

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Основи системної біології
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Медичний інститут. Кафедра фізіології і патофізіології з курсом медичної біології
<b>Розробник(и)</b>	Обухова Ольга Анатоліївна, Гарбузова Вікторія Юріївна
<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	10 тижнів протягом 2-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 6 кред. ЄКТС, 180 год., з яких 50 год. становить контактна робота з викладачем (30 год. лекцій, 20 год. практичних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Біологія"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Знання з медичної біології, генетики, фізіології, патофізіології
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є досягнення аспірантами фундаментального мислення та системи знань про організацію живих організмів та роль регуляторних систем на різних рівнях організації життя (від молекулярного до соціального).

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<b>Модуль 1. Системна біологія як система міждисциплінарних знань про життя</b>
Тема 1 Предмет і задачі системної біології. Основні ознаки життя Предмет системної біології, підходи до визначення, мета і область досліджень, теоретичні основи, соціокультурне значення. Головні етапи розвитку біології. Холізм і редуccionізм в біології. Головні властивості Біосфери. Ноосфера як результат спільної еволюції біосфери і техносфери. Постійне безперервне існування, ускладнення і експансія як головні задачі життя. Основні ознаки живих систем: відкритість і нерівноважність, динамічність, функціональна і мережева структурованість, будова на основі автокаталітичних (самовідтворюваних) молекулярно-інформаційних систем, адаптивність, еволюція програм розвитку.

## Тема 2 Методологія і інструментарій системної біології

Всеосяжна модель біологічної системи «від молекули до організму» як основна мета системно-біологічного дослідження. Експериментальна методологія і інструментарій: геноміка і епігено-міка, транскриптоміка і інтефероміка, протеоміка, глікоміка і ліпідоміка, метаболоміка, інтерак-томіка, флаксоміка, біоміка. Теоретична методологія і інструментарій: теорія систем, теорія ди-намічних систем, теорія хаосу, сінергетика, теорія інформації, теорія управління, теорія випадкових процесів. Методи та інструменти біоінформатики: комп'ютерні бази даних і системи візуалізації експериментальних даних та теоретичних моделей. Комп'ютерні бази даних і системи візуалізації експериментальних даних та теоретичних моделей

## Тема 3 Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології

Теоретична методологія і інструментарій: теорія систем, теорія динамічних систем, теорія хаосу, сінергетика, теорія інформації, теорія управління, теорія випадкових процесів.

## Тема 4 Системна біологія і теорія походження життя

Сучасні уявлення про самозародження життя. Хімічна конституція всесвіту. Абіогенний синтез біологічно важливих речовин. Фізико-хімічні передумови виникнення життя. Математичні моделі найпростіших протобіологічних систем. Теорія гіперциклів Ейгена. Головні невирішені проблеми в теорії самозародження життя. Синтетична біологія: сучасність і майбутнє. Синтетична клітина. Синтетичні неприродні білки. Організми– кіборги. Людська цивілізація як особлива соціобіологічна планетарна форма життя. Біосфера, антропосфера, техносфера, ноосфера.

Тема 5 Підсумкове заняття з модуля 1 «Системна біологія як система міждисциплінарних знань про життя».

## **Модуль 2. Властивості живих систем**

### Тема 6 Структурованість живих систем

Живі системи – структуровані відкриті термодинамічні системи, які постійно підтримують свій нерівноважний стан. Яку енергію запасують і використовують живі системи? Робота молекулярних машин як основний шлях виористання вільної енергії нерівноважного стану. Фізикохімічні, молекулярно-біологічні, клітинні і інтегративні механізми енергозабезпечення нерівноважного стану: електрогенез в біологічних мембранах, іонні канали, вільнорадикальне окиснення, ферментативна і неферментативна продукція тепла, системи продукції макроергічних сполук на основі окисно-відновних процесів (ана- і аеробне дихання, фото- і хемоситез). Живі системи - структуровані системи, які складаються з функціональних конструкцій, що утворюють автокаталітичні (самовідтворювані) і самоузгоджені авто-регульовані функціональні мережі, побудовані на прямих і зворотних зв'язках між функціона-льними елементами. Поняття біологічної функціональної конструкції (функціонального елеме-нту). Біологічні молекули як функціональні конструкції: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди та інші функціональні речовини-конструкції. Надмолекулярні функціональні конструкції: хроматин, клітинний і міжклітинний матрикс, клітинні органели, міжклітинні контакти. Тканини і органи як функціональні конструкції.

