

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет біології та лісового господарства**  
**Кафедра фізіології людини і тварин**

**СИЛАБУС**

**нормативного освітнього компонента**

**СИСТЕМНА БІОЛОГІЯ**

**підготовки магістра**

**спеціальності 091 «Біологія»**

**освітньо-професійної програми «Біологія»**

**Силабус** навчальної дисципліни «Системна біологія» підготовки магістра галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 «Біологія», за освітньо-професійною програмою «Біологія»

**Розробник:** Абрамчук Ольга Миколаївна, доцент кафедри фізіології людини і тварин, кандидат біологічних наук, доцент

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми:  (Сухомлін К.Б.)

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин**  
протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

Завідувач кафедри:



(Качинська Т.В.)

## I. Опис освітнього компонента

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	Галузь знань <u>09 «Біологія»</u>	<b>Нормативна</b>
Кількість годин/кредитів <u>120/4</u>	<b>Спеціальність</b> <u>091 «Біологія»</u> <b>Освітньо-професійна програма</b> Біологія <b>Освітній рівень: другий</b> (магістерський)	<b>Рік навчання 1</b>
ІНДЗ: <u>немає</u>		<b>Семестр 2-ий</b>
		<b>Лекції 28 год.</b>
		<b>Практичні 18 год.</b>
		<b>Самостійна робота 66 год.</b>
		<b>Консультації 8 год.</b>
	<b>Форма контролю: <u>екзамен</u></b>	
<b>Мова навчання</b>		<b>Українська</b>

## II. Інформація про викладачів

ППП Абрамчук Ольга Миколаївна

Науковий ступінь кандидат біологічних наук

Вчене звання доцент

Посада доцент кафедри фізіології людини і тварин

Контактна інформація: 0663872289, [Abramchuk.Olga@vnu.edu.ua](mailto:Abramchuk.Olga@vnu.edu.ua)

Дні занять <http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Силабус освітнього компонента «Системна біологія» є нормативним документом Волинського національного університету імені Лесі Українки, який розроблено кафедрою фізіології людини і тварин на основі освітньо-професійної програми «Біологія» підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня відповідно до навчального плану для галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 Біологія денної форми навчання. Силабус укладено згідно з вимогами Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи (ЄКТС). Вивчення освітнього компонента «Системна біологія» передбачає розв'язання низки завдань професійної підготовки висококваліфікованих і конкурентоспроможних фахівців у галузі біології відповідно до Стандарту вищої освіти за спеціальністю 091 Біологія, світових тенденцій та національного досвіду України.

Дисципліна «Системна біологія» належить до переліку нормативних дисциплін здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня. Системна біологія є міждисциплінарною наукою про життя. Спрямована на вивчення складних взаємодій в живих системах. Основна увага в системній біології приділяється емерджентним властивостям, тобто властивостями біологічних систем, які неможливо пояснити тільки з точки зору властивостей її компонентів. Таким чином завданнями системної біології є дослідження та моделювання властивостей складних біологічних систем, які не можна пояснити сумою властивостей її складових. Структура дисципліни включає інтеграцію знань зі структурної організації живих організмів, розгляд молекулярно-інформаційних процесів, що лежать в основі динамічного функціонування і еволюції регуляторних систем на різних

рівнях організації життя, дискусію щодо ролі системної біології у вирішенні актуальних проблем сучасної біології та медицини.

## 2. Пререквізити

Попередньо бажано прослухати курси: «Математичні методи в біології», «Біофізика», «Органічна хімія», «Загальна цитологія та гістологія», «Біохімія з основами біоорганічної хімії», «Молекулярна біологія», «Фізіологія людини і тварин» та фахові дисципліни за освітнім ступенем «бакалавр».

**Постреквізити:** «Математичне моделювання в біології», «Регуляторні системи організму».

## 3. Мета і завдання освітнього компонента

**Метою** вивчення освітнього компонента є інтегрування студентом теоретичних і практичних знань та навичок, отриманих при вивченні окремих біологічних курсів, для розуміння холистичних (емерджентних) принципів організації біологічних процесів.

