

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова науково-методичної  
ради НУВГП  
е-підпис Олег ЛАГОДНЮК  
«16» вересня 2021

03-02-02S

## СИЛАБУС

освітньої компоненти

## SYLLABUS

<b>Загальна мікробіологія та вірусологія</b>		<b>General Microbiology and Virology</b>
Шифр за ОП	<b>OK11</b>	Code in Educational Program
Освітній рівень: бакалаврський (перший)		Educational level: Bachelor's (first)
Галузь знань <b>Хімічна та біоінженерія</b>	<b>16</b>	Field of knowledge: <b>Chemical and Bioengineering</b>
Спеціальність: <b>Біотехнології та біоінженерія</b>	<b>162</b>	Field of study: <b>Biotechnology and Bioengineering</b>
Освітня програма: <b>Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика</b>		Educational Program: <b>Biotechnology, Biorobotics and Bioenergy</b>

Силабус освітньої компоненти «Загальна мікробіологія та вірусологія» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика», спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2021. 21 стор.

ОПП «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» на сайті університету:  
<http://ep3.nuwm.edu.ua/18043/>  
<http://ep3.nuwm.edu.ua/20970/1/162.pdf>

Розробники силабусу:

Олександр ГРИЦИНА, к.т.н., доцент, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки;

Роман ЛУЧКО, асистент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Силабус схвалений на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Протокол № 7 від “26” серпня 2021 року

Завідувач кафедри: Микола КІЗЄЄВ, к.т.н., доцент.

Керівник (гарант) ОП: Олександр ГРИЦИНА, к.т.н., доцент, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІБА

Протокол №1 від “31” серпня 2021 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІБА: Руслан МАКАРЕНКО, к.т.н., професор.

СЗ №-4616 в ЕДО НУВГП

70-106865671

© Грицина О.О., 2021

© Лучко Р.А., 2021

© НУВГП, 2021

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ\*

Ступінь вищої освіти	бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»
Рік навчання, семестр	2-й рік, 3,4-й семестр
Кількість кредитів	7,5
Лекції:	40 годин
Лабораторні заняття:	40 години
Самостійна робота:	145 годин
Курсова робота:	ні
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	екзамен
Мова викладання	українська

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Лектор



**Олександр Грицина**, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Вікіситет

[http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Грицина Олександр Олексійович](http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Грицина_Олександр_Олексійович)

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-6390-7959>

Як комунікувати

email: [o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua](mailto:o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua)

Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE

Асистент лектора



**Роман Лучко**, асистент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

Вікіситет

[http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Лучко Роман Андрійович](http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Лучко_Роман_Андрійович)

ORCID

<https://orcid.org/0000-0003-3879-9084>

Як комунікувати

email: [r.a.luchko@nuwm.edu.ua](mailto:r.a.luchko@nuwm.edu.ua)

Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНЮ КОМПОНЕНТУ

### Анотація освітньої компоненти, в т.ч. мета та цілі

Освітня компонента «**Загальна мікробіологія та вірусологія**» є важливою складовою в системі підготовки інженерів-біотехнологів. Це обумовлене одержання продуктів мікробіологічного синтезу, що базується на життєдіяльності мікроорганізмів. Також на використанні мікроорганізмів та вірусів засновані методи генетичної інженерії, які дозволяють одержувати нові штами з корисними властивостями.

Значна частина вивчення освітньої компоненти присвячена будові і функції окремих структур бактеріальної клітини, особливостям росту, розмноження, конструктивного та енергетичного метаболізму, біологічних особливостей вірусів як облігатних внутрішньоклітинних паразитів.

Важливе місце під час вивчення освітньої компоненти відводиться розповсюдження мікробів і вірусів, їх геохімічній діяльності, участі у кругообігу речовин, можливості використання у практичній діяльності людини, вивченню патогенних мікроорганізмів та вірусів, методів лабораторної діагностики, способів боротьби з ними та методам подолання лікарської резистентності.

**Мета** навчальної дисципліни: є забезпечення відповідно до сучасних вимог знань студентів про морфологію, фізіологію, екологію, генетику, систематику мікроорганізмів та вірусів, можливості їх використання як потенційних об'єктів біотехнології, а також сформувані необхідні в майбутній практичній діяльності інженера-біотехнолога компетентності та програмні результати навчання.

**Пререквізити:** клітинна біологія, хімія, біохімія.

**Знання:** особливості будови та функціонування екстра- та інтрацелюлярних структур мікроорганізмів; організацію генетичного апарату, позахромосомних генетичних елементів прокариот та їх роль у процесах спадковості та мінливості; особливості молекулярно-генетичної структури вірусів; специфічні риси енергетичного та конструктивного метаболізму мікроорганізмів; особливості умов існування та участь мікроорганізмів у кругообігу елементів; механізми репродукції вірусів у чутливих системах та механізми їх взаємодії з клітиною; новітні принципи класифікації та ідентифікації мікроорганізмів і вірусів; способи боротьби з мікробними та вірусними патогенами; методи культивування та дослідження різних груп мікроорганізмів та вірусів.

Посилання на розміщення освітнього компоненту на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=4159>

Компетентності

**Загальні компетентності:**

**K1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**K5.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

**K13.** Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

**K24.** Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

#### Програмні результати навчання

**ПР08.** Вміти виділяти з природних субстратів та ідентифікувати мікроорганізми різних систематичних груп. Визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості різних біологічних агентів.

