

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ А.В. Пантелеймонов

Робоча програма навчальної дисципліни

**Біологія, метаболізм та систематика мікроорганізмів**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_

галузь знань \_\_\_\_\_ 09 Біологія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ 091 Біологія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

освітня програма \_\_\_\_\_ Біологія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ за вибором \_\_\_\_\_  
обов'язкова / за вибором

факультет \_\_\_\_\_ біологічний \_\_\_\_\_

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

19 червня 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Віннікова О.І., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів  
Протокол від 14 червня 2019 року, № 21

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.Ф. Тимошенко

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету  
Протокол від 18 червня 2019 року, № 11

Голова науково-методичної комісії біологічного факультету

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.В. Мартиненко

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Біологія, метаболізм та систематика мікроорганізмів” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки Біологія

перший (бакалаврський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 091 Біологія

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів системи теоретичних знань з систематики прокаріот, особливостей метаболізму і біології прокаріот.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни - надати знання з питань систематики прокаріот, їх класифікації, таксономії та номенклатури, ознайомити з особливостями метаболізму та біології прокаріот окремих таксономічних чи фізіологічних груп, а також привити навички практичної орієнтації, необхідні для ідентифікації мікробіологічних об'єктів.

1.3. Кількість кредитів - 4

1.4. Загальна кількість годин - 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
7-й	7-й
Лекції	
16 год.	14 год.
Практичні, семінарські заняття	
8 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
96 год.	100 год.
Індивідуальні завдання	
20 год. (за рахунок самостійної роботи)	0 год.

1.6. Заплановані результати навчання

В результаті навчання за даним курсом студенти повинні знати особливості метаболізму прокаріотів, засвоїти принципи класифікації мікроорганізмів та різних систематик бактерій, фенотипічний та генотипічний підходи до класифікації прокаріотів, загальну характеристику філ прокаріотів, особливості біології патогенних, умовно-патогенних і непатогенних прокаріотів, а також особливості біології прокаріотів ґрунту, води, повітря, опадів. Окрім того, студенти повинні навчитися використовувати теоретичні знання з систематики прокаріот для ідентифікації, мікробіологічних об'єктів, використовувати знання біології патогенних бактерій, аналізувати систематичну структуру мікробіоценозів при дослідженні мікрофлори ґрунту, води, повітря, опадів, використовувати знання особливостей біології окремих промислово значимих груп мікроорганізмів.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Основи живлення прокариот. Енергетичний метаболізм

**Тема 1. Катаболізм і анаболізм.** Типи живлення прокариот: гетеротрофний та автотрофний. Джерела енергії, донори електронів та джерела вуглецю у живленні прокариот. Розподіл прокариот за можливими джерелами енергії, електронів та вуглецю. Головні та мінорні біоелементи, фактори росту та їх роль в метаболізмі прокариот. Механізми поглинання субстратів мікроорганізмами: пасивна та полегшена дифузії, активний транспорт, перенос груп. Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму, їх особливості та функції в клітині. Джерела одержання енергії мікроорганізмами: органічні та неорганічні сполуки, енергія світла.

**Тема 2. Хемоорганотрофне одержання енергії.** Підготовчий метаболізм, його особливості та функції. Катаболітичне перетворення гексоз: гліколіз (гексозобісфосфатний шлях Ембдена-Мейергофа-Парнаса), гексозомонофосфатний шлях Варбурга-Диккенса-Хореккера (пентозофосфатний шлях) та гексозомонофосфатний шлях Ентнера-Дудорова. Бродіння. Різноманітність типів бродіння за способом використання пірувату (оцтовокисле, спиртове, молочнокисле). Дихання. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса). Гліоксилатний шунт (цикл Корнберга). Пентозофосфатний цикл Варбурга-Диккенса-Хореккера.

Електрон-транспортні дихальні ланцюги. Донори та акцептори електронів в метаболізмі прокариот.

**Тема 4. Хемолітотрофне одержання енергії.** Загальні особливості хемолітотрофії, типи хемолітотрофії. Вуглецева хемолітотрофія. Метанотрофія. Метилотрофія. Карбоксидотрофія. Воднева хемолітотрофія. Азотна хемолітотрофія. Біохімія окиснення аміаку: перша та друга фаза нітрифікації (нітробактерії, нітробактерії). Анаеробне окиснення аміаку. Сіркова хемолітотрофія. Біохімія окиснення елементарної сірки та сульфідів.