### Завдання:

- розглянути основні фізичні і синергетичні принципи організації життя;
- формування у здобувача цілісних уявлень про системний підхід в біології, його зміст, можливості та методи використання;
- розглянути базові принципи організації та функціонування біологічних молекулярно-інформаційних систем;
  - знайомство з класичними моделями у біології та демонстрація значення математичного та комп'ютерного моделювання для розуміння природи біологічних процесів
  - розглянути приклади системно-біологічного підходу до вирішення сучасних проблем у біології та медицині.

## 4. Результати навчання (компетентності)

Відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія» у ході вивчення освітнього компонента «Системна біологія» у здобувачів вищої освіти необхідно сформувані **загальні і фахові (спеціальні) компетентності**, а саме:

Загальні компетентності (ЗК)	ЗК 01. Здатність працювати у міжнародному контексті. ЗК 02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
Спеціальні(фахові, предметні) компетентності (СК)	СК 01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності. СК 04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів. СК 06. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.
Програмні результати навчання (ПРН)	ПРН 05. Аналізувати та оцінювати вплив досягнень біології на розвиток суспільства. ПРН 15. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення її практичних задач і проблем з врахуванням регіонального аспекту дослідження природи Західного Полісся.

## 5. Структура освітнього компонента

Таблиця 2

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Сам. роб.	Конс.	Форма контролю/ Бали
<b>Змістовий модуль 1. Предмет системної біології – біологічні системи. Параметри систем. Моделювання – основний метод вивчення систем. Моделі в біології. Базові моделі в біології</b>						
<b>Тема 1.</b> Поняття «системна						ДС, Т, УО,

біологія, різноманітні його трактування та зміст. Системна біологія як міждисциплінарна інтегративна наука про життя. Історичні етапи розвитку системної біології. Системна біологія: перспективи та основна проблематика. Моделювання систем – основний підхід системної біології.	11	2	2	7		/ макс. кі-сть балів за практичне заняття - 4
<b>Тема 2.</b> Поняття системи. Класифікація систем. Головні ознаки живих систем: відкритість, нерівноважність, динамічність, функціональна і мережева структурованість, адаптивність та ін. Загальні уявлення про системні властивості біологічних об'єктів.	13	3	2	7	1	ДС, РЗ/К, УО, Т / 4
<b>Тема 3.</b> Поняття біологічної мережі. Приклади біологічних мереж. Теорія графів. Теорія інформації. Живі системи як інформаційні системи.	13	3	2	7	1	ДС, РЗ/К, Т УО/ 5
<b>Тема 4.</b> Енергетика життя. Види енергії яку запасують та використовують живі системи. Робота молекулярних «машин» - молекулярні мотори.	14	4	2	7	1	ДС, РЗ/К, УО, Т / 5
<b>Разом за модулем 1</b>	51	12	8	28	3	18
<b>Змістовий модуль 2. Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології. Експериментальні методи системної біології</b>						
<b>Тема 5.</b> Клітинне «програмування» - ДНК-РНК технології та біосинтез білку. Механізми зберігання, відновлення та передачі спадкової інформації, як інформаційний процес. Гіперцикли Ейгена як найпростіші математичні моделі роботи молекулярно-інформаційних систем.	15	4	2	8	1	ДС, УО, Т, РЗ/К /4
<b>Тема 6.</b> Електрогенез в біологічних мембранах. Біологічні інформаційні процеси на прикладі мережевих систем міжклітинної комунікації і нейронних мереж. Приклади генерації, кодування, передачі, сприйняття і обробки сигналів в	15	4	2	8	1	ДС, УО, Т /5

біологічних системах.						
<b>Тема 7.</b> Експериментальні методи системної біології: геноміка та епігеноміка, транскриптоміка, протеоміка, метаболоміка, біоміка та ін. Методи та інструменти біоінформатики в системній біології: комп'ютерні бази даних і системи візуалізації експериментальних даних та теоретичних моделей.	16	4	2	9	1	ДС, Т, УО, РЗ/К /5
<b>Тема 8.</b> Живі системи – еволюціонуючі системи. Еволюція як процес поступової або швидкої зміни програм розвитку живих систем під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Сучасні проблеми теорії еволюції з позиції теорії складних систем мережевої природи.	12	2	2	7	1	ДБ, УО, Т, /4
<b>Тема 9.</b> Системна біологія старіння. Старіння як загальнобіологічний феномен. Фундаментальні причини старіння. Головні типи і механізми старіння. Кількісний підхід і моделювання процесів старіння.	11	2	2	6	1	ДС, У, РЗ/К /4
<b>Разом за модулем 2</b>	69	16	10	38	5	22
<b>Види підсумкових робіт</b>						Бал
Модульна контрольна робота 1						Т, РЗ/К /30
Модульна контрольна робота 2						Т, РЗ/К /30
<b>Всього годин/Балів</b>	120	28	18	66	8	100

