогенетичні стадії запалення (альтерація, ексудація, проліферація). Пусковий механізм запалення, Toll-like рецептори та їх ліганди. Біохімічні етапи запальної відповіді. Медіатори запалення (клітинні циркулюючі). Утворення ліпідних медіаторів запалення. Характеристика ізоформ ЦОГ. Утворення активних форм кисню та азоту, їх роль в запальній реакції. Характеристика ізоформ синтази оксиду азоту. Білки гострої фази – класифікація, діагностичне значення. Регуляція запального процесу. Біохімічні основи протизапальної дії лікарських засобів.</p>	2
40	<p><b>Біохімія печінки. Пігментний обмін</b></p> <p>Печінка – центральний орган підтримки гомеостазу організму. Роль печінки в обміні вуглеводів (синтезі та розпаді глікогену, глюконеогенезі та ін.); обміні ліпідів (синтезі та розпаді жирних кислот, метаболізмі кетонових тіл та холестерину.); обміні білків та амінокислот; детоксикації аміаку та синтезі сечовини.</p> <p>Пігментний обмін. Катаболізм гемоглобіну: основні етапи, роль ретикуло-ендотеліальної системи та печінки. Обмін та характеристика жовчних пігментів (прямого та непрямого білірубіну, стеркобіліну та уробіліну). Рівень загального білірубіну та його фракцій в плазмі крові в нормі. Жовтяниці: визначення, класифікація. Характеристика набутих жовтяниць, їх біохімічна діагностика. Спадкові жовтяниці: характеристика, біохімічна діагностика. Склад та значення жовчі.</p>	2
41	<p><b>Детоксикаційна функція печінки. Біотрансформація ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Мікросомальне окиснення, реакції кон'югації, Р-глікопротеїн</b></p> <p>Поняття про ксенобіотики, шляхи метаболізму ксенобіотиків. Будова та функції мікросомальних електронно-транспортних ланцюгів (НАДФН- та НАДН-залежних). I фаза біотрансформації ксенобіотиків: приклади реакцій окиснення (гідроксилювання, деалкілювання), роль системи цитохромів P450. Феномен індукції ферментів метаболізму ксенобіотиків та його біомедичне значення. Поняття про метаболічну активацію ксенобіотиків та її наслідки для організму. II фаза біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних метаболітів: значення, загальні закономірності. Реакції кон'югації. Приклади реакцій кон'югації з глюкуроною, сірчаною, оцтовою кислотами, гліцином (утворення гіпурових кислот), глутатионом. Поняття про III фазу метаболізму ксенобіотиків та її біологічне значення (система Р-глікопротеїну).</p>	2
42	<p><b>Водно-мінеральний обмін. Біохімія нирок та сечі</b></p> <p>Класифікація та біологічне значення мінеральних речовин. Вода: будова, біологічне значення, обмін. Гормональна регуляція водно-мінерального обміну. Гормони - регулятори осмотичного тиску та концентрації іонів калію і натрію (антидіуретичний гормон, система ренін-ангіотензин-альдостерон, передсердний натрійуретичний пептид). Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація, біологічне значення. Основні функції нирок. Особливості обміну речовин в нирках. Механізм утворення сечі: фільтрація, реабсорбція, секреція. Кліренс: визначення, значення, приклади. Фізико-хімічні властивості сечі. Органічні і неорганічні компоненти сечі.</p>	2
43	<p><b>Біохімія м'язової та сполучної тканини</b></p> <p>Біохімія м'язової тканини. Характеристика білків, небілкових азотвмісних речовин та безазотистих сполук м'язів. Креатин, креатинфосфат, креатинін: синтез, біологічна роль. Енергопостачаючі процеси м'язового скорочення. Послідовність включення енергопостачаючих процесів під час м'язової роботи.. Молекулярні механізми скорочення та розслаблення поперечно-позмуглованих м'язів. Особливості скорочення гладеньких м'язів та кардіоміоцитів. Біохімічні зміни в м'язах під час тренування, гіпокінезії та втоми.. Біохімічні зміни при патології скелетних м'язів (м'язових дистрофія, атрофіях, метаболічних міопатіях) та серцевого м'язу (інфаркті міокарда, міокардитах, кардіоміопатіях)</p> <p>Сполучна тканина: види, функції, особливості будови, клітинні елементи. Біохімія основної речовини сполучної тканини: будова, функції, особливості метаболізму глікозаміногліканів, протеогліканів, структурних глікопротеїнів. Мукополісахаридози.</p>	2