**Тема 5. Фототрофне одержання енергії. Оксигенна та аноксигенна фототрофія.** Два способи асиміляції світлової енергії. Мономолекулярна протонфорна система (каротинопротеїн). Мультипептидні фотосинтетичні апарати. Оксигенна та аноксигенна фототрофія. Фотосинтетичні пігменти. Компоненти фотосинтетичних електрон-транспортних ланцюгів. Реакційні центри, світлозбираючі комплекси (антени), фотосистеми. Принцип функціонування фотосистем.

### Розділ 2. Конструктивний метаболізм прокариотів

**Тема 6. Анаболізм. Вуглецева автотрофія. Шляхи синтезу вуглеводів мікроорганізмами.** Структура анаболізму, його зв'язок з катаболізмом. Асиміляція неорганічного вуглецю мікроорганізмами. Вуглецева автотрофія. Відновлюючий пентозофосфатний цикл (цикл Кальвіна-Бенсона-Бессема): фіксація CO<sub>2</sub>, відновлення зафіксованого CO<sub>2</sub>, регенерація акцептора CO<sub>2</sub>. Альтернативи циклу Кальвіна: відновлююче карбоксилування органічних кислот (цикл Івенса-Б'юкенена-Арнона). Сериновий шлях (цикл О'Коннора-Хенсона): асиміляція CO<sub>2</sub> і формальдегіду. Синтез вуглеводів.

**Тема 7. Асиміляція азоту мікроорганізмами. Асиміляторна нітрат редукція та азотфіксація.** Джерела азоту, що використовуються мікроорганізмами. Асиміляторна нітратредукція. Азотфіксація. Будова та функціонування нітрогеназного комплексу. Шляхи включення амонію в біосинтез: глутаматний та глутаміновий шляхи. Синтез амінокислот. Синтез нуклеотидів. Особливості та механізм синтезу пуринів. Особливості та механізм синтезу піримідинів.

### Розділ 3. Місце бактерій в біологічній мегасистемі. Систематика архей

**Тема 8. Систематика, номенклатура та принципи класифікації прокариотів.** Термінологія систематики, номенклатури, ідентифікації. Визначення понять "вид", "штам", "клон" у прокариотів. Міжнародний Кодекс номенклатури бактерій. Визначники бактерій: "Определитель Бэрги", "Руководство по систематике бактерий Бэрги". Принципи різних систематик бактерій. Значення культурально-морфологічних, цитологічних, фізіолого-біохімічних, молекулярно-генетичних, імунологічних, серологічних та інших методів для класифікації мікроорганізмів. Фенотипічний та генотипічний підходи до класифікації прокариотів. Поняття про бактеріальні об'єкти, що культивуються і не культивуються, про фантомні та криптичні об'єкти.

**Тема 9. Систематика архей.** Філа AI Crenarchaeota, Клас: Thermoprotei, Порядки: Thermoproteales, Sulfolobales, Desulfurococcales. Особливості будови клітинних структур, пов'язані з існуванням за високої температури. Фізіологічні властивості та екологічні ніші екстремальних архей. Найчисельніша філа архей – AII Euryarchaeota. Різноманітність морфології клітин представників філи. Фізіологічні групи архей даної філи: метаногени, екстремальні галофіти, екстремальні термоацидофіли, сірку-відновлюючі гіпертермофіли, сульфат-відновлюючі екстремальні термофіли. Нові філи архей: особливості будови, фізіології, метаболізму, екологічні ніші представників філи Nanoarchaeota, філи Thaumarchaeota, філи Aigarchaeota та філи Lokiarchaeota.

#### **Розділ 4. Систематика бактерій**

**Тема 10. Філи VI-VIX.** Філа VI Aquificae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Aquificae, порядок Aquificales. Філа VII Thermotogae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Thermotogae, порядок Thermotogales. Філа VIII Thermodesulfobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Thermodesulfobacteria, порядок Thermodesulfobacteriales. Філа BIV “Deinococcus-Thermus”: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Deinococci, порядки Deinococcales і Thermales. Філа BV Chrysiogenetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Chrysiogenetes, порядок Chrysiogenales. Філа BVI Chloroflexi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Chloroflexi, порядки Chloroflexales і Herpetosiphonales. Філа BVII Thermomicrobia: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Thermomicrobia, порядок Thermomicrobiales. Філа BVIII Nitrospirae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Nitrospirae, порядок Nitrospirales, роди Nitrospira, Leptospirillum, Magnetobacterium, Thermodesulfobacterium. Філа BIX Deferribacteres: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Deferribacteres, порядок Deferribacterales, роди Deferribacter, Flexistipes, Synergistes.