**ПР09.** Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу.

**ПР12.** Використовуючи мікробіологічні методи, вміти здійснювати технологічний контроль. (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

#### Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента складається з 2 модулів. Кожен модуль в свою чергу поділяється на два змістовні модулі.

**Модуль 1.** Мікробіологія та основні типи мікробних клітин. Вірусологія.

**Змістовний модуль 1.** Становлення та розвиток мікробіології. Прокаріоти. Гриби.

**Тема 1.** Становлення та розвиток мікробіології.

Морфологічний період розвитку мікробіології. Еколого-фізіологічний період розвитку мікробіології. Відкриття Луї Пастера. Відкриття Роберта Коха. Розробка методів досліджень. Внесок у розвиток мікробіології вітчизняних учених. Розвиток мікробіології у XXI ст.

**Тема 2.** Положення мікроорганізмів у системі живого світу.

Класифікація живих організмів. Прокаріоти та еукаріоти. Загальні властивості мікроорганізмів. Розміри мікроорганізмів. Розмір особини та співвідношення між поверхнею та об'ємом. Пластичність метаболізму. Поширення мікроорганізмів.

**Тема 3.** Прокаріоти.

Морфологія прокаріот. Розмноження прокаріот. Будова прокаріотної клітини. Поверхневі клітинні структури. Мембрани прокаріот. Внутрішньоклітинні структури. Морфологічно диференційовані клітини прокаріот. Актиноміцети. Морфологічні, хімічні та фізіологічні ознаки

грампозитивних і грамнегативних бактерій. Хімічний склад прокариотичної клітини. Клітинна вода. Елементний склад клітини. Органічні сполуки. Фізико-хімічні властивості бактеріальної клітини.

#### **Тема 4.** Гриби.

Загальна характеристика грибів. Розвиток мікології, положення грибів серед живих організмів. Будова грибів. Клітина гриба. Видозмінення міцеліального росту. Розмноження грибів. Поширення грибів і характеристика екологічних груп. Дріжджі. Загальна характеристика дріжджів. Основні етапи дослідження дріжджів. Морфологія дріжджів. Будова дріжджової клітини. Хімічний склад дріжджів. Відмінності прокариот та еукаріот.

**Змістовний модуль 2.** Віруси. Ріст і живлення мікроорганізмів. Систематика прокариот.

#### **Тема 5.** Віруси: поширення та структура.

Загальна характеристика. Будова вірусів. Віруси бактерій (бактеріофаги). Морфологія бактеріофагів. Розмноження вірулентного фага: літичний цикл. Розвиток помірних фагів: лізогенія. Одержання і практичне використання фагів у біології і медицині. Віруси грибів. Відношення вірусів і плазмід до утворення пухлин (онкогенезу). Пріони – інфекційні агенти нового типу. Класифікація вірусів.

#### **Тема 6.** Ріст і живлення мікроорганізмів.

Дія на мікроорганізми зовнішніх факторів. Фізичні фактори. Хімічні фактори. Екстремофільні мікроорганізми. Методи стерилізації. Адаптивні реакції мікроорганізмів на стресові дії. Зміни в ліпідному складі мембран. Утворення протекторних сполук. Антирадикальний захист. Роль міжклітинних хімічних комунікацій в адаптації мікроорганізмів до стресу. Регуляторні системи відповіді на стресові дії. Живлення мікроорганізмів. Головні та мінорні біоеlementи. Два основні механізми синтезу АТФ. Типи живлення (трофії). Ростові та неростові субстрати. Трансформація мікроорганізмами суміші ростових і неростових субстратів. Потреби мікроорганізмів у факторах росту. Типи поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів. Елективні методи культивування (накопичувальні та чисті культури). Фізіологія росту. Визначення поняття «ріст». Ріст бактерій у бактеріальній популяції. Експоненційний ріст. Ріст бактерій у періодичній культурі. Параметри кривої росту. Ріст у безперервній культурі. Синхронні культури.

#### **Тема 7.** Систематика прокариот.

Підходи (принципи) класифікації бактерій. Термінологія, використовувана в систематиці. Класифікація. Номенклатура. Ідентифікація. Таксон. Концепція виду в бактеріології. Історичні аспекти систематики бактерій. Правила узаконення нових таксонів. Перше видання Керівництва Бергі з систематики бактерій ( *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*).

Відділ Gracilicutes. Відділ Firmicutes. Відділ Tenericutes. Відділ Mendosicutes. Характеристика основних груп прокариот за дев'ятим виданням Визначника Бергі (Bergey's Manual of Determinative Bacteriology). Сучасні напрями в систематиці бактерій. Недоліки фенотипової систематики. Геносистематика бактерій. Експрес-методи визначення геномних характеристик штамів і видів. Філогенетична класифікація. Використання аналізу 16S рРНК для ідентифікації об'єктів у природних спільнотах. Друге та інші видання Керівництва Бергі з систематики бактерій. Висновки: основні досягнення філогенетичних досліджень прокариот і тенденції сучасної таксономії.