	Біохімія волокон сполучної тканини: будова, функції, особливості біосинтезу та розпаду колагену та еластину. Молекулярні основи патології сполучної тканини: спадкові порушення будови колагенових та еластинових волокон (синдром Елерса-Данлоса, Менке, Марфана), колагенози, скорбут. Біохімічні маркери патології сполучної тканини	
44	<b>Біохімія нервової тканини</b> Особливості хімічного складу та метаболізму нервової тканини. Нейромедіатори та нейропептиди: представники, біологічне значення. Спинномозкова рідина: хімічний склад, зміни при патології. Біохімічні основи виникнення та проведення нервових імпульсів. Будова та функціонування хімічних синапсів. Поняття про нейромедіатори та нейромодулятори. Характеристика нейромедіаторів - збуджувальних (серотонін, гістамін, глутамат, аспартат), гальмівних (ГАМК, гліцин, таурин, аденозин) та змішаних (ацетилхолін, норадреналін, дофамін). Лікарські препарати, що впливають на нервову систему	2
45	<b>Підсумковий модульний контроль</b>	2
	<b>Усього</b>	46
	<b>Усього за аудиторну роботу з дисципліни «Медична біохімія»</b>	90

## 10. Тематичний план самостійної роботи аспірантів

№ з/п	Тема	К-ть годин	Вид контролю
	<b>Модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул</b>		
1	Підготовка до практичних занять – <i>теоретична підготовка та опрацювання практичних навичок</i>	-	Поточний контроль на практичних заняттях
2	<b>САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ТЕМ, ЯКІ НЕ ВХОДЯТЬ ДО ПЛАНУ АУДИТОРНИХ ЗАНЯТЬ</b>		
	Історія біохімії. Всесвітньовідомі нобелівські лауреати по біохімії (Д. Самнер, О. Варбург, П. Мітчел, Г.Кребс, Г.Ембден, М. Ніренберг). Розвиток біохімічних досліджень в Україні, науково-біохімічні школи (І.Я. Горбачевський, О.М. Бах, О.В. Палладін, Р.В. Чаговець, В.О.Беліцер, А.М. Утевський, Г.В. Троїцький, В.П.Вендт, Е.Ф. Шамрай, М.Ф. Гулий, Ю.В. Хмелєвський, С.В. Комісаренко). .	2	Підсумковий модульний контроль
	Методи дослідження в біохімії (хімічні, фізичні, біологічні, метод ферментативного аналізу). Матеріал для біохімічних досліджень. Принципи організації та функціонування живої матерії молекулярної економії, простої складності, комплементарності та ін.). Теорії походження біомолекул	2	
	Хімічні властивості амінокислот. Хімічні реакції амінокислот по -COOH, -NH <sub>2</sub> -групах і бічних радикалах. Кислотно-основні властивості амінокислот. Ізоелектрична точка амінокислот (ІЕТ, pI). Використання хімічних реакцій амінокислот в структурних дослідженнях і аналітичній практиці.	2	
	Кислотно-основні властивості білків і їх використання в методах розділення білків (іонообмінна хроматографія, електрофорез). Хімічна модифікація білків. Реакції окремих функціональних груп білків. Афінна модифікація.	2	
	Стратегія і практика визначення первинної структури білків. Хімічний гідроліз білків. Кількісний амінокислотний аналіз. Автоматичний амінокислотний аналіз: принцип методу і використання. Аналіз амінокислотної послідовності. Визначення N-кінцевих амінокислотних залишків. Методи Сенджера, Едмана. Метод з використанням амінопептидаз. Аналіз C-кінцевих амінокислотних залишків гідразином і карбоксипептидазним методами.	2	
	Історія ензимології (Ван Гельмонт, Кірхгоф, Лібіх, Пастер, Фішер, Кошланд, Ментен та Міхаеліс, Самнер, Мерріфільд, Томас Чек). Роль вітчизняних вчених у розвитку науки про ферменти. Докази хімічної природи ферментів. Рибозими – каталітичні молекули РНК. Значення дослідження будови та функцій ферментів, їх утворення, генетики ферментів для розвитку медицини, мікробіологічної промисловості, генної інженерії	2	