**Тема 11. Фототрофні бактерії.** Філа BX Cyanobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Філа BXI Chlorobi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Chlorobi, порядок Chlorobiales, роди Chlorobium, Pelodictyon, Prothecochochloris.

**Тема 12. Найбільш гетерогенна Філа B XII.** Філа B XII Proteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас 1: Alphaproteobacteria, порядки Rhodospirillales, Rhodobacterales, Rickettsiales Caulobacterales, Rhizobiales. Клас 2: Betaproteobacteria, порядки Methylophilales, Neisseriales, Nitrosomonadales. Клас 3: Gammaproteobacteria, порядки Xantomonadales, Pseudomonadales, Methylococcales, Vibrionales, Enterobacterales. Клас 4: Deltaproteobacteria, порядок Bdellovibrionales – особливості життєвого циклу. Клас 5: Epsilonproteobacteria, порядок Campylobacterales – збудники кишкових захворювань людини і тварин.

**Тема 13. Бактерії, що мають переважно грам-позитивний морфотип та здатні утворювати ендоспори.** Філа B XIII Firmicutes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Clostridia, порядок Clostridiales. Бактерії, що не мають клітинної стінки – Клас 2: Mollicutes, порядки Mycoplasmatales, Acholeplasmatales. Клас 3: Bacilli, порядки Bacillales, родини Bacillaceae, Staphylococcaceae; порядок Lactobacillales, родини Lactobacillaceae, Enterobacteriaceae (група кишкової палички), Leuconostocaceae, Streptococcaceae.

**Тема 14. Колишня група актиноміцетів та облигатні енергетичні паразити.** Філа B XIV Actinobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Actinobacteria, порядок Actinomycetales, родини Actinomycetaceae, Corynebacteriaceae, Propionibacteriaceae, Streptomycetaceae; порядок Bifidobacteriales. Філа B XV Planctomycetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Planctomyces, порядок Planctomycetales. Філа B XVI Chlamydiae: загальна характеристика, особливості метаболізму, захворювання, збудниками яких є представники даної групи. Клас Chlamydiae, порядок Chlamydiales.

**Тема 15. Небагаточисельні філи бактерій.** Філа B XVII Spirochaetes: характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Spirochaetes, порядок Spirochaetales. Філа

BXVIII Fibrobacteres: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Fibrobacteres, порядок Fibrobacterales. Філа BXIX Acidobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Acidobacteria, порядок Acidobacteriales. Філа BXX Bacteroidetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас 1: Bacteroides, порядок Bacteroidales; Клас 2: Flavobacteria, порядок Flavobacteriales. Філа BXXI Fusobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Fusobacteria, порядок Fusobacteriales. Філа BXXII Verrucomicrobia: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Verrucomicrobia, порядок Verrucomicrobiales. Філа BXXIII Dictyoglomi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші. Клас Dictyoglomi, порядок Dictyoglomales. Нова філа Gemmatimonadetes. Особливості будови, метаболізму та екологічні ніші єдиного представника філи – *Gemmatimonas aurantiaca*.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	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	0	13
<b>Розділ 1. Основи живлення прокариот. Енергетичний метаболізм</b>												
Разом за розділом 1	20	4	2	0	0	14	30	4	1	0	0	25
<b>Розділ 2. Конструктивний метаболізм прокариотів</b>												
Разом за розділом 2	30	4	2	0	0	24	30	4	1	0	0	25
<b>Розділ 3. Місце бактерій в біологічній мегасистемі. Систематика архей</b>												
Разом за розділом 3	20	2	2	0	0	16	20	2	1	0	0	17
<b>Розділ 4. Систематика бактерій</b>												
Разом за розділом 4	30	6	2	0	0	22	40	4	3	0	0	33
ІНДЗ	20	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>76</b>	<b>120</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

#### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основи живлення прокариот: автотрофність і гетеротрофність, джерела живлення та енергії.	2	1
2	Азотфіксація: джерела енергії, особливості процесу у різних груп прокариот, будова та функціонування нітрогеназного комплексу.	2	1
3	Систематика, номенклатура та принципи класифікації прокариотів.	2	1
4	Небагаточисельні філи бактерій.	2	3
	<b>Разом</b>	<b>8</b>	<b>6</b>