**Модуль 2.** Процеси у мікроорганізмі.

**Змістовний модуль 3.** Процеси у мікроорганізмі. Типи бродіння.

**Тема 8.** Основні механізми обміну речовин і перетворення енергії у мікроорганізмі.

Етапи метаболізму. Енергетичний метаболізм. Принцип «біохімічної єдності». Роль ферментів у метаболізмі. Ферменти мікроорганізмів. Фруктозо- 1,6-дифосфатний шлях (гліколіз). Шлях Ентнера –Дудорова. Розщеплення глюкози через глюконат. Пентозофосфатний цикл. Метилглюксалевий шунт. Поняття «ключові ферменти». Катаболізм вуглеводів, відмінних від глюкози. Окиснення пірувату. Цикл трикарбонових кислот. Анаплеротичні реакції за умов росту мікроорганізмів на вуглеводах. Дихальний ланцюг і фосфорилування (синтез АТФ) під час перенесення електронів. Компоненти дихального ланцюга. Окисно-відновний потенціал. Розміщення та функції окисно-відновних систем у дихальному ланцюгу. Коефіцієнт P/O та енергетичний баланс. Механізм синтезу АТФ під час перенесення електронів. Зворотне перенесення електронів за рахунок енергії АТФ. Токсична дія молекулярного кисню на аеробні та анаеробні мікроорганізми. Електрон-транспортні процеси у анаеробних бактерій. Інгібітори поглинання ланцюга. Механізми поглинання субстратів. Пасивна дифузія. Полегшена дифузія. Активний транспорт. Перенесення груп (транслокація груп). Транспорт заліза.

**Тема 9.** Метаболічна активність аеробних гетеротрофів.

Метаболізм  $C_2$  –сполук. Етанол та ацетат як субстрати. Гліоксилат і оксалат як субстрати. Гліцератний шлях. Ріст на відновлених  $C_1$ -сполуках (метан, метанол). Енергетичний метаболізм метанотрофів. Конструктивний метаболізм. Факультативні метилотрофи. Катаболізм вищих n-алканів і жирних кислот. Анаеробний метаболізм аліфатичних вуглеводнів. Катаболізм білків та амінокислот. Катаболізм ароматичних сполук. Анаеробний метаболізм ароматичних сполук. Неповні окиснення.

**Тема 10.** Біосинтетичні процеси у мікроорганізмі.

Потреби в АТФ і НАДФН для утворення бактеріальних клітин із глюкози. Основні шляхи утворення попередників біосинтезу. Біосинтез амінокислот.

Біосинтез нуклеотидів. Біосинтез ліпідів. Основні складові мікробних ліпідів. Біосинтез фосфогліцерину. Біосинтез жирних кислот. Біосинтез фосфо- та гліколіпідів. Біосинтез нейтральних ліпідів. Утворення вуглеводів – компонентів клітинної стінки. Біосинтез пептидоглікану.

#### **Тема 11.** Типи бродіння.

Загальна характеристика процесу бродіння. Регенерація АТФ у процесі бродіння. Роль процесів бродіння у балансі природи. Спиртове бродіння. Утворення етанолу дріжджами. Утворення етанолу бактеріями. Молочнокисле бродіння і родина *Lactobacillaceae*. Характеристика молочнокислих бактерій. Гомоферментативне молочнокисле бродіння. Гетероферментативне молочнокисле бродіння. Використання молочнокислих бактерій. Пропіоновокисле бродіння та пропіоновокислі бактерії. Характеристика пропіоновокислих бактерій. Утирення пропіонової кислоти. Мурашинокисле бродіння та родина *Enterobacteriaceae*. Характеристика ентеробактерій. Продукти бродіння та метаболічні шляхи. Маслянокисле та ацетоно-бутилове бродіння. Клостридії. Характеристика бактерій роду *Clostridium*. Зброджування глюкози клострипіями. Зброджування неуглеводних субстратів. Гомоацетатне бродіння. CO<sub>2</sub> як акцептор водню. Клостридії – збудники захворювань. Зброджування гетероциклічних сполук.

**Змістовний модуль 4.** Анаеробне дихання. Хемолітотрофні та фототрофні бактерії. Метаболізм.

**Тема 12.** Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання).

Нітратне дихання. Дисиміляційна нітратредукція. Денітрифікація. Значення нітратного дихання у природі. Сульфатне дихання. Характеристика сульфатовідновлювальних бактерій. Асиміляційна та дисиміляційна сульфатредукція. Мікробна корозія заліза. Сіркове дихання. Утворення метану за відновлення карбонату. Характеристика метаногенів. Біосинтез метану. Ацетогенез ( відновлення карбонату до ацетату). Утворення сукцинату за відновлення фумарату. Залізне та марганцеве дихання. Відновлювальне дехлорування.

**Тема 13.** Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії.

Загальна характеристика хемолітотрофів. Зворотній транспорт електронів у дихальному ланцюгу. Окиснення аміаку та нітриту ( нітрифікація). Характеристика нітрифікуючих бактерій. Механізм окиснення аміаку і нітриту. Гетеротрофна нітрифікація. Роль процесів нітрифікації у природі. Окиснення відновлених сполук сірки. Характеристика безбарвних сіркових бактерій. Поширення сіркових бактерій і роль у природі. Окиснення двовалентного заліза і марганцю. Залізобактерії. Поняття «залізобактерії».



Загальна характеристика залізобактерій. Механізм окиснення двовалентного заліза. Вилуговування (визолування) металів із руд. Окиснення молекулярного водню. Шляхи використання молекулярного водню у прокаріот. Аеробні водневі бактерії. Типи і функції гідрогеназ. Карбоксидобактерії. Фіксація CO<sub>2</sub>.