	Методи виділення та очищення ферментів. Основні методи виділення ферментів, їх позитивні сторони і недоліки, умови виділення. Очищення ферментів та його значення. Ферменти як лікарські засоби	2	
	Низькомолекулярні пептиди та білки як кофактори певних ферментних систем: тіоредоксин, ацетилтранспортні білки, фосфопантотеїнпротеїни, глутатіон	2	
	Історія відкриття та біологічне значення циклу трикарбонових кислот. Енергетичні ресурси. Аденілова система АТФ-АДФ як центральний переносник хімічної енергії в клітині. Локалізація і властивості АТФ і АДФ. Термодинамічні принципи функціонування системи АТФ-АДФ. Стандартна вільна енергія гідролізу АТФ. Фактори, які впливають на стандартну вільну енергію гідролізу АТФ у клітині. Високоенергетичні і низькоенергетичні фосфати. Фосфагени і їх біологічна роль.	2	
	Типи механізмів акумуляції енергії. Субстратне фосфорилування і фосфорилування в ланцюгу окислювально-відновних ферментів. Поняття первинного акцептора енергії при окиснювальних процесах. Мембранні аспекти проблеми біологічної трансформації енергії. Мітохондрії - розмір, форма і ультраструктура. Особливості внутрішніх і зовнішніх мітохондріальних мембран. Локалізація основних мітохондріальних ферментів. Поліфункціональність мембрани мітохондрій	2	
	Моносахариди: структура, властивості, стереохімія (D-, L-, $\alpha$ -, $\beta$ -форми, стереоізомери, епімери, аномери, енантіомери, явище мутаротації, рацемати). Моносахариди. D-ряди альдоз і кетоз. Похідні моносахаридів (альдонові, альдарові та уронові кислоти, амінопохідні, глікозиди). Гомополісахариди (глікоген, крохмаль, клітковина, пектинові речовини). Гетерополісахариди рослин, полісахариди клітинних стінок. Гетерополісахариди тварин (гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати, гепарин).	2	
	Харчове значення вуглеводів: добова потреба та енергетична цінність, роль моно-, ди- та полісахаридів у харчуванні. Харчові волокна: представники, біологічна роль, харчові джерела. Пристінкове травлення, всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів у кишечнику та їх транспорт у клітини. Недостатність дисахаридаз: причини та клініко-біохімічна характеристика	2	
	Спиртове бродіння: визначення, механізм (подібність та відмінність з гліколізом), біологічне значення	2	
	Значення глюкозо-лактатного та глюкозо-аланінового циклів в глюконеогенезі, човникові системи транспорту оксалоацетату з мітохондрій в цитозоль	2	
	Особливості метаболізму та біологічне значення фруктози та галактози. Ензимопатії обміну фруктози та галактози (фруктоземія, галактоземія, непереносимість фруктози)	2	
	Біологічне значення поліненасичених жирних кислот, особливості метаболізму. Есенціальні жирні кислоти. Значення омега-3 та омега-6 поліненасичених жирних кислот	2	
	Ліпотропні та ліпогенні фактори: механізм дії та біологічне значення. Біохімічні маркери жирової дистрофії печінки	2	
	Біохімічні основи дії гіполіпідемічних засобів (інгібітори ГМГ-КоА-редуктази, фібрати, омега-3-поліненасичені жирні кислоти). Біологічна роль мевалонової кислоти	2	
	Харчове значення білків: азотистий баланс (види, методи оцінки). Коефіцієнт зношування білків Рубнера. Аліментарний дефіцит білків (квашокоп, спру)	2	
	Способи знешкодження аміаку. Амоніотелічні, уреотелічні, урикотелічні види. Спадкові порушення орнітинового циклу сечовиноутворення (дефекти карбоамідофосфатсинтетази 1, орнітинкарбоамідофосфатсинтетази, аргініносукцинатсинтетази, аргініносукцинатліази). Біохімічна діагностика	2	
3	<b>Підготовка до підсумкового модульного контролю</b>	4	
	<b>Усього</b>	<b>44</b>	
	<b>Модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій</b>		
1	Підготовка до практичних занять – теоретична підготовка та опрацювання практичних навичок	-	Поточний контроль на практичних заняттях
2	<b>САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ ТЕМ, ЯКІ НЕ ВХОДЯТЬ ДО ПЛАНУ АУДИТОРНИХ ЗАНЯТЬ</b>		



