# СИСТЕМНА БІОЛОГІЯ

# Викладач: доктор біологічних наук, професор Кущ Оксана Георгіївна

**Кафедра:** фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини

**Телефон: 0956606304**

**Інші засоби зв’язку:** Moodle (форум курсу, приватні повідомлення

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Освітня програма, рівень вищої освіти** | | Біологія,  магістр | | | | | |
| **Статус дисципліни** | | Нормативна | | | | | |
| **Кредити ECTS** |  | **Навч. рік:** | | 2023-24 | **Рік навчання** | 2 | **Тижні** |
| **Кількість годин** |  | **Кількість змістових модулів1** | | |  | **Лекційні заняття8 Практичні заняття8**  **Самостійна робота**–108 | |
| **Вид контролю** | *іспит* | | | | |  | |
| **Посилання на курс в Moodle** | | | https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=5706 | | | | |
| **Консультації:** | | | вівторок, четвер, з 11.00 до 13.00, ІІІ корпус, 110  аудиторія, або за домовленістю чи ел.поштою | | | | |

# ОПИС КУРСУ

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Системна біологія» є інтегрування магістром теоретичних і практичних знань і навичок, отриманих при вивчені окремих біологічних курсів, для розуміння холістичних (емерджентних) принципів організації біологічних процесів.

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,

Дисципліна «Основи системної біології» належить до переліку обов’язкових дисциплін. У даній дисципліні докладно розглядаються головні ознаки та принципи організації життя. 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 (від

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Системна біологія» є:

1) розглянути основні фізичні і синергетичні принципи організації життя;

2) розглянути базові принципи організації та функціонування біологічних молекулярноінформаційних систем;

3) розглянути адаптаційні та еволюційні процеси як прояв фундаментальних властивостей динамічних біологічних молекулярно-інформаційних систем;

4) розглянути приклади системно-біологічного підходу до вирішення сучасних проблемголовних проблем, сучасних підходів та сучасних методів дослідження клітин;

5) 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;

6) 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

Значна увага при викладанні дисципліни приділяється створенню розуміння основних механізмів всіх проявів життя на клітинному рівні.

# ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

## дисципліна забезпечує набуття магітрами таких *компетентностей*:

## *інтегральна*:

## Здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

## *загальні:*

## 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

## 2. Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій;

## 3. Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел;

## 4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

## 5. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі;

## 6. Здатність розробляти та управляти науковими проектами;

## *спеціальні (фахові, предметні):*

## 1. Здатність застосовувати отримані знання та розуміння для вирішення проблем сучасної біології;

## 2. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики;

## 3. Поглиблене знання за широким колом питань сучасної біології.

# основні навчальні ресурси

# основна:

# Альбертс Б. Молекулярна біологія клітини. Переклад з анлійської / Б. Альбертс, А. Джонсон. - Львів : Видавничий дім «Наутілус», 2018. – 1536 с.

# .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

# Костюк П. Г. Біофізика : Підручник / П. Г. Костюк, В. Л. Зима, І. C. Магура. – K. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 567 с.

# Handbook of Systems Biology: Concepts and Insights. Edited by A.J. Marian Walhout, Marc Vidal and Job Dekker - Academic Press, Elsevier, 2013. – 552 p.

# 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.

# Handbook of systems biology: concepts and insights. edited by a.j. marian walhout, marc vidal and job dekker - academic press, elsevier, 2013. – 552 p.

# Andriani daskalaki handbook of research on systems biology applications in medicine. - igi global, 2008. – 982 p.

# 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.

# A.S. Mikhailov, b.hess self-organization in living cells: networks of protein machines and nonequilibrium soft . – journal of biological physics, 200, 228. – pp. 655–672.

# КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

***Поточні контрольні заходи:***

***Обов’язкові види роботи:***

***Термінологічний диктант*** *(max 2 бали) – на початку кожного практичного заняття.Терміни для вивчення зазначені у планах семінарських занять у розділі «Термінологічний мінімум».*

***Робота у групі*** *над розв’язанням практичного завдання, поставленого викладачем (max 4бали) – на кожному практичному занятті.*

***Письмова контрольна робота*** *(max 8балів)– двічі на семестр, наприкінці кожного змістового модулю курсу. Контрольна робота складається з двох питань (max 4 бали кожне) – теоретичного (дати визначення терміну, розкрити сутність поняття) та практичного (продемонструвати характерні особливості того чи іншого художнього феномену на прикладі конкретного тексту.*

***Додаткові види роботи:***

***Індивідуальне письмове завдання*** *у вигляді реферату або аргументативного есе (max4бали) виконується за бажанням студента. Теми рефератів та есе на вибір студента зазначені у планах практичних завдань у розділі «Індивідуальне письмове завдання». Гранична кількість індивідуальних письмових завдань – не більше 1 реферату та1 есе за семестр. Усі письмові завдання подаються виключно через платформу Moodle.*

***Реферат*** *передбачає реферування (себто, стислий переказ основних положень, дотичних до теми) двох актуальних (опублікованих не раніше ніж за 5 років та таких, що мають високий індекс цитування) наукових статей, опублікованих у зарубіжних фахових виданнях мовою, яку вивчає студент. Обсяг реферату – до 5000 знаків. Пряме цитування реферованих джерел заборонене. Перелік реферованих джерел оформлюється за зразком:* https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/245395/mod\_resource/content/1/prikladi\_oformlen\_literat ur.pdf

***Аргументативне есе (StandardArgumentativeEssay)****складається з таких структурних елементів:*

* *вступу, де студент декларує власну точку зору на проблему, поставлену у заголовку есе;*
* *щонайменше трьох аргументів на користь власної точки зору, структурованих за принципом SEXI (Statement-Explanation-Example-Importance/Impact).*
* *висновку, де попередні результати синтезуються та інтегруються у більш глобальний контекст.*

*Оскільки головна мета есе – змусити читача розділити точку зору автора, важливо використовувати риторичні фігури переконання, маркери логічної послідовності елементів («по- перше», «по-друге», «з вищезазначеного витікає» та ін.), апелювати до етосу (спільних*

*цінностей, поглядів, знань) та фактів (дослідження, статистичні дані, думки фахівців, приклади з життя), проводити ефектні паралелі й аналогії для демонстрації вашої ерудиції, вдало використовувати цитати з прочитаних текстів, правильно обрати інтонацію спілкування з читачем. Детальні вимоги та практичні рекомендації до написання аргументативного есе див. на сторінці курсу у Moodle:*

<https://moodle.znu.edu.ua/mod/forum/discuss.php?d=738>

***Підсумкові контрольні заходи:***

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ (20 балів).**

Кожне індивідуальне завдання полягає у написанні реферату та складанні тестових завдань за обраною науковою проблемою.

*Реферат – 16 балів.*

* + опрацювання літературних джерел – 3 бали (3 *бали* – опрацьовано основні підручники, періодичні видання, монографії (реферати наукових дисертацій), посилання в тексті відповідають переліку посилань; *2 бали* – опрацьовано основні підручники, періодичні видання, але відсутні посилання на монографії та реферати наукових дисертацій, посилання в тексті відповідають списку літератури; *1 бал* – опрацьовано основні підручники, але відсутні посилання на періодичні видання, монографії та реферати наукових дисертацій, допускаються окремі порушення в оформленні списку літератури; *0 балів* – опрацьовано лише окремі видання, які відносяться до основних джерел, наведені в тексті посилання не відповідають списку літератури, оформлення якого не відповідає ДЕСТ);
  + оформлення та обсяг роботи – 3 бали (*3 бали* – робота оформлена охайно, добре ілюстрована, обсяг становить 10-15 сторінок друкованого тексту, написана грамотно; *2 бали* – робота оформлено охайно, добре ілюстрована, але допускаються орфографічні помилки або обсяг становить до 10 сторінок друкованого тексту; *1 бал* – робота оформлено охайно, має малий обсяг, таблиці та ілюстрації відсутні, мають місце орфографічні помилки; *0 балів* – робота оформлена неохайно, має малий обсяг та чисельні орфографічні помилки);
  + змістовна частина – 5 балів (*5 балів* – робота виконана на високому науковому рівні, питання опрацьовано в повному обсязі, наявні результати окремих наукових досліджень, зроблені проміжні та узагальнюючий висновок; *4 бали* – робота виконана на високому науковому рівні, питання опрацьовано в повному обсязі, наявні результати окремих наукових досліджень, але відсутні елементи власної інтерпретації викладеного матеріалу; *3 бали* – питання опрацьовано в повному обсязі, але відсутні результати окремих наукових досліджень та елементи власної інтерпретації викладеного матеріалу; *2 бали* – в роботі допускається відсутність характеристики окремих періодів онтогенезу, відсутні елементи власної інтерпретації викладеного матеріалу; *1 бал* – робота містить характеристику тільки окремих періодів онтогенезу, відсутні приклади, а також елементи власної інтерпретації викладеного матеріалу; *0 балів* – відповідь за змістом не відповідає запропонованій науковій проблемі);