**Тема 14.** Фіксація молекулярного азоту. Фототрофні бактерії та фотосинтез.

Фіксація азоту симбіотичними (бульбочковими) бактеріями. Характеристики бульбочкових бактерій. Формування бобово—ризобіального симбіозу. Вільноіснуючі та асоціативні азотфіксатори. Біохімія азотфіксації. Характеристика пурпурових і зелених бактерій. Ціанобактерії. Процеси фотосинтезу. Окиснений фотосинтез. Аноксигенний фотосинтез. Використання світлової енергії галобактеріями.

**Тема 15.** Генетика бактерій. Регуляція метаболізму.

Синтез білка та генетичний код. Визначення поняття «ген». Реплікація ДНК. Транскрипція ДНК. Генетичний код. Транскрипція РНК: синтез білка. Мутації та їх виникнення. Спонтанні мутації. Індуковані мутації. Відбір мутантів. Передавання ознак і генетична рекомбінація. Механізми генетичної рекомбінації. Кон'югація. Трансдукція. Трансформація. Рестрикція та модифікація. Плазмідні. Загальні принципи клонування генів (конструювання гібридних молекул ДНК *in vitro*). Злиття протопластів. Регуляція синтезу ферментів. Індукція синтезу ферментів. Репресія синтезу ферментів. Механізми синтезу ферментів (індукції та репресії). Індукція лактозного оперону. Репресія триптофанового оперону кінцевим продуктом. Механізми регуляції активності ферментів. Алостерична регуляція. Ковалентна модифікація ферментів.

### Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Назви змістовних модулів і тем	Разом годин	у тому числі, годин*		
		лек	лаб	с.р.
Модуль 1. Мікробіологія та основні типи мікробних клітин. Вірусологія				
Змістовний модуль 1. Становлення та розвиток мікробіології. Прокаріоти. Гриби.				
Тема 1. Становлення та розвиток мікробіології.	12	2	0	10
Тема 2. Положення мікроорганізмів у системі живого світу.	12	2	0	10
Тема 3. Прокаріоти.	20	4	6	10
Тема 4. Гриби.	16	2	4	10
Разом змістовний модуль 1	60	10	10	40

Змістовний модуль 2. Віруси. Ріст і живлення мікроорганізмів. Систематика прокариот.				
Тема 5. Віруси: поширення та структура.	18	4	2	12
Тема 6. Ріст і живлення мікроорганізмів.	22	4	6	12
Тема 7. Систематика прокариот.	20	4	4	12
Разом змістовний модуль 2.	60	12	12	36
Разом модуль 1.	120	22	22	76
Модуль 2. Процеси у мікроорганізмів.				
Змістовний модуль 3. Процеси у мікроорганізмів. Типи бродіння.				
Тема 8. Основні механізми обміну речовин і перетворення енергії у мікроорганізмів.	15	4	2	9
Тема 9. Метаболічна активність аеробних гетеротрофів.	15	2	4	9
Тема 10. Біосинтетичні процеси у мікроорганізмів.	13	2	2	9
Тема 11. Типи бродіння.	13	2	2	9
Разом змістовний модуль 3.	56	10	10	36
Змістовний модуль 4. Анаеробне дихання. Хемолітотрофні та фототрофні бактерії. Метаболізм.				
Тема 12. Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання).	13	2	2	9
Тема 13. Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії.	12	2	2	8
Тема 14. Фіксація молекулярного азоту. Фототрофні бактерії та фотосинтез.	12	2	2	8
Тема 15. Генетика бактерій. Регуляція метаболізму.	12	2	2	8
Разом змістовний модуль 4.	49	8	8	33
Разом модуль 2.	105	18	18	69
Усього годин	225	40	40	145

\* лек – лекція; лаб – лабораторна робота; с.р. – самостійна робота.

### Перелік тем лабораторних робіт

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин
1	Мікроскоп та основні прийоми мікроскопіювання мікроорганізмів	2
2	Дослідження морфології бактерій	2
3	Морфологія пліснявих грибів, дріжджів і актиноміцетів	2
4	Приготування препаратів живих клітин	4
5	Приготування препаратів фіксованих клітин. Прості методи забарвлення	2
6	Складні методи забарвлення. Забарвлення за Грамом	4
7	Методи стерилізації	4
8	Харчування мікроорганізмів. Приготування поживних середовищ	2
9	Підготовка досліджуваного матеріалу до посіву	2
10	Культивування мікроорганізмів	2

11	Виділення чистих культур аеробних бактерій	2
12	Дослідження культуральних ознак мікроорганізмів	2
13	Вивчення біоценозу активного мулу аеротенків	2
14	Основні принципи, структура та функції вірусологічної лабораторії	2
15	Екстракція ДНК	2
16	Вивчення взаємодії вірусу з клітинами за допомогою метода ультра тонких зрізів.	2
17	Візуалізація результатів методу ПЛР за допомогою електрофорезу. Аналіз електрофореграм.	2