	Історія дослідження нуклеїнових кислот. Досліди Гріффітса, Евері, Мак-Карті, Хочкінса. Роботи Кріка і Бреннера. Внесок вітчизняних вчених у вивчення нуклеїнових кислот.	2	Підсумковий модульний контроль
	Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Структура рибонуклеотидредуктазного комплексу (роль НАДФН, тіоредоксинредуктази, тіоредоксину).	2	
	Інгібітори синтезу нуклеотидів як протипухлинні засоби (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину, інгібітори тимідилатсинтази, дигідрофолатредуктази)	2	
	Внутрішньоклітинна локалізація нуклеїнових кислот. Поліморфізм ДНК. Характеристика А-, В-, С-, Т-, Z-, SBS-форм ДНК.	2	
	Реплікація, транскрипція вірусних геномів. Обернена транскрипція. Реплікація генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК → ДНК). Транскрипція генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК → РНК). Реплікація і транскрипція геномів РНК-вмісних вірусів.	2	
	Особливості структурної організації генома еукаріот. Сателітна ДНК. Помірні повтори, унікальні повтори. Мобільність генома прокаріот та еукаріот. Транспозони у бактерій. Мобільні дисперговані гени.	2	
	Молекулярні шаперони. Шапероніни - шаперони прокаріот, мітохондрій і протопластів. Родина білків hsp-70. Білки теплового шоку. Пріони	2	
	Нематричний синтез поліпептидів та білків (глутатіону, рилізінг-факторів, ендорфінів, кінінів)	2	
	Гормональна регуляція функції шлунково-кишкового тракту. Загальні властивості гормонів шлунково-кишкового тракту та їх класифікація, механізм дії.	2	
	Гормональна регуляція споживання їжі та насичення. Гормональна функція жирової тканини (адипокіни)	2	
	Гормони тимуса, плаценти та їх біологічна роль. Патологія	2	
	Гормональна регуляція серцево-судинної системи: вазоактивні речовини ендотеліальних клітин (простагландини, тромбоксани, оксид азоту, ендотеліни), роль вазопресину, ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, катехоламінів	2	
	Історія відкриття вітамінів. Антивітаміни – інгібітори ферментів. Значення вітамінів у гігієні харчування та медицині	2	
	Особливості обміну речовин в еритроцитах. Біохімічні основи гемолізу еритроцитів. Дефекти мембранних білків еритроцитів. Ензимопатії (дефіцит піруваткінази, глюкозо-6-фосфатдегідрогенази)	2	
	Білки плазми крові: диспротеїнемії, діагностичне значення протеїнограм	2	
	Гемоглобін і міоглобін: відмінності будови і структурної організації. Механізм оксигенації і його математичні моделі. Регуляція процесу оксигенації гемоглобіну метаболітами: ефект Бора, вплив 2,3-дифосфогліцерату і АТФ	2	
	Суперродина цитохрому P450 – історія відкриття, біологічне та медичне значення	2	
	Метаболізм етанолу та механізм його токсичної дії. Утворення та біологічна роль ендogenous етанолу.	2	
	Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація. Біологічне значення окремих макро- та мікроелементів (Na, K, Cl, Fe, F, I, Zn, Mg, Mn, Al, Co, Se, Br)	2	
	Родина натрійуретичних гормонів: передсердний натрійуретичний пептид, мозковий натрійуретичний пептид та С-тип натрійуретичного пептиду. Особливості будови, біологічна роль	2	
	Біохімічні зміни в міокарді при старінні та серцево-судинних захворюваннях	2	
	Біохімічні механізми патогенезу психічних розладів, нейрохімічні механізми дії психотропних засобів	2	
<b>3</b>	<b>Підготовка до підсумкового модульного контролю</b>	<b>4</b>	
	<b>Усього</b>	<b>46</b>	
	<b>Усього за самостійну роботу з дисципліни «Медицина біохімія»</b>	<b>90</b>	

#### 14. Рекомендована література

##### База:

1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. — Книга 2. Біологічна хімія: підручник (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської. - ВСВ «Медицина». - 2016.- 544 с.

2. Губський Ю.І. Біологічна хімія. / Губський Ю.І. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2007. – 656 с.
3. Губський Ю.І. Біологічна хімія. / Губський Ю.І. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2009. – 664 с.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2007. – 704 с.
5. Біологічна хімія / Л.М.Вороніна, В.Ф.Десенко, Н.М.Мадієвська та ін. - Харків: Основа, 2000.- 678 с.
6. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. - 774 с.
7. Mardashko O.O., Yasinenko N.Ye. Biochemistry. Text of lectures.- Odessa.The Odessa - 2003.- 416 p.
8. Chatterjea M.N., Shinde Rana. Textbook of Medical Biochemistry. – New Delphi: Taypee, 2007.