*Примітки:* <sup>1/</sup> Moodle, Zoom – може застосовуватися одна з платформ або їхній симбіоз для здобувачів освіти з індивідуальним планом навчання та/або під час реалізації освітнього процесу в Університеті у дистанційному режимі, відповідно до Положення про електронний курс навчальної дисципліни у Волинському національному університеті імені Лесі Українки, Положення про дистанційне навчання у Волинському національному університеті імені Лесі Українки, наказів ректора

<sup>2/</sup> *Методи та форми контролю:* ДС – дискусія, Т – тести, РЗ/К – розв'язування задач/кейсів, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, УО – усне опитування тощо.

## 6. Завдання для самостійного опрацювання.

Таблиця 3.

№	Теми
1.	Головні етапи розвитку біології. Холізм і редукціонізм в біології.

2.	Основні закони термодинаміки. Термодинаміка відкритих систем. Теорема Пригожина.
3.	Біологічні молекули як функціональні конструкції: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди та ін.
4.	Надмолекулярні функціональні конструкції: хроматин, клітинний та міжклітинний матрикс, клітинні органели, міжклітинні контакти.
5.	Прямі і зворотні зв'язки між біологічними функціональними конструкціями як основа формування складних мереж зі спеціалізацією.
6.	Кодування інформації в живих системах. Поняття інформаційного повідомлення.
7.	Міжклітинні комунікації: хімічні, електричні, акустичні, електромагнітні тощо.
8.	Живі системи – адаптивні системи. Принцип Ле Шательє-Брауна для рівноважних систем, а також для нерівноважних систем, що знаходяться в стаціонарному стані.
9.	Адаптація, як модифікація програми розвитку організму під впливом факторів середовища. Специфічність і неспецифічність онтогенетичних адаптацій.
10.	Стрес як загальна адаптаційна реакція. Механізми клітинного стресу.
11.	Нейроендокринні і метаболічні механізми стрес-реакції у людини і тварин.
12.	Мутації як основний механізм зміни програм розвитку і формування різноманіття в популяції живих організмів. Види мутацій. Молекулярна еволюція.
13.	Ліпідоміка, інтерактоміка, флаксоміка.
14.	Теорія хаосу, поняття синергетики, теорія управління, теорія випадкових процесів.
15.	Канцерогенез як біологічний молекулярно-інформаційний феномен. Сучасні уявлення про етапи розвитку канцерогенезу.
16.	Первинний аналіз та обробка даних – статистика: базові поняття та методи обробки експериментальних даних.
17.	Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен для найпростіших реакцій. Інгібування.

#### IV. Політика оцінювання

Оцінювання знань здобувачів освіти з освітнього компонента «Системна біологія» здійснюється на основі результатів поточного і підсумкового модульного контролю знань згідно «Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки». Завдання поточного контролю – перевірка навчальних досягнень студентів. Завдання підсумкового модульного контролю – перевірка розуміння і засвоєння здобувачами освіти програмового матеріалу загалом, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання засвоєних знань, уміння сформулювати своє ставлення до певної проблеми ОК тощо. Оцінювання здійснюється за **100-бальною** шкалою.

*Поточний контроль* здійснюється під час проведення практичних занять і має за мету перевірку рівня підготовленості здобувачів освіти до виконання конкретної роботи.

Поточний контроль реалізується в різних формах, зокрема опитування, захист проєктів, виступи на практичних заняттях, експрес-контроль, перевірка результатів виконання різноманітних індивідуальних науково-дослідних завдань, контроль засвоєння того навчального матеріалу, який заплановано на самостійне опрацювання здобувачем, написання тестових та самостійних робіт тощо. Максимальний бал за кожен з форм роботи визначено у *таблиці 2* силабуса освітнього компонента. Результат самостійної роботи здобувачів освіти оцінюється на практичних заняттях із відповідної теми. За теоретичну підготовку до певного практичного заняття студентами денної форми навчання максимальна оцінка 3 бали. Оцінка за кожен виконану практичну роботу включає 1 або 2 бали за виконання та оформлення роботи.