## Тема 7 Біологічні мережі

Прямі і зворотні зв'язки між біологічними функціональними конструкціями як основа формування складних мереж з певними функціональними спеціалізаціями. Поняття біологічної мережі як мережі біологічних конструкцій (елементів). Головні властивості та принципи роботи біологічних мереж. Приклади біологічних мереж. Теорія систем, теорія (складних) систем, теорія динамічних систем, теорія графів і Марковські процеси, як теоретичні основи для математичної формалізації і моделювання біологічних мереж. Моделювання метаболічних мереж і динаміки біологічних процесів.

## Тема 8 Інформаційність та комунікативність живих систем

Теорія інформації в біології. Живі системи як інформаційні системи. Основні поняття теорії інформації в контексті біологічних парадигм. Інформаційна система: загальна структура, передавачі і приймачі, канали зв'язку, сигнали, кодування і декодування інформації, джерела перешкод. Генерація, сприйняття і обробка хімічних, електричних, акустичних і електромагнітних сигналів в живих системах. Кодування інформації в живих системах. Поняття інформаційного повідомлення. «Слово», як найпростіше повідомлення. Інші види повідомлень, семантика повідомлень. Клітинний «Асемблер»: найпростіші хімічні, електрохімічні і електромагнітні коди як клітинні слова-команди на прикладі мережевих систем міжклітинної комунікації і нейронних мереж. Елементарні квантово-фізичні взаємодії між молекулярними функціональними конструкціями як основа «машинного коду» живих систем. Живі системи – автокаталітичні (самовідтворювані) молекулярно-інформаційні системи які розвиваються та здійснюють свої функції за генетичною програмою (за алгоритмом). Клітинне «програмування» високого рівня – ДНК-РНК технології і біосинтез білка. Механізми зберігання, відновлення і передачі генетичної інформації: ДНК і РНК як фізичні носії інформації, синтезу «виконавчих» (функціональних) структур» - білків і РНК, - як інфор-маційний процес. Системи «генетичного гомеостазу» як система обслуговування роботи молекулярно-інформаційної системи клітини.

## Тема 9 Самовідтворюваність живих систем

Живі системи – автокаталітичні (самовідтворювані) молекулярно-інформаційні системи які розвиваються та здійснюють свої функції за генетичною програмою (за алгоритмом). Генетичні (генні) мережі. Приклади генетичних (генних) мереж. Моделювання генетичних (генних) мереж. Біологічні інформаційні процеси на прикладі мережевих систем міжклітинної комунікації і нейронних мереж. Інформаційні взаємодії між функціональними елементами (клітинними підсистемами, клітинами, тканинами, органами і організмами) за допомогою хімічних, електричних, акустичних і електромагнітних сигналів. Приклади генерації, кодування, передачі, сприйняття і обробки сигналів в біологічних системах.

## Тема 10 Адаптивність живих систем

Феномен «адаптації» в неживому світі рівноважних систем. Принцип Ле Шательє-Брауна для рівноважних систем, а також нерівноважних систем, що знаходяться в стаціонарному стані. Онтогенетична адаптація як біологічний феномен, що контролюється генетичною програмою розвитку живого організму. Адаптація, як модифікація програми розвитку організму під впливом факторів середовища. Види адаптацій. Специфічність і неспецифічність онтогенетичних адаптацій. Стрес як загальна адаптаційна реакція. Механізми клітинного стресу. Нейроендокринні і метаболічні механізми стрес-реакції у людини і тварин. Виховання як процес адаптації до соціокультурних умов. Зміна навколишнього середовища живими організмами як вища форма адаптації.

### Тема 11 Еволюційні процеси в живих системах

Еволюція як процес поступової або швидкої зміни програм розвитку живих систем під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. Основні механізми, що забезпечують зміни програм розвитку в популяціях живих організмів. Мутації як основний механізм зміни програм розвитку і формування різноманіття в популяції живих організмів. Види мутацій. Молекулярна еволюція. Фіксація мутацій в популяціях. Боротьба за існування та природній добір як рушійні сили еволюції. Мікро- і макроеволюція. Сучасні проблеми теорії еволюції з позиції теорії складних систем мережевої природи. Математичне моделювання еволюційних процесів.