#### **Допоміжна:**

1. Клінічна біохімія (Підручник) /За ред. проф. Склярова О.Я. – К.: Медицина, 2006. – 432 с.
2. Біохімічні показники в нормі і при патології (Довідник) / За ред. проф. Склярова О.Я. – К.: Медицина, 2007. – 320 с.
3. Клінічна біохімія: навч. посібник / За ред. О.П.Тимошенко. – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 288 с.
4. Клінічна лабораторна діагностика в 2-х частинах: Нормативне виробничо-практичне видання. – К.: МНІАЦ медичної статистики; МВЦ “Медінформ”, 2007.-332с., 336с
5. Луньова Г.Г., Ліпкан Г.М. Клінічна лабораторна діагностика порушень системи гемостазу. – Київ, 2011. – 280 с.
6. Биохимия / под ред. Северина Е.С.: – 2-е изд., испр. – М.: ГЭОТАР-Мед., 2004. – 784 с.
7. Биохимия / под ред. Северина Е.С.: – 4-е изд., испр. – М.: ГЭОТАР-Мед., 2006. – 784 с.
8. Биохимия с упражнениями и задачами / Под ред. Е.С. Северина, А.Я. Николаева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2008. – 386 с.
9. Горячковский А.М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике.- Одесса: Экология, 2005.- 610 с.
10. Долгов В. В. Лабораторная диагностика нарушенной гемостаза : Справочное пособие / В. В. Долгов, П. В. Свирин. - М. - Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2005. - 227 с.
11. Исследование системы крови в клинической практике / под ред. Г. И. Козинца, В. А. Макарова. - Москва : Триада-Х, 1997. - 480 с.
12. Камышников В.С. Карманный справочник врача по лабораторной диагностике. – Мн.: МЕДпресс-информ, 2007. – 400 с.
13. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: в 2 т. – Мн.: Беларусь, 2000. - 958 с.
14. Клиническая биохимия / Цыганенко А.Я., Жуков В.І., Леонов В.В., Мясоєдов В.В., Завгородний И.В. – Х.: Факт, 2005. – 456 с.
15. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуедл В. Биохимия человека: В 2-х т.- М: Мир, 1993.- т.1. – 381с., т.2. – 414 с.
16. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. – М.: ООО « медицинское информационное агенство», 2003. – 544 с.
17. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 408 с.
18. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – 408 с.
19. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 3. – 408 с
20. Метаболізм гомоцистеїну та його роль у патології / О. О. Пентюк, М. Б. Луцюк, І. І. Андрушко, К. П. Поставітенко // Український біохімічний журнал. – 2003. – Т.75, №1. – С. 5–17.

21. Пентюк О. О., Качула С. О., Герич О. Х. Цитохром P4502E1: поліморфізм, фізіологічні функції, регуляція, роль у патології // Укр. біохім. журн. – 2004 – Т. 76, № 5. - С. 16–28.
22. Современные представления о системе гемостаза / Волков Г.Л., Платонова Т.Н., Савчук А.Н. [та ін.]. – Киев : Наукова думка, 2005. - 292 с.
23. Спиричев В. Б. Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения / В. Б. Спиричев. - М.: Наука, 1984. - 170 с.
24. Шиффман Ф. Д. Патопфизиология крови / Ф. Д. Шиффман, пер. с англ. Е. Б. Жибурта, Ю. Н. Токарева. – Москва : Издательство БИНОМ, 2007. – 448 с.
25. Atef Tadros Fahim, Hanan Abd El-Gawad. Biochemistry. Parts 1 and 2. – Cairo and October 6<sup>th</sup> University – 2004/2005 – 334 p.
26. Hydrogen sulfide: modern aspects of metabolism, biological and medical role / Zaichko N. V., Melnik A. V., Yoltukhivskyu M. M. [et al.] // Ukr. Biochem. J. - 2014. - Vol. 86, №5. - P. 5-25.
27. Lieberman M., Marks A.D., Smith C. Marks' Essential Medical Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins – 2007. -565 p.
28. Lippincott's illustrated reviews: biochemistry / P. Champe, R. Harvey, D. Ferrier. — Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2005. — 534 p.
29. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry.- 4-th ed. - New York. W.H. Freeman and Company, 2005. -1010 p.
30. Wilson G.N. Biochemistry and Genetic. Pre-Test. – Dallas, Texas, 2002.- 297 p.

#### **15. Інформаційні ресурси**

адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)

бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)

<http://www.brenda-enzymes.org/>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

<http://www.annualreviews.org/journal/biochem>

<http://ukrbiochemjournal.org/>