За рішенням кафедри студентам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, в олімпіадах, конкурсах студентських наукових робіт й досягли значних результатів, може бути присуджено додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю. Систему бонусних балів погоджує науково-методична комісія факультету.

*Підсумковий модульний контроль* здійснюється після завершення вивчення тем змістового модуля у формі виконання здобувачем освіти модульного контрольного завдання (контрольної роботи, письмового або комп'ютерного тестування) та проводиться або під час навчального заняття (його частини), або поза розкладом згідно за окремим графіком. Максимальний бал, отриманий за дві модульні контрольні роботи, становить **60** балів.

*Підсумкова модульна оцінка* визначається в балах як сума поточної та контрольної модульних оцінок. Модуль зараховується здобувачеві, якщо він успішно виконав всі види навчальної роботи, передбачені силабусом освітнього компонента. Перескладання будь-яких видів робіт, передбачених силабусом освітнього компонента, з метою підвищення підсумкової модульної оцінки не дозволяється. Заборгованість із модуля повинна бути ліквідована здобувачем у позааудиторний час на консультаціях за графіком, затвердженим на засіданні кафедри фізіології людини і тварин до початку підсумкового контролю з наступного модуля. Кінцевий термін ліквідації заборгованості з модульного контролю обмежується початком заліково-екзаменаційної сесії.

Якщо з дисципліни підсумкова оцінка (бали) з освітнього компонента як сума підсумкових модульних оцінок становить не менше як 75 балів, то, за згодою здобувача освіти, вона може бути зарахована як підсумкова оцінка з ОК (навчальної дисципліни). Іспит складається у випадку, якщо здобувач освіти бажає підвищити рейтинг. У цьому випадку бали, набрані здобувачем за результатами модульних контрольних робіт, анулюються.

**Політика щодо деделайнів та перескладання.** Здобувач освіти може додатково скласти на консультаціях із викладачем ті теми, які він пропустив протягом семестру (з поважних причин), таким чином покращивши свій результат рівно на ту суму балів, яку було виділено на пропущені теми. Лекційний матеріал і практичні роботи зі змістового модуля 1 мають бути виконані до проведення модульної контрольної роботи (МКР) №1. У випадку невиконання практичних робіт і не відпрацювання відповідного лекційного матеріалу студент не допускається до написання МКР № 1. Відповідно подібні вимоги і до виконання практичних робіт і відпрацювання лекцій до модуля 2. Здобувач освіти може додатково скласти на консультаціях із викладачем ті теми, які він пропустив протягом семестру (з поважних причин), таким чином покращивши свій результат рівно на ту суму балів, яку було виділено на пропущені теми. Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

**Політика щодо академічної доброчесності.** *Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти* передбачає:



- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної освітньої (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації».

Виявлення ознак академічної недобросовісності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Списування під час контрольних та самостійних робіт, іспиту заборонені (зокрема, з використанням мобільних девайсів). Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. У випадку таких подій – реагування відповідно до [Кодексу академічної доброчесності](#) Волинського національного університету імені Лесі Українки.

**Політика щодо відвідування.** Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, навчання за програмою подвійного диплома, з використанням елементів дуальної форми здобуття освіти, міжнародне стажування) навчання може відбуватись за індивідуальним графіком, в онлайн режимі (за погодженням із деканом факультету).

**Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній освіті,** здійснюється на добровільній основі та передбачає підтвердження того, що здобувач досяг результатів навчання, передбачених ОПП, за якою він навчається. Визнанню можуть підлягати такі результати навчання, отримані в неформальній освіті, які за тематикою, обсягом вивчення та змістом відповідають як освітньому компоненту в цілому, так і його окремому розділу, темі (темам), індивідуальному завданню, курсовій роботі (проекту), контрольній роботі тощо, які передбачені програмою (силабусом) навчальної дисципліни. Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній та/або інформальній освіті, відбувається в семестрі, що передує семестру початку вивчення освітнього компонента, або першого місяця від початку семестру, враховуючи ймовірність непідтвердження здобувачем результатів такого навчання (ПОЛОЖЕННЯ про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки ([https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022\\_Viznannya\\_rezultativ\\_VNU\\_im\\_L.U.\\_red.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_Viznannya_rezultativ_VNU_im_L.U._red.pdf))).