захист індивідуального завдання – 5 балів (*5 балів* – відповідь повна та логічна, студент вільно орієнтується у дослідженому питанні; *4 балів* – відповідь повна та логічна, але виникають складності з власною інтерпретацією матеріалу; *3 бали* – студент відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна; *2 бали* – студент лише в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна і неглибока, студент дає недостатньо правильні формулювання; *1 бал* – студентом не знає значної частини дослідженого питання, допускає суттєві помилки при формулюванні понять, робить велику кількість помилок у відповіді; *0 балів* – студент не розкрив поставлені питання);

*Тестове завдання – 4 бали.*

Студент повинен скласти 4 тестових питання згідно запропонованої наукової проблеми. Кожне питання має містити 4-5 варіантів відповіді з яких 1-2 є правильними. *1 бал –* завдання складено коректно та на високому науковому рівні з посиланням на літературні джерела; 0,5 –

завдання складено коректно та на високому науковому рівні, але відсутні посилання на літературні джерела; 0 балів – завдання є некоректним за змістом та формою.

*При несвоєчасному виконанні індивідуального завдання підсумкова оцінка знижується на 4 бали).*

## ЕКЗАМЕН (20 балів).

Кожне екзаменаційне завдання містить 2 теоретичні питання (оцінюється по 7 балів). В подальшому за пропорцією отримана оцінка переводиться у 20-бальну шкалу.

Критерії оцінювання теоретичних питань: (***7 балів*** – відповідь бездоганна за змістом, формою та обсягом. Студент при відповіді показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, доцільно використовує матеріал при наведенні прикладів. ***6 балів***

– передбачає високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності в неосновних питаннях, доцільно використовує вивчений матеріал при наведенні прикладів. Можливі труднощі при формулюванні узагальнюючих висновків, слабке знання додаткової літератури. ***5 балів*** – передбачає досить високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь логічна, містить деякі неточності при формулюванні узагальнень, наведенні прикладів. Додаткова література недостатньо пророблена. ***4 бали*** – передбачає наявність знань лише основної літератури, студент відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна і містить неточності, порушується послідовність викладення матеріалу, виникають труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів. ***3 бали*** – передбачає неповні знання студента основної літератури, студент лише в загальній формі розбирається у матеріалі, відповідь неповна і неглибока. Студент дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладення матеріалу, відчуває труднощі при наведенні прикладів. Відповідь оформлена неохайно, зі значної кількістю помилок. ***2 бали*** – ставиться, коли студентом не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при формулюванні та висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, робить велику кількість помилок у відповіді. ***1 бал*** – ставиться, коли студент не розкрив поставлені питання, не засвоїв матеріал в обсязі, достатньому для подальшого навчання. ***0 балів*** – відповідь відсутня).

Таким чином, максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання модульних заходів та складання екзамену становить **100 балів**.

*\* Прим. у випадку наявності поважної причини відсутності на занятті студент впродовж 2-х тижнів після закриття лікарняного або іншого документу має право написати контрольну роботу за умови дозволу, виданого деканатом факультету.*

**Шкала оцінювання: національна та ECTS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| За шкалою ECTS | За шкалою університету | За національною шкалою | |
| Екзамен | Залік |
| A | 90 – 100 (відмінно) | 5 (відмінно) | Зараховано |
| B | 85 – 89 (дуже добре) | 4 (добре) |
| C | 75 – 84 (добре) |
| D | 70 – 74 (задовільно) | 3 (задовільно) |
| E | 60 – 69 (достатньо) |
| FX | 35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання) | 2 (незадовільно) | Не зараховано |
| F | 1 – 34 (незадовільно – з обов’язковим  повторним курсом) |

# РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

**8. Структура навчальної дисципліни.**

**Тематичний план лекцій і практичних занять**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Назва теми** | **Кількість годин** | | |
| **Лекції** | **Практи- чні** |  |
| ***Змістовний модуль 1*** | | | | |
| 1 | **Тема: Сучасна біологія як система міждисциплінар-**  **них знань про життя. Головні ознаки життя.** | **8** | **8** |  |
|  | **Лекція 1. Вступ. Життя як Вселенський феномен. Су- часна біологія як система міждисциплінарних знань про життя.**  В якому Всесвіті ми живемо? Всесвіт як велетенський конструктор «LEGO». Біосфера, як особлива підсистема планети Земля. Головні властивості Біосфери. Ноосфера як результат спільної еволюції біосфери і техносфери. Постійне безперервне існування, ускладнення і експансія як головні задачі життя. Чи є мета у життя, як планетар- ного і космічного феномена?  Головні етапи розвитку біології. Холізм і редукціонізм в біології. Системна біологія як міждисциплінарна інтегра- тивна наука про життя: мета і область досліджень, науко- ва парадигма, теоретичні основи, основний інструмента- рій, соціокультурне значення. Різне розуміння системної біології. Системна біологія і медицина.  Головні ознаки живих систем: відкритість і нерівноваж- ність, динамічність, функціональна і мережева структу- рованість, будова на основі автокаталітичних (самовідт- ворюваних) молекулярно-інформаційних систем, адапти- вність, еволюція програм розвитку. | 2 |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Лекція 2. Головні ознаки життя. Енергетика життя. Функціональна і мережева структурованість і динаміч- ність.**  Живі системи – структуровані відкриті термодинамічні системи, які постійно підтримують свій нерівноважний стан. Яку енергію запасають і використовують живі систе- ми? Робота молекулярних машин як основний шлях вио- ристання вільної енергії нерівноважного стану. Фізико- хімічні, молекулярно-біологічні, клітинні і інтегративні механізми енергозабезпечення нерівноважного стану: електрогенез в біологічних мембранах, іонні канали, віль- норадикальне окиснення, ферментативна і неферментатив- на продукція тепла, системи продукції макроергічних сполук на основі окисно-відновних процесів (ана- і аероб- не дихання, фото- і хемоситез).  Живі системи - структуровані системи, які складаються з функціональних конструкцій, що утворюють автокаталі- тичні (самовідтворюваніі) і самоузгоджені авторегульовані функціональні мережі, побудовані на прямих і зворотних зв’язках між функціональними елементами. Поняття біо- логічної функціональної конструкції (функціонального елементу). Біологічні молекули як функціональні констру- кції: білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди та інші функціональні речовини-конструкції. Надмолекулярні функціональні конструкції: хроматин, клітинний і міжклі- тинний матрикс, клітинні органели, міжклітинні контакти. Тканини і органи як функціональні конструкції. Прямі і зворотні зв’язки між біологічними функціональними конс- трукціями як основа формування складних мереж з певни- ми функціональними спеціалізаціями. Поняття біологічної мережі як мережі біологічних конструкцій (елементів). Головні властивості та принципи роботи біологічних ме- реж. Приклади біологічних мереж. Теорія систем, теорія (складних) систем, теорія динамічних систем, теорія графів і Марковські процеси, як теоретичні основи для математи- чної формалізації і моделювання біологічних мереж. Мо- делювання метаболічних мереж і динаміки біологічних процесів. | 2 |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Лекція 3. Головні ознаки життя. Живі системи – мо- лекулярно-інформаційні системи.