## 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
<b>Розділ 1. Основи живлення прокаріот. Енергетичний метаболізм</b>			
1	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття «Основи живлення прокаріот: автотрофність і гетеротрофність, джерела живлення та енергії», підготування доповіді або презентації.	6	6
2	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо можливих джерел енергії, донорів електронів та джерел вуглецю у живленні прокаріот. Проаналізувати дані щодо розподілу прокаріот за можливими джерелами енергії, електронів та вуглецю.	4	8
3	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо особливостей катаболізму та анаболізму як складових частин метаболізму, їх особливості та функції в клітині.	2	6
4	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання скласти характеристику електрон-транспортних дихальних ланцюгів прокаріот.	2	7
<b>Розділ 2. Конструктивний метаболізм прокаріотів</b>			
5	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття «Азотфіксація: джерела енергії, особливості процесу у різних груп прокаріот, будова та функціонування нітрогеназного комплексу», підготування доповіді або презентації.	5	5
6	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо загальних особливостей хемолітотрофії, типів хемолітотрофії, асиміляції неорганічного вуглецю мікроорганізмами та вуглецевої автотрофії.	6	6
7	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання опрацювати та занотувати інформацію щодо біохімії окиснення елементної сірки та сульфідів.	3	4
8	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо способів асиміляції світлової енергії та функціонування протонофорної системи.	3	4
9	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання скласти порівняльну характеристику фотосинтетичних пігментів прокаріот та проаналізувати принципи функціонування фото систем.	4	4
10	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо синтезу вуглеводів та асиміляції неорганічного вуглецю мікроорганізмами.	3	4
<b>Розділ 3. Місце бактерій в біологічній мегасистемі. Систематика архей</b>			
11	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття «Систематика, номенклатура та принципи класифікації прокаріотів», підготування доповіді або презентації.	5	5
12	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо термінології систематики, номенклатури, ідентифікації мікроорганізмів.	5	6
13	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання ознайомитися з Міжнародним Кодексом номенклатури бактерій та визначниками бактерій: “Определитель Бэрги”, “Руководство по систематике бактерий Бэрги”.	6	6
<b>Розділ 4. Систематика бактерій</b>			
14	Аналіз наукової літератури для підготовки до практичного заняття «Небагаточисельні філи бактерій», підготування доповіді або презентації.	5	5

15	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання скласти порівняльні таблиці з характеристиками фототрофних бактерій.	3	4
16	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо небагаточисельних філ бактерій.	3	4
17	Використовуючи джерела зі списку літератури або інтернет-посилання проаналізувати інформацію щодо особливостей систематики найбільш чисельної філи Протеобактерії.	3	4
18	Використовуючи джерела зі списку літератури, інтернет-посилання, статті у наукових журналах, проаналізувати отриману інформацію для написання курсової роботи за обраною темою.	8	0
19	Використовуючи джерела зі списку літератури, інтернет-посилання, статті у наукових журналах, проаналізувати інформацію щодо бактерій з грампозитивним морфотипом та філи енергетичних паразитів – хламідій.	0	12
20	Виконання ІНДЗ у вигляді курсової роботи.	20	0
	<b>Разом</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом передбачено індивідуальне завдання у вигляді курсової роботи для студентів денної форми навчання. Курсові роботи виконуються згідно запропонованих тем (наведено у Додатках), або тем, які самостійно обирають студенти, в рамках програми курсу. Обсяг роботи — до 30 сторінок друкованого тексту. Робота повинна бути структурованою, має містити титульну сторінку, зміст та перелік інформаційних джерел, який складається за правилами для написання дипломних робіт. При написанні роботи необхідно користуватися сучасними науковими статтями, збірками праць, монографіями. Робота не повинна містити аналіз статей, які мають не науковий, а популярний чи публіцистичний зміст.

## 7. Методи контролю

**Самоконтроль.** Контрольні питання з відповідних розділів курсу можна використовувати для самопідготовки і самоконтролю, які студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

**Поточний контроль.** Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- усне опитування: здійснюється впродовж занять з метою контролю засвоєння теоретичних положень щодо теми, яка обговорюється;

- доповідь: призначена для контролю та формування здатності студентів узагальнювати набуті знання та отриману самостійно інформацію за обраною темою з даного курсу

- теоретична контрольна робота: передбачає письмову відповідь на поставлене теоретичне питання.