**Дуальна освіта при викладанні дисципліни.** За умови, якщо студент виконує навчальний план за дуальною формою здобуття професійної освіти, йому може бути зарахована тема або модуль відповідно до Положення про підготовку здобувачів освіти у Волинському національному університеті імені Лесі Українки з використанням елементів дуальної форми здобуття освіти ([https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022\\_Polozhennya\\_pro\\_dualnu\\_oshvitu\\_red.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_Polozhennya_pro_dualnu_oshvitu_red.pdf))).

## V. Підсумковий контроль

Підсумкова семестрова оцінка з освітнього компонента «Системна біологія» виставляється без складання іспиту за результатами поточного і модульного контролю у випадку, якщо здобувач освіти успішно виконав усі завдання, передбачені силабусом, і набрав при цьому не менше як 75 балів.

Така оцінка виставляється в день проведення екзамену в присутності здобувача освіти.

У випадку незадовільної підсумкової семестрової оцінки, або за бажанням підвищити рейтинг, здобувач складає іспит у формі письмового або комп'ютерного тестування. У цьому випадку на іспит виносяться 60 балів, а бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються.

Здобувачам освіти пропонуються тестові завдання у кількості 30 запитань (по 2 бали).  
Види тестових завдань:

- із вибором однієї правильної відповіді;
- із вибором декількох правильних відповідей;
- на встановлення відповідності запропонованих наборів тверджень;
- завдання на відтворення правильної відповіді (формулювань понять) по пам'яті;
- завдання відкритого типу, що передбачає розгорнуту відповідь.

Тестові завдання складаються відповідно до питань, винесених на іспит.

Програма іспиту затверджується на засіданні кафедри фізіології людини і тварин.

Складання та перескладання іспиту проводиться згідно розкладу. Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

Оцінка за складання іспитів здійснюється за 100-бальною шкалою з подальшим переведенням у лінгвістичну та шкалу ECTS.

### **Орієнтовні питання до іспиту**

1. Поняття «системна біологія, різноманітні його трактування та зміст. Системна біологія як міждисциплінарна інтегративна наука про життя.
2. Історичні етапи розвитку системної біології. Системна біологія: перспективи та основна проблематика.
3. Моделювання систем – основний підхід системної біології.
4. Основні закони термодинаміки. Термодинаміка відкритих систем. Теорема Пригожина.
5. Поняття системи. Класифікація систем. Головні ознаки живих систем: відкритість, нерівноважність, динамічність, функціональна і мережева структурованість, адаптивність та ін.
6. Загальні уявлення про системні властивості біологічних об'єктів.
7. Біологічні молекули як функціональні конструкції: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди та ін.
8. Надмолекулярні функціональні конструкції: хроматин, клітинний та міжклітинний матрикс, клітинні органели, міжклітинні контакти.
9. Прямі і зворотні зв'язки між біологічними функціональними конструкціями як основа формування складних мереж зі спеціалізацією.
10. Поняття біологічної мережі. Приклади біологічних мереж.
11. Теорія графів.
12. Теорія інформації. Живі системи як інформаційні системи.
13. Кодування інформації в живих системах. Поняття інформаційного повідомлення.
14. Міжклітинні комунікації: хімічні, електричні, акустичні, електромагнітні тощо.
15. Робота молекулярних машин як основний шлях виористання вільної енергії нерівноважного стану.  
Фізико-хімічні, молекулярно-біологічні, клітинні і інтегративні механізми енергозабезпечення нерівноважного стану: електрогенез в біологічних мембранах, іонні канали.