### Самостійна робота

№ з/п	Тема	Кількість годин
1.	Тема 1. Становлення та розвиток мікробіології. Внесок у розвиток мікробіології вітчизняних учених. Розвиток мікробіології у XXI ст.	10
2.	Тема 2. Положення мікроорганізмів у системі живого світу. Пластичність метаболізму. Поширення мікроорганізмів.	10
3.	Тема 3. Прокаріоти. Клітинна вода. Елементний склад клітини. Органічні сполуки. Фізико-хімічні властивості бактеріальної клітини.	10
4.	Тема 4. Гриби. Поширення грибів і характеристика екологічних груп. Дріжджі. Загальна характеристика дріжджів. Хімічний склад дріжджів. Відмінності прокаріот та еукаріот.	10
5.	Тема 5. Віруси: поширення та структура. Віруси грибів. Відношення вірусів і плазмід до утворення пухлин (онкогенезу). Пріони – інфекційні агенти нового типу. Класифікація вірусів.	12
6.	Тема 6. Ріст і живлення мікроорганізмів. Утворення протекторних сполук. Антирадикальний захист. Роль міжклітинних хімічних комунікацій в адаптації мікроорганізмів до стресу. Регуляторні системи відповіді на стресові дії. Синхронні культури.	12
7.	Тема 7. Систематика прокаріот. Сучасні напрями в систематиці бактерій. Недоліки фенотипової систематики. Друге та інші видання Керівництва Бергі з систематики бактерій. Висновки: основні досягнення філогенетичних досліджень прокаріот і тенденції сучасної таксономії.	12
8.	Тема 8. Основні механізми обміну речовин і перетворення енергії у мікроорганізмів. Токсична дія молекулярного кисню на аеробні та анаеробні мікроорганізми. Електрон-транспортні процеси у анаеробних бактерій. Інгібітори поглинання ланцюга. Механізми поглинання субстратів. Пасивна дифузія. Полегшена дифузія. Активний транспорт. Перенесення груп (транслокація груп). Транспорт заліза.	9

9.	Тема 9. Метаболічна активність аеробних гетеротрофів. Катаболізм вищих n-алканів і жирних кислот. Анаеробний метаболізм аліфатичних вуглеводнів. Катаболізм білків та амінокислот. Катаболізм ароматичних сполук. Анаеробний метаболізм ароматичних сполук. Неповні окиснення.	9
10.	Тема 10. Біосинтетичні процеси у мікроорганізмів. Біосинтез жирних кислот. Біосинтез фосфо- та гліколіпідів. Біосинтез нейтральних ліпідів. Утворення вуглеводів – компонентів клітинної стінки. Біосинтез пептидоглікану.	9
11.	Тема 11. Типи бродіння. Маслянокисле та ацетоно-бутилове бродіння. Клостридії. Характеристика бактерій роду Clostridium. Зброджування глюкози клострипіями. Зброджування неуглеводних субстратів. Гомоацетатне бродіння. CO <sub>2</sub> як акцептор водню. Клостридії – збудники захворювань. Зброджування гетероциклічних сполук.	9
12.	Тема 12. Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання). Біосинтез метану. Ацетогенез ( відновлення карбонату до ацетату). Утворення сукцинату за відновлення фумарату. Залізне та марганцеве дихання. Відновлювальне дехлорування.	9
13.	Тема 13. Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії. Залізобактерії. Поняття «залізобактерії». Загальна характеристика залізобактерій. Механізм окиснення двовалентного заліза. Вилуговування (визолювання) металів із руд. Окиснення молекулярного водню. Шляхи використання молекулярного водню у прокариот. Аеробні водневі бактерії. Типи і функції гідрогеназ. Карбоксидобактерії. Фіксація CO <sub>2</sub> .	8
14.	Тема 14. Фіксація молекулярного азоту. Фототрофні бактерії та фотосинтез. Ціанобактерії. Процеси фотосинтезу. Окиснений фотосинтез. Аноксигенний фотосинтез. Використання світлової енергії галобактеріями.	8
15.	Тема 15. Генетика бактерій. Регуляція метаболізму. Механізми синтезу ферментів (індукції та репресії). Індукція лактозного оперону. Репресія триптофанового оперону кінцевим продуктом. Механізми регуляції активності ферментів. Алостерична регуляція. Ковалентна модифікація ферментів.	8
<b>Разом з освітньої компоненти</b>		<b>145</b>

### Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Формування власної думки та прийняття рішень; Уміння слухати і запитувати; Уміння вчитися впродовж життя; Саморозвиток; Працелюбність; Критичне мислення; Комплексне рішення проблем; Знаходити вихід з складних ситуацій; Здатність до навчання; Вміння працювати в команді.

### Форми та методи навчання

**Методи викладання та навчання:** 1) демонстрація; 2) творчий метод; 3) проблемно-пошуковий метод; 4) навчальна дискусія/дебати; 5) мозковий

штурм; 6) case study /аналіз ситуації.

**Технології викладання та навчання:** 1) робота в малих групах (команді) – спільна діяльність здобувачів у групі під керівництвом лідера, спрямована на рішення загальної задачі шляхом творчого складання результатів індивідуальної роботи членів команди з розподілом повноважень і відповідальності; 2) індивідуальне навчання – вибудовування здобувачем власної освітньої траєкторії на основі формування індивідуальної освітньої програми з врахуванням його / її інтересів; 3) аналіз конкретних ситуацій (case study) – аналіз реальних проблемних ситуацій (наданий опис/«моментальний знімок реальності»/«фотографія дійсності»), що мали місце у відповідній галузі професійної діяльності, і пошук варіантів кращих рішень; 4) аналіз конкретних ситуацій (case study): ситуація-проблема; ситуація-оцінка; ситуація-ілюстрація; ситуація-ілюстрація.