**Підсумковий контроль.** Екзаменаційна робота у письмовій формі.

## 8. Схема нарахування балів

Для денної форми навчання:

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання															Курсова робота передбачена навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1 (мін. 5, макс.10)					Розділ 2 (мін.2, макс.4)		Розділ 3 (мін.3, макс.6)		Розділ 4 (мін. 10, макс. 20)									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15				
2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	3	3	3	3	20	60	40	100

Примітка: T1, T2 ... – теми розділів.



Для заочної форми навчання:

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання															Екзамен	Сума		
Розділ 1 (мін. 5, макс.10)					Розділ 2 (мін. 2, макс.4)		Розділ 3 ( мін.3, макс.6)		Розділ 4 (мін. 15, макс. 30)								Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15				
2	2	2	2	2	2	2	3	3	6	6	6	6	6	6	10	60	40	100

Примітка: T1, T2 ... – теми розділів.

Максимальну кількість балів студент отримує за умови відвідування практичних занять, здійснення доповіді та активної участі у проведенні таких занять, також за умови правильної відповіді на поставлене запитання під час опитування та за умови вірної відповіді на усі питання тестової роботи. Мінімальну кількість балів студент отримує за умови присутності на практичному занятті, не активної роботи або за умови невірної відповіді, а також за неповну відповідь під час опитування або при написанні тестової роботи.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

### 1. Основна література

1. Белясова Н.А. Микробиологія: учебник. – Минск: Выш. шк., 2012. – 443 с.
2. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч.посібник / І.П. Козлова, О.С. Радченко, Л.Г. Степура, Т.О. Кондратюк.- К.: Наук.думка, 2008.- 528 с.
3. Кондратьева Е.Н. Автотрофные прокариоты. М. МГУ. 1996. 312 с.
4. Лысак В.В. Конспект лекцій по спецкурсу «Важнейшие группы прокариотических организмов». – Минск: БГУ, 2007. – 138 с.
5. Определитель бактерий Берджи (Под ред. Заварзина Г.А.). – М. Мир, 1997. – т. 1. – 430 с., т. 2. – 800 с.
6. Пиневич А.В. Микробиология. Биология прокариотов: Учебник. В 3 т. Т. 1. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2007. – 352 с.
7. Пиневич А.В. Микробиология. Биология прокариотов: Учебник. В 3-х т. Том 2. — С.-Пб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. — 331 с.
8. Bergey's manual of systematic bacteriology: 2nd edition. Vol 1 ,2A, 2B, 2C, 3, 4, 5. – Springer, 2001-2012.

### Допоміжна література

1. Антонов А.С. Геносистематика: от Э. Чаргаффа и А.Н. Белозерского до наших дней // Молекулярная биология. – 2005. – Т. 39, № 4. – С. 581-589.
2. Бажанов Д.П., Яцевич К.К. Таксономическая гетерогенность коллекционных штаммов флуоресцирующих псевдомонад // Микробиология. – 2011. – Т. 80, № 1. – С. 93-99.
3. Ботина С.Г., Климина К.М., Коробан Н.В., Амерханова А.М., Зинченко В.В., Даниленко В.Н. Реклассификация отечественных пробиотических культур бактерий рода *Lactobacillus* // Генетика. – 2010. – Т. 46, № 11. – С. 1485-1492.
4. Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. Учебник для вузов. М.: Изд-во МГУ.2012 480с.
5. Готтшалк.Г. Метаболизм бактерий. — М: Мир, 1982. — 310 с.