16. Вільнорадикальне окиснення, ферментативна і неферментативна продукція тепла, системи продукції макроергічних сполук на основі окисно-відновних процесів (ана- і аеробне дихання, фото- і хемоситез).
17. Поняття біологічної мережі як мережі біологічних конструкцій (елементів). Головні властивості та принципи роботи біологічних мереж. Приклади біологічних мереж.
18. Теорія систем, теорія (складних) систем, теорія динамічних систем, теорія графів.
19. Клітинне «програмування» - ДНК-РНК технології та біосинтез білку. Механізми зберігання, відновлення та передачі спадкової інформації, як інформаційний процес.
20. Гіперцикли Ейгена як найпростіші математичні моделі роботи молекулярно-інформаційних систем.
21. Електрогенез в біологічних мембранах. Біологічні інформаційні процеси на прикладі мережевих систем міжклітинної комунікації і нейронних мереж. Приклади генерації, кодування, передачі, сприйняття і обробки сигналів в біологічних системах.
22. Експериментальні методи системної біології: геноміка та епігеноміка.
23. Транскриптоміка, протеоміка, метаболоміка, біоміка та ін.
24. Методи та інструменти біоінформатики в системній біології: комп'ютерні бази даних і системи візуалізації експериментальних даних та теоретичних моделей.
25. Еволюція як процес поступової або швидкої зміни програм розвитку живих систем під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Сучасні проблеми теорії еволюції з позиції теорії складних систем мережевої природи.
26. Системна біологія старіння. Старіння як загальнобіологічний феномен. Фундаментальні причини старіння. Головні типи і механізми старіння. Кількісний підхід і моделювання процесів старіння.
27. Модель системи мембрана – розчин електроліту.
28. Модель збудливої мембрани Ходжкіна-Хакслі.
29. Мембранна модель накопичення катіонів в еукаріотичній клітині.
30. Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен для найпростіших реакцій. Інгібування.

## VI. Шкала оцінювання

### Критерії оцінювання під час аудиторних занять

Кількість балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень
<b>3 бали</b>	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
<b>2 бали</b>	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
<b>1 бал</b>	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні

	знання окремих положень. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки.
<b>0 балів</b>	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

Таблиця 4

### Шкала оцінювання знань здобувачів освіти

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

## VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

### Основні:

1. Альбертс Б. Молекулярна біологія клітини. Переклад з англійської / Б. Альбертс, А. Джонсон. - Львів : Видавничий дім «Наутилус», 2018. – 1536 с.
2. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія / Сиволоб А.В. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 384 с.  
[http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol\\_sivolob.pdf](http://www.biol.univ.kiev.ua/public/pidruch/MolBiol_sivolob.pdf)
3. Костюк П. Г. Біофізика : Підручник / П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. С. Магура. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 567 с.
4. Handbook of Systems Biology: Concepts and Insights. Edited by A.J. Marian Walhout, Marc Vidal and Job Dekker - Academic Press, Elsevier, 2013. – 552 p.
5. Andriani Daskalaki Handbook of Research on Systems Biology Applications in Medicine. - IGI Global, 2008. – 982 p.
6. Limin Angela Liu , Dongqing Wei, Yixue Li and Huimin Lei Handbook of Research on Computational and Systems Biology: Interdisciplinary Applications. - IGI Global, 2011. – 776 p.

### Додаткові:

1. Андрієвський О. М. Фізико-хімічні методи дослідження білків : Методичний посібник для студентів, аспірантів і стажистів, що навчаються на біологічному факультеті / О. М. Андрієвський, С. Л. Міресь, С. Л. Пастернак. – Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2014. – 76 с.
2. Кузнецов І.П. Біокібернетика : практикум / уклад. І. Я. Коцан, І. П. Кузнецов ; Волинський національний університет імені Лесі Українки, біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин. – Луцьк, 2011. – 32 с.

3. Сиволоб А. В. Молекулярна організація хромосом / А. В. Сиволоб, К. С. Афанасьєва. – К. : Київський університет. – 2014. – 287 с.
4. Шевченко А.Ф. Основи медичної та біологічної фізики: підручник / А.Ф. Шевченко. – К. : Медицина, 2008. – 656 с.
5. Peter J. K. van Meer, Melanie L. Graham, Henk-Jan Schuurman The safety, efficacy and regulatory triangle in drug development: Impact for animal models and the use of animals. – European Journal of Pharmacology. – 759 (2015). – PP. 3 – 13.

#### Інформаційні ресурси

<http://physiodesigner.org/>

<http://systems-biology.org/>

<http://pysb.org/>

<http://www.genome.jp/kegg/>

<http://www.ebi.ac.uk/biomodels/>

<https://cellml.org>

<http://stitch.embl.de/>

<http://eggnoг.embl.de/>

<http://string-db.org/>

<http://www.reactome.org/>

<https://www.coursera.org/learn/systems-biology>

<https://www.coursera.org/learn/experimental-methods>