### Тема 12 Підсумкове заняття з модуля 2 «Властивості живих систем».

## Модуль 3. Системна біологія і медицина

### Тема 13 Системна біологія і старіння

Старіння як загальнобіологічний феномен. Фундаментальні причини старіння: запрограмована смерть - феноптоз, пошкодження, виснаження і втрата функціональних елементів, порушення системної організації функцій. Головні типи і механізми старіння. Кількісний підхід і моделювання до процесів старіння. Можливі шляхи впливу на механізми старіння з метою його стримування. Чи можливо безсмертя?

### Тема 14 Системна біологія запалення

Еволюційна роль запалення. Запалення: визначення поняття, етіологія, класифікація флогогенних факторів. Загальні та місцеві ознаки і стадії запалення. Види альтерації, причини і механізми розвитку. Фізико-хімічні зміни в осередку запалення. Медіатори запалення, їх види, походження, механізм дії і значення у динаміці розвитку і завершення запалення. Послідовність і механізми судинних реакцій при запаленні, їх значення. Причини і механізми порушення проникності судин при запаленні. Патогенез запального набряку. Значення стадій ексудації. Принципи фармакокорекції запальної реакції.

### Тема 15 Системна біологія канцерогенезу

Канцерогенез як біологічний молекулярноінформаційний феномен. Основні властивості ракових клітин. Сучасні уявлення про етапи розвитку канцерогенезу. Стадія ініціації: мутації, онкогени, внутрішньоклітинні каскадів при ініціації канцерогенезу. Стадія промоції: промотори канцерогенезу, активація проліферативних сигнальних каскадів. Стадія стовбурової клітини: пригнічення системи регуляції диференціювання клітини, утворення клону проліферуючих клітин з високою нестабільністю геному, просторова гетерогенність клону. Стадія пухлинної прогресії: ріст і розвиток пухлини, зміна клітинного складу і стовбурових ліній пухлини. Канцерогенез і імунітет. Метастазування пухлини, пошкодження тканин і системна інтоксикація організму. Системна біологія і проблема індивідуального лікування хворих на рак.

### Тема 16 Системна біологія і фармакологія

З'ясування механізмів розвитку патологічного процесу на всіх рівнях організації. Пошук чутливих ланок патологічного процесу та молекулярних мішеней, вплив на які дозволяє зупинити патологічний процес. Моделювання структури молекул-мішеней для розробки хімічних сполук, що пригнічують або активують роботу таргетних молекулярних конструкцій. Моделювання метаболізму при зміні активності молекулярних мішеней, оцінка ефективності фармакологічної дії сполук і прогнозування побічної дії. Моделювання фармакокінетики і фармакодинаміки потенційно перспективних препаратів. Розробка оптимальної експериментальної схеми доклінічних досліджень і експериментальна перевірка теоретичних гіпотез. Роль гормонів у регуляції фізичного, психічного, статевого розвитку

Тема 17 Системний підхід у вирішенні теоретичних, методологічних і експериментальних задач (за темами дисертаційних досліджень).

Тема 18 Підсумкове заняття з модуля 3 «Системна біологія і медицина».

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Вміти генерувати ідеї та проводити експерименти, що їх підтверджують
РН2	Створювати моделі і системи, або інші інноваційні продукти, з біології та суміжних дисциплін.
РН3	Аналізувати великі бази даних та оцінювати отримані закономірності.
РН4	Вдосконалювати методологію наукових досліджень.

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.

Для спеціальності 091 Біологія:

ПР1	Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі вміння, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
ПР6	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
ПР7	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні й комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у біології та дотичних міждисциплінарних напрямках.
ПР9	Глибоко розуміти загальні принципи та методи біологічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Предмет і задачі системної біології. Основні ознаки життя</b>
Лк1 "Предмет і задачі системної біології. Основні ознаки життя"
Пр1 "Предмет, задачі, методологія системної біології. Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології."
<b>Тема 2. Методологія і інструментарій системної біології</b>

Лк2 "Методологія і інструментарій системної біології."
<b>Тема 3. Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології</b>
Лк3 "Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології."
<b>Тема 4. Системна біологія і теорія походження життя</b>
Лк4 "Системна біологія і теорія походження життя."
<b>Тема 5. Підсумкове заняття з модуля 1 «Системна біологія як система міждисциплінарних знань про життя».</b>
Пр2 "Підсумкове заняття з модуля 1«Системна біологія як система міждисциплінарних знань про життя»."
<b>Тема 6. Структурованість живих систем</b>
Лк5 "Властивості живих систем – структурованість."
<b>Тема 7. Біологічні мережі</b>
Лк6 "Біологічні мережі"
<b>Тема 8. Інформаційність та комунікативність живих систем</b>
Лк7 "Властивості живих систем – інформаційність та комунікативність"
<b>Тема 9. Самовідтворюваність живих систем</b>
Лк8 "Властивості живих систем – самовідтворюваність."
<b>Тема 10. Адаптивність живих систем</b>
Лк9 "Властивості живих систем – адаптивність."
<b>Тема 11. Еволюційні процеси в живих системах</b>
Лк10 "Еволюційні процеси в живих системах."
<b>Тема 12. Підсумкове заняття з модуля 2 «Властивості живих систем».</b>