6. Грачева И.В., Караваева Т.Б., Меркулова Т.К., Плотников О.П. Современное состояние классификации некоторых патогенных представителей родов *Bacillus*, *Brucella*, *Burkholderia*, *Francisella*, *Vibrio*, *Yersinia* // Проблемы особо опасных инфекций. – 2009. – № 1(99). – С. 42-49.
7. Ефимова М.В., Ефимов А.А. Синезеленые водоросли или цианобактерии вопросы систематики // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – С. 5-11.
8. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию: Учебное пособие. – М.: Книжный дом “Университет”, 2001. – 256 с.
9. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1–3. — М.: Мир, 1985.
10. Практикум по микробиологии / Под ред. Нетрусова А.И. – М.: Academia, 2005. – 608 с.
11. Осина А.В., Червякова Н.С., Портенко С.А., Абдрашитова А.С., Куклев В.Е. Применение автоматизированных систем идентификации микроорганизмов для верификации таксономической принадлежности коллекционных штаммов патогенных бактерий // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016, №3. – С. 79-83
12. Черноусова Е.Ю., Белоусова Е.В., Гавриш Е.Ю., Дубинина Г.А., Турова Т.П., Грабович М.Ю. Молекулярная филогения и систематика бесцветных нитчатых серобактерий рода *Thiothrix* // Микробиология. – 2012. – Т. 81, № 3. – С. 361-367.
13. Davey M.E., O’toole G.A. Microbial Biofilms: from Ecology to Molecular Genetics // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2000. – V.64, N4. – P.847-867.
14. E. Rosenberg et al. (eds.), The Prokaryotes – Other Major Lineages of Bacteria and the Archaea // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2014. – P. 347-363.
15. Gunsalus I.C., Ornston L.N., Sokatch J.R., Stanier R.Y. The Bacteria. – V.1 – 12. – New York Academic Press.-1990.
16. Moat A.G., Foster J.W., Spector M.P. Microbial physiology. — Fourth Edition. — New York: Wiley-Liss, Inc., 2002. — 714 p.
17. Palmer T., Berks B.C. Moving folder proteins across the bacterial cell membrane // Microbiology. – 2003. – V.149. – P. 547-556.
18. Richardson D.J. Bacterial respiration: a flexible process for a changing environment // Microbiology. – 2000. – V. 146. – P. 551-571.
19. The diversity of metabolism in procariotes. – Todar’s Online Textbook of Bacteriology. – 2004. – Kenneth Todar University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology.
20. Landa M. J. Taxonomic update on proposed nomenclature and classification changes for bacteria of medical importance // Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. – 2016. – Vol. 86. – P. 123-127.

#### **10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. <http://www.bacterio.net/> – список узаконених назв бактерії та їх номенклатура
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8817/> – кодекс номенклатури бактерій
3. <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/MicrobeWiki> – пошук таксономічних груп прокариот та їх короткої характеристики
4. <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem> – міжнародний журнал з систематики та еволюції бактерій
5. <http://www.hindawi.com/journals/archaea/> – міжнародний журнал з систематики та біології архей
6. <http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07.html> – статті та реферати провідних журналів.
7. <http://elib.bs.u.by/handle/123456789/120037> – матеріали з систематики бактерій.

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**  
для перевірки знань за розділами та підсумкового контролю

1. Типи живлення прокаріот: гетеротрофний та автотрофний.
2. Джерела енергії, донори електронів та джерела вуглецю у живленні прокаріот — загальна характеристика.
3. Пасивна та полегшена дифузії, активний транспорт, перенос груп.
4. Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму. Гідроліз целюлози, крохмалю.
5. Розщеплення амінокислот та ароматичних сполук.
6. Катаболітичне перетворення гексоз.
7. Роль бродіння для прокаріотів і типи бродіння за способом використання пірувату.
8. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса) прокаріотної клітини.
9. Пентозофосфатний цикл Варбурга-Диккенса-Хореккера, який здійснюють прокаріоти.
10. Електрон-транспортні дихальні ланцюги прокаріотної клітини.
11. Донори та акцептори електронів в метаболізмі прокаріот.
12. Вуглецева хемолітотрофія.
13. Воднева хемолітотрофія.
14. Азотна хемолітотрофія.
15. Анаеробне окиснення аміаку.
16. Сіркова хемолітотрофія.
17. Оксигенна та аноксигенна фототрофія — загальне та відмінності.
18. Шляхи гідролізу АТФ при біосинтезі.
19. Відновлюючий пентозо-фосфатний цикл (цикл Кальвіна-Бенсона-Бессема).
20. Альтернативи циклу Кальвіна.
21. Сериновий шлях (цикл О'Коннора-Хенсона).
22. Синтез амінокислот.
23. Синтез нуклеотидів.
24. Синтез насичених и ненасичених жирних кислот.
25. Синтез гліцероліпідів бактерій і архей.
26. Місце бактерій в біологічній мегасистемі.
27. Визначення понять “вид”, “штам”, “клон” у бактерій.
28. Значення різних методів дослідження для класифікації мікроорганізмів.
29. Фенотипічний та генотипічний підходи до класифікації прокаріотів.
30. Поняття про бактеріальні об’єкти, що культивуються і не культивуються, про фантомні та криптичні бактеріальні об’єкти.
31. Термофільні та гіпертермофільні археї.
32. Фізіологічні властивості та екологічні ніші екстремальних архей.
33. Філа АII Euryarcheota: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
34. Філа Nanoarcheota. Особливості будови, фізіології, метаболізму, екологічні ніші єдиного представника філи.
35. Загальна характеристика нових філ архей.
36. Філа VI Aquificae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
37. Філа VII Thermotogae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
38. Філа VIII Thermodesulfobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
39. Філа XIV “Deinococcus-Thermus”: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
40. Філа XV Chrysiogenetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
41. Філа XVI Chloroflexi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
42. Філа XVII Thermomicrobia: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
43. Філа XVIII Nitrospirae: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
44. Філа XIX Deferribacteres: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
45. Філа XX Cyanobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
46. Філа XXI Chlorobi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.