**Інтерактивні технології викладання та навчання:** 1. Модульне навчання – використання знань, умінь тощо у вигляді: а) окремих модулів, автономних частин курсу, що інтегруються з іншими частинами курсу; б) блоків взаємопов'язаних курсів, які можна вивчати незалежно від іншого блоку дисциплін. 2. Контекстне навчання – мотивація студентів до засвоєння знань, умінь тощо шляхом виявлення зв'язків між конкретним знанням, умінням тощо та його застосуванням. 3. Розвиток критичного мислення – освітня діяльність, спрямована на розвиток у здобувачів розумного, рефлексивного мислення, здатного висунути нові ідеї і побачити нові можливості. 4. Проблемне навчання – стимулювання здобувачів до самостійного набуття знань тощо, необхідних для вирішення конкретної задачі, проблеми. 5. Випереджувальна самостійна робота – вивчення здобувачами нового матеріалу до його представлення в межах аудиторних занять. 6. Міждисциплінарне навчання – використання знань з різних предметних областей, їх угруповання і концентрація в контексті розв'язуваної задачі.

### Порядок та критерії оцінювання

Форма підсумкового контролю – екзамен. Освітня компонента оцінюється за національною та 100 бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти:

- отримують від викладача та/або силабус інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролів на початку вивчення освітньої компоненти.
- семестровий поточний контроль передбачає оцінювання звітів про виконання лабораторних робіт та роботу здобувача під час виконання лабораторної роботи, перевірка лекційного матеріалу та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контролів на університетській платформі MOODLE.
- здають модульний контроль у формі тестування відповідно до

графіка, що доводиться на університетській платформі MOODLE.

Розподіл балів:

Назви змістових модулів і тем	Разом балів	у тому числі*		
		лек	лаб	с.р.
Модуль 1. Мікробіологія та основні типи мікробних клітин. Вірусологія				
Поточна складова оцінювання (3 семестр)				
Змістовний модуль 1. Становлення та розвиток мікробіології. Прокаріоти. Гриби.				
Тема 1. Становлення та розвиток мікробіології.	2	1	-	1
Тема 2. Положення мікроорганізмів у системі живого світу.	2	1	-	1
Тема 3. Прокаріоти.	16	2	12	2
Тема 4. Гриби.	10	1	8	1
Модульний контроль 1	20			
Змістовний модуль 2. Віруси. Ріст і живлення мікроорганізмів. Систематика прокаріот.				
Тема 5. Віруси: поширення та структура.	6	1	4	1
Тема 6. Ріст і живлення мікроорганізмів.	14	1	12	1
Тема 7. Систематика прокаріот.	10	1	8	1
Модульний контроль 2	20			
Підсумкова складова оцінювання*				
Екзамен	40			
Разом модуль 1	100			
Модуль 2. Процеси у мікроорганізмів.				
Поточна складова оцінювання (4 семестр)				
Змістовний модуль 3. Процеси у мікроорганізмів. Типи бродіння.				
Тема 8. Основні механізми обміну речовин і перетворення енергії у мікроорганізмів.	8	2	4	2
Тема 9. Метаболічна активність аеробних гетеротрофів.	10	1	8	1
Тема 10. Біосинтетичні процеси у мікроорганізмів.	6	1	4	1
Тема 11. Типи бродіння.	6	1	4	1
Модульний контроль 3.	20			
Змістовний модуль 4. Анаеробне дихання. Хемолітотрофні та фототрофні бактерії. Метаболізм.				
Тема 12. Перенесення електронів в анаеробних умовах (анаеробне дихання).	8	2	4	2
Тема 13. Використання неорганічних донорів водню: аеробні хемолітотрофні бактерії.	8	2	4	2
Тема 14. Фіксація молекулярного азоту. Фототрофні бактерії та фотосинтез.	8	2	4	2
Тема 15. Генетика бактерій. Регуляція метаболізму.	6	1	4	1

Модульний контроль 4.	20
Підсумкова складова оцінювання*	
Екзамен	40
Разом модуль 2.	100

Посилання на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань студентів, можливість їм подання апеляції: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/>.

Поточна складова оцінювання формується шляхом:

- Оцінювання тем освітньої компоненти, що включає усне опитування та/або експрес-тестування з лекційного матеріалу та самостійної роботи відповідної теми.

- Виконання та захист лабораторних робіт.
- Модульний контроль (максимум 40 балів).

Контрольні завдання для семестрового підсумкового контролю складаються у кількості, достатній для досягнення максимальної об'єктивності оцінки рівня підготовленості здобувача вищої освіти, що проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Шкала оцінювання змістовних модульних контролів: змістовний модуль №1,2,3,4 – 20 балів. Структура оцінки поточного контролю (змістовні модулі 1,2,3,4) та підсумкового контролю знань (іспит) здійснюється за трьома рівнями (1 – достатній рівень складності, 2 – вище достатнього рівня складності, 3 – високий рівень складності), що відображено в таблицях.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (змістовні модулі 1,2,3,4).