** Теорія інформації в біології. Живі системи як інформаційні системи. Основні поняття теорії інформації в контексті біологічних пара- дигм. Інформаційна система: загальна структура, переда- вачі і приймачі, канали зв’язку, сигнали, кодування і де- кодування 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. Клітин- ний «Асемблер»: найпростіші хімічні, електрохімічні і електромагнітні коди як клітинні слова-команди на прик- ладі мережевих систем міжклітинної комунікації і ней- ронних 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, відно- влення і передачі генетичної інформації: ДНК і РНК як фізичні носії інформації, синтезу «виконавчих» (функціо- нальних) структур» - білків і РНК, - як інформаційний процес. Системи «генетичного гомеостазу» як система обслуговування роботи молекулярно-інформаційної сис- теми клітини. Гіперцикли Ейгена як найпростіші матема- тичні моделі роботи молекулярно-інформаційних систем. Генетичні (генні) мережі. Приклади генетичних (генних) мереж. Моделювання генетичних (генних) мереж. Біоло- гічні інформаційні процеси на прикладі мережевих сис- тем міжклітинної комунікації і нейронних мереж. Інфор- маційні взаємодії між функціональними елементами (клі- тинними підсистемами, клітинами, тканинами, органами і організмами) за допомогою хімічних, електричних, акус- тичних і електромагнітних сигналів. Приклади генерації, кодування, передачі, сприйняття і обробки сигналів в біо- логічних системах. Внутрішньоклітинні комунікаційні мережі (системи внутрішньоклітинної регуляції). Міжклі- тинні комунікації: хімічні, електричні, акустичні і елект- ромагнітні. | 2 |  |  |
| **Практична робота 1.** Системний підхід у вирішенні ключових проблем сучасної біології. |  | 2 |  |
| **Самостійна робота.** Живі системи – автокаталітичні (са- мовідтворювані) молекулярно-інформаційні системи які розвиваються та здійснюють свої функції за генетичною  програмою (за алгоритмом). Генетичні (генні) мережі. |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Приклади генетичних (генних) мереж. Моделювання ге- нетичних (генних) мереж. Біологічні інформаційні проце- си на прикладі мережевих систем міжклітинної комуніка- ції і нейронних мереж. Інформаційні взаємодії між функ- ціональними елементами (клітинними підсистемами, клі- тинами, тканинами, органами і організмами) за допомо- гою хімічних, електричних, акустичних і електромагніт- них сигналів. Приклади генерації, кодування, передачі, сприйняття і обробки сигналів в біологічних системах. | |  | |  | |  |
| ***Змістовний модуль 2*** | | | | | | | |
| 4 | **Тема: Головні ознаки життя. Методологія і інстру-**  **ментарій системної біології.** |  | |  | |  | |
|  | **Лекція 4. Головні ознаки життя. Живі системи – адаптивні системи.**  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 навколиш- нього середовища живими організмами як вища форма адаптації. | 2 | |  | |  | |
| **Лекція 5. Живі системи – еволюціонуючі системи.** Еволюція як процес поступової або швидкої зміни програм розвитку живих систем під впливом зовніш- ніх і внутрішніх факторів. Основні механізми, що за- безпечують зміни програм розвитку в популяціях жи- вих організмів. Мутації як основний механізм зміни програм розвитку і формування різноманіття в попу- ляції живих організмів. Види мутацій. Молекулярна еволюція. Фіксація мутацій в популяціях. Боротьба за існування та природній добір як рушійні сили еволю- ції. Мікро- і макроеволюція. Сучасні проблеми теорії еволюції з позиції теорії складних систем мережевої природи. Математичне моделювання еволюційних процесів. | 2 | |  | |  | |
|  | **Практична робота 2. Методологія і інструментарій системної біології.** Всеосяжна модель біологічної системи «від | 2 | |  | |  | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | молекули до організму» як основна мета системно- біологічного дослідження.  Експериментальна методологія і інструментарій: гено- міка і епігеноміка, транскриптоміка і інтефероміка, протеоміка, глікоміка і ліпідоміка, метаболоміка, інте- рактоміка, флаксоміка, біоміка.  Теоретична методологія і інструментарій: теорія сис- тем, теорія динамічних систем, теорія хаосу, сінерге- тика, теорія інформації, теорія управління, теорія ви- падкових процесів.  Методи та інструменти біоінформатики: комп’ютерні бази даних і системи візуалізації експериментальних даних та теоретичних моделей. |  |  |  |
| **Самостійна робота.** Механізми клітинного стресу. Нейроендокринні і метаболічні механізми стрес- реакції у людини і тварин.  Математичне моделювання еволюційних процесів.  Теоретична методологія і інструментарій: теорія сис- тем, теорія динамічних систем, теорія хаосу, сінерге- тика, теорія інформації, теорія управління, теорія ви- падкових процесів.  Комп’ютерні бази даних і системи візуалізації експе- риментальних даних та теоретичних моделей. |  |  |  |