47. Філа ВХІІ Proteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
48. Клас 1 Alphaproteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
49. Клас 2 Betaproteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
50. Клас 3 Gammaproteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
51. Клас 4 Deltaproteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
52. Клас 5 Epsilonproteobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
53. Філа ВХІІІ Firmicutes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
54. Клас 2 Mollicutes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
55. Клас 3 Bacilli: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
56. Філа ВХІV Actinobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
57. Філа ВХV Planctomycetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
58. Філа ВХVІ Chlamydiae: загальна характеристика, особливості метаболізму, захворювання, збудниками яких є представники даної групи.
59. Філа ВХVІІ Spirochaetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
60. Філа ВХVІІІ Fibrobacteres: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
61. Філа ВХІХ Acidobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
62. Філа ВХХ Bacteroidetes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
63. Філа ВХХІ Fusobacteria: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
64. Філа ВХХІІ Verrucomicrobia: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
65. Філа ВХХІІІ Dictyoglomi: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
66. Особливості будови, метаболізму та екологічні ніші представника філи Gemmatimonadetes – *Gemmatimonas aurantiaca*.

## **Орієнтовний перелік тем для написання курсової роботи.**

1. Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму, їх особливості та функції в клітині.
2. Розщеплення амінокислот та ароматичних сполук.
3. Електрон-транспортні дихальні ланцюги прокариотної клітини.
4. Вуглецева хемолітотрофія.
5. Воднева хемолітотрофія.
6. Азотна хемолітотрофія.
7. Шляхи гідролізу АТФ при біосинтезі.
8. Представники Класу 1 Alphaproteobacteria: особливості біології, екологічні ніші.
9. Представники Класу 2 Betaproteobacteria: особливості біології, екологічні ніші.
10. Представники Класу 3 Gammaproteobacteria: особливості біології, екологічні ніші.
11. Представники Класу 4 Deltaproteobacteria: особливості біології, екологічні ніші.
12. Представники Класу 5 Epsilonproteobacteria: особливості біології, екологічні ніші.
13. Представники Класу 2 Mollicutes: загальна характеристика, особливості метаболізму, екологічні ніші.
14. Представники Класу 3 Bacilli: особливості біології, екологічні ніші.
15. Представники Філи ВХVI Chlamydiae – збудники захворювань людини і тварин.
16. Представники Філи ВХVII Spirochaetes: особливості біології, захворювання людини, що спричинюють спірохети.
17. Представники Філи ВХVIII Fibrobacteres: особливості біології, екологічні ніші.
18. Представники Філи ВХХ Bacteroidetes: особливості біології, захворювання людини, що спричинюють бактероїди.
19. Представники Філи ВХХI Fusobacteria: особливості біології, захворювання людини, що спричинюють фузобактерії.
20. Термофільні та гіпертермофільні археї.

## **Вимоги до написання курсової роботи з даного курсу**

При написанні курсової роботи студенти обирають одну з запропонованих тем, або обирають самостійно, керуючись програмою курсу. Робота повинна бути структурованою та викладатися послідовно і логічно. Робота повинна містити аналіз сучасної літератури щодо обраної теми, або, за необхідності, аналіз більш ранніх джерел. Робота має складатися зі вступу, основної частини, заключення (висновків) та містити перелік використаних джерел. Даний перелік необхідно скласти, керуючись рекомендаціями, викладеними в Положенні про написання магістерських робіт.