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	12	1	0-12	1,5	18
Вище достатнього рівня складності	5	1	0-5	2,5	12
Високого рівня складності	3	1	0-3	3,5	10
	20	X	0-20	X	до 40

Підсумкова складова оцінювання у формі контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі екзамену має такі узагальнені вимоги:

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,9	0-27	1,5	45
Вище достатнього рівня складності	9	1	0-9	3	27
Високого рівня складності	1	4	0-4	8	8
	40	X	0-40	X	до 80

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання лабораторних роботи складає 4 бали, оцінювання здійснюється за наступними критеріями:

4 бали – вільне володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, правильне та своєчасне виконання лабораторної роботи, правильне та зразкове оформлення протоколу, своєчасний захист роботи на рівні 95-100 % .

3,5-3,9 бали – володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, правильне та своєчасне виконання лабораторної роботи, акуратне оформлення протоколу; своєчасний захист лабораторної роботи на рівні 85-94 %.

3,0-3,4 бали – володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, правильне та своєчасне виконання лабораторної роботи, акуратне оформлення протоколу, своєчасний захист лабораторної роботи на рівні 75-84 %

2,5-2,9 бали - задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, своєчасне виконання лабораторної роботи, оформлення протоколу; своєчасний захист лабораторної роботи на рівні 65-74 %.

2,0-2,4 бали – достатній рівень володіння теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, своєчасне виконання лабораторної роботи, акуратне оформлення протоколу, захист лабораторної роботи на рівні 60-64 % або несвоєчасний захист робіт.

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами: 100-бальною та національною.



### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
90–100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Умови отримання додаткових балів:

- участь в науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 5 балів;

- виконання реферату із запропонованого списку до 10 балів.

Перелік тем для підготовки рефератів:

- Ціанобактерії. Їх розповсюдження, біохімічні особливості та вплив на навколишнє середовище.
- Стрептоміцети – продуценти антибіотичних речовин. Умови отримання антибіотиків. Застосування у медицині.
- Віруси гепатиту. Види, хвороби, засоби лікування.
- Екологічні групи грибів. Географічне розповсюдження грибів. Ґрунтові гриби.
- Типи живлення та їх характеристика. Джерела вуглецю, азоту, фосфору, сірки, необхідність в іонах металів.
- Збудники вірусних інфекцій. Збудник кору.
- Вплив температури на мікроорганізми. Психрофіли, мезофіли, термофіли. Термостійкість.
- Сферопласти, протопласти, L-форми, мікоплазми. Особливості будови, основні представники, характеристика та значення для медицини.
- Бактеріальний фотосинтез та його основні представники. Механізм та функції фотосинтезу.
- Збудники вірусних інфекцій. Збудник грипу.
- Бактерії-анаероби. Біохімічні особливості. Основні представники. Анаероби, патогенні для людини. Засоби лікування та профілактики.
- Рід *Staphylococcus*. Основні види, що мають клінічне значення. Назальне носійство штамів стафілококів. Засоби боротьби та профілактики стафілококових інфекцій.
- Дріжджі. Розмноження дріжджів (безстатеве – брунькування, ділення, безстатевими хламідо- та бластоспорами; статеве - ендогенними (аскоспори) та екзогенними (споридії) спорами).
- Систематика дріжджів (систематика Крегер-ван Рій). Патогенні

дріжджі, кандідози.

- Розмноження вірулентних фагів. Літичний цикл.
- Розвиток помірних фагів: лізогенія, одержання і практичне використання фагів у біології і медицині.

### Поєднання навчання та досліджень

Поєднання навчання та досліджень можливе шляхом: 1) участі здобувачів вищої освіти у роботі студентських наукових гуртків; 2) залучення до виконання кафедральних бюджетних та комерційних наукових робіт НУВГП; 3) підготовці доповідей та виступів до студентських конференцій різних рівнів, в т.ч. міжнародних; 4) підготовці наукових робіт до Всеукраїнських конкурсів в т.ч. Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей; 5) участь в конкурсі НУВГП «Кращий студент-науковець»; 6) публікація наукових праць у «Студентському віснику НУВГП», фахових виданнях, WoS, Scopus тощо; 7) створення профілів та аналіз цитувань на платформах Google Scholar та/або Research Gate тощо.

### Інформаційні ресурси

#### Рекомендована література:

1. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підручник. / Т.П. Пирог – К.: НУХТ, 2010. – 623 с.

<http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/581/4/13-05-4.pdf>

2. Гудзь С.П. Мікробіологія. / С.П. Гудзь, С.О. Гнатуш, І.С. Білінська – Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – 359 с.

3. Практична мікробіологія: навчальний посібник / С.І. Климнюк, І.О. Ситник, В.П. Ширококов; за заг. ред.: В.П. Ширококова, С.І. Климнюка. – Вінниця : Нова книга, 2018. – 576 с.

4. Шевченко Т.П. Віруси мікроорганізмів. Курс лекцій: Навчальний посібник. / Т.П. Шевченко, І.Г. Будзанівська, В.П. Поліщук – К.: Глобус, 2013. - 150 с.

<https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Virusol/Library/Viruses/Microorg.pdf>

4. Вірусологія: підручник / І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко, Г.В. Коротеєва та ін. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. - 351 с.

<https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Virusol/Library/Virusol/ogiya.pdf>

5. Вірусологія. Навчальний посібник для лабораторних занять / В.П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко та ін. – К.: ЦП «Компринт», 2017. – 242 с.