Пр3 "Підсумкове заняття з модуля 2. «Властивості живих систем»."
<b>Тема 13. Системна біологія і старіння</b>
Лк11 "Системна біологія і старіння"
<b>Тема 14. Системна біологія запалення</b>
Лк12 "Системна біологія запалення"
<b>Тема 15. Системна біологія канцерогенезу</b>
Лк13 "Системна біологія канцерогенезу"
<b>Тема 16. Системна біологія і фармакологія</b>
Лк14 "Системна біологія і фармакологія"
<b>Тема 17. Системний підхід у вирішенні теоретичних, методологічних і експериментальних задач (за темами дисертаційних досліджень).</b>
Лк15 "Системний підхід у вирішенні теоретичних, методологічних і експериментальних задач."
Пр4 "Підсумкове заняття з модуля 3. «Системна біологія і медицина»"
<b>Тема 18. Підсумкове заняття з модуля 3 «Системна біологія і медицина».</b>
Пр5 "Системний підхід у вирішенні теоретичних, методологічних і експериментальний задач (захист рефератів за темами дисертаційних досліджень)."

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій
НД2	Підготовка проблемних семінарів
НД3	Індивідуальні завдання

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Проблемній семінар

МН3	Навчальна дискусія / дебати
МН4	Кейс-метод

Під час проведення практичних занять аспіранти отримують вміння працювати у команді, креативність, навички комунікації та лідерства, вміння системно мислити, аргументувати свою думку. Підготовка до проблемних семінарів та виконання індивідуальних завдань розвиває у здобувачів навички самостійного навчання, критичного мислення, формує системний науковий кругозір, важливість дотримання правил академічної доброчесності.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО2	Експрес-тестування
МФО3	Самооцінка поточного тестування
МФО4	Перевірка та оцінювання письмових завдань
МФО5	Вирішення проблем кейсів

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Комп'ютерне тестування
МСО2	Співбесіда з екзаменатором

Контрольні заходи:

<b>2 семестр</b>	<b>100 балів</b>
МСО1. Комп'ютерне тестування	<b>60</b>
5x12	60



МСО2. Співбесіда з екзаменатором	40
	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

У разі будь-яких проявів академічної недобросовісності на іспиті (підказування, списування, використання гаджетів тощо) аспірант одержує оцінку "незадовільно". У випадку карантинних обмежень заняття проводяться у дистанційному форматі з використанням платформ Zoom, Meet.

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі

### 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Патофізіологія: підручник: у 2-х т. Т.2 : Патофізіологія органів і систем / О. В. Атаман. — Вінниця : Нова Книга, 2016. — 448 с.
2	Механізми клітинної диференціації: навч. посіб. / Г. М. Кузнєцова, Т. В. Рибальченко, М. Е. Держинський, В. К. Рибальченко. — К. : Київський ун-т, 2019. — 399 с.
3	Основи антропогенезу: підручник / В. М. Помогайбо, А. В. Петрушов, Н. О. Власенко. — К. : Академвидав, 2015. — 144 с.
Допоміжна література	
1	Handbook of Systems Biology: Concepts and Insights. Edited by A.J. Marian Walhout, Marc Vidal and Job Dekker - Academic Press, Elsevier, 2013. – 552 p.
2	Патофізіологія: підручник: у 2-х т. Т.1 : Загальна патологія / О. В. Атаман. — Вінниця : Нова Книга, 2012. — 592 с. + Гриф МОЗ.
3	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.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	<a href="https://znaimo.com.ua/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F">https://znaimo.com.ua/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F</a>
2	<a href="https://uk.forensicsciencetechniciandegree.com/systems-biology-synthetic-biology-new-epoch-180745">https://uk.forensicsciencetechniciandegree.com/systems-biology-synthetic-biology-new-epoch-180745</a>