| ***Змістовний модуль 3*** | | | | |
| 6 | **Тема: Системна біологія і медицина. Системна біо-**  **логія і філософія майбутнього.** | **6** | **2** |  |
|  | **Лекція 6. Системна біологія і медицина. Системна біологія канцерогенезу.**  Канцерогенез як біологічний молекулярно- інформаційний феномен. Основні властивості ракових клітин. Сучасні уявлення про етапи розвитку канцеро- генезу. Стадія ініціації: мутації, онкогени, внутріш- ньоклітинні каскадів при ініціації канцерогенезу. Ста- дія промоції: промотори канцерогенезу, активація про- ліферативних сигнальнних каскадів. Стадія стовбуро- вої клітини: пригнічення системи регуляції диферен- ціювання клітини, утворення клону проліферуючих клітин з високою нестабільністю геному, просторова гетерогенність клону. Стадія пухлинної прогресії: ріст і розвиток пухлини, зміна клітинного складу і стовбу- рових ліній пухлини. Канцерогенез і імунітет. Метас- тазування пухлини, пошкодження тканин і системна  інтоксикація організму. Системна біологія і проблема індивідуального лікування хворих на рак. | 2 |  |  |
| **Лекція 7. Системна біологія і фармакологія. Систе- мна біологія старіння.**  З’ясування механізмів розвитку патологічного про- цесу на всіх рівнях організації. Пошук чутливих ланок патологічного процесу та молекулярних мішеней, вплив на які дозволяє зупинити патологічний процес. Моделювання структури молекул-мішеней для розро-  бки хімічних сполук, що пригнічують або активують роботу таргетних молекулярних конструкцій. Моде- | 2 |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | лювання метаболізму при зміні активності молекуляр- них мішеней, оцінка ефективності фармакологічної дії сполук і прогнозування побічної дії. Моделювання фармакокінетики і фармакодинаміки потенційно перс- пективних препаратів. Розробка оптимальної експери- ментальної схеми доклінічних досліджень і експери- ментальна перевірка теоретичних гіпотез.  Визначення старіння. Старіння як загальнобіологіч- ний феномен. Фундаментальні причини старіння: за- програмована смерть - феноптоз, пошкодження, ви- снаження і втрата функціональних елементів, пору- шення системної організації функцій. Головні типи і механізми старіння. Кількісний підхід і моделювання до процесів старіння. Можливі шляхи впливу на меха-  нізми старіння з метою його стримування. Чи можливо безсмертя? |  |  |  |
| **Практична робота 3. Системна біологія і теорія походження життя. Синтетична біологія. Системна біологія, астробіологія, соціобіологія, геополітика, футурис- тика.**  Сучасні уявлення про самозародження життя. Хімічна конституція всесвіту. Абіогенний синтез біо- логічно 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. Синтетич- на клітина. Синтетичні неприродні білки. Організми– кіборги.  Людська цивілізація як особлива соціобіологічна пла- нетарна форма життя. Біосфера, антропосфера, техно- сфера, ноосфера Що чекає людство на планеті Земля? Термодинамічний «Апокаліпсис» на Землі чи життя в Космосі? Чи є життя на інших планетах? Астробіоло- гія і біологія екстремофілів. Що ми шукаємо на Марсі та інших планетах? Чи може людина подорожувати у  космосі тривалий час? Якою буде людина у далекому майбутньому? | 2 |  |  |
| **Практична робота 4. Системний підхід у вирішенні теоретичних, методологічних і експериментальних задач за темами магістерських досліджень.** |  | 2 |  |
| **Самостійна робота.** Системна біологія і проблема індивідуального лікування хворих на рак на прикладі сучасних досягнень. Розробка оптимальної експериме- нтальної схеми доклінічних досліджень і експеримен- тальна перевірка теоретичних гіпотез.  Кількісний підхід і моделювання до процесів старіння. Можливі шляхи впливу на механізми старіння з метою його стримування. Чи можливо безсмертя?  Теорія гіперциклів Ейгена. Головні невирішені про- блеми в теорії самозародження життя. Синтетична біологія: сучасність і майбутнє.  Синтетична клітина. Синтетичні неприродні білки. Організми–кіборги.  Чи може людина подорожувати у космосі тривалий |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | час? Якою буде людина у далекому майбутньому? |  |  |  |
| 8 | **