[https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Virusol/Library/posibnyk\\_lab\\_virology.pdf](https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Kafedry/Virusol/Library/posibnyk_lab_virology.pdf)

7. Boone, David R.; Castenholz, Richard W. The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New

York: Springer, 2001. — Vol. 1. — P. 721. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-98771-2.

8. Don J. Brenner, Noel R. Krieg, James T. Staley. Introductory Essays (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2005. — Vol. 2A. — P. 304. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-24143-2.

9. Don J. Brenner, Noel R. Krieg, James T. Staley. The Gammaproteobacteria (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2005. — Vol. 2B. — P. 1108. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-24144-9.

10. Don J. Brenner, Noel R. Krieg, James T. Staley. The Proteobacteria (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2005. — Vol. 2C. — P. 1388. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-24145-6.

11. Vos, P.; Garrity, G.; Jones, D.; Krieg, N.R.; Ludwig, W.; Rainey, F.A.; Schleifer, K.-H.; Whitman, W.B. The Firmicutes (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer (англ.)русск., 2009. — Vol. 3. — P. 1450. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-95041-9.

12. Krieg, N.R.; Ludwig, W.; Whitman, W.B.; Hedlund, B.P.; Paster, B.J.; Staley, J.T.; Ward, N.; Brown, D.; Parte, A. The Bacteroidetes, Spirochaetes, Tenericutes (Mollicutes), Acidobacteria, Fibrobacteres, Fusobacteria, Dictyoglomi, Gemmatimonadetes, Lentisphaerae, Verrucomicrobia, Chlamydiae, and Planctomycetes (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2010. — Vol. 4. — P. 908. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-95042-6.

13. Whitman, W.B.; Goodfellow, M.; Kämpfer, P.; Busse, H.-J.; Trujillo, M.E.; Ludwig, W.; Suzuki, K.-i.; Parte, A. The Actinobacteria (англ.) / George M. Garrity. — 2nd. — New York: Springer, 2012. — Vol. 4. — P. 1750. — (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology). — ISBN 978-0-387-95043-3.

#### **Інформаційні ресурси:**

Факультет біотехнології і біотехніки НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»:

<http://biotech.kpi.ua/index.php/uk/categories/6-zagalna-mikrobiologiya-ta-virusologiya>

ННЦ "Інститут біології та медицини":

<https://biology.univ.kiev.ua/institute-activity/educational/kafedry/kafedra-virusology/biblioteka.html>

<https://biology.univ.kiev.ua/institute-activity/educational/kafedry/kafedra-microbiology-and-immunology/biblioteka.html>

Журнал Американського мікробіологічного товариства <http://asm.org>

журнал Applied and Environmental Microbiology <http://aem.asm.org>

журнал Journal of Bacteriology <http://intl-jb.asm.org>

## Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/>.

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітньої компоненти публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

## Неформальна та інформальна освіта

Студенти мають право на перезарахування результатів навчання набутих у неформальній та інформальній освіті відповідного до «Положення про неформальну та інформальну освіту НУВГП» <http://ep3.nuwm.edu.ua/18660/>

Зокрема на різних платформах, таких як: Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших опановувати матеріал для перезарахування результатів навчання.

При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даної освітньої компоненти/освітньої програми та перевірялись при поточному оцінюванні.

## Практики, представники бізнесу, фахівці, залучені до викладання

До освітнього процесу залучаються професіонали-практики підприємств України, США, Європи тощо, шляхом проведення онлайн/офлайн зустрічей з актуальних проблем освітньої компоненти. Здобувачі вищої освіти можуть відвідувати профільні заклади з екскурсіями, де професіонали-практики демонструють відповідні досягнення науки та техніки. Представники бізнесу мають можливість долучитися через Раду роботодавців інституту.

## Правила академічної доброчесності

Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в практичній (письмовій) роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Під час навчання здобувач керується «Кодексом честі студентів» <http://ep3.nuwm.edu.ua/4917/>.

## Вимоги до відвідування

Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати

заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

#### Оновлення

Оновлення змісту освітньої компоненти відбувається на основі аналізу найновіших досягнень і сучасних практик загальної мікробіології та вірусології. Проведення анкетування та обговорень з стейкхолдерами спеціальності за підсумками вивчення освітньої компоненти «Загальна мікробіологія та вірусологія».

#### Академічна мобільність. Інтернаціоналізація

Здобувачі вищої освіти можуть отримати окремі РН у вітчизняних та іноземних ЗВО (через проходження окремих освітніх компонентів або сертифікованих програм у статусі зарахованого слухача), і такі результати навчання також можуть бути предметом визнання. Більше інформації про академічну мобільність у Положенні про академічну мобільність учасників освітнього процесу НУВГП <http://ep3.nuwm.edu.ua/4398/> та Порядку перезарахування результатів навчання за програмами академічної мобільності в НУВГП [ <https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-mobilnist> ].

Міжнародні інформаційні ресурси, які можуть використовувати студенти для вивчення даної дисципліни: Google Scholar: <https://scholar.google.com/>, Elsevier/ Sciencedirect: <https://www.elsevier.com/>, <https://www.sciencedirect.com/>, ResearchGate: <https://www.researchgate.net/>

Лектор

Олександр Грицина., к.т.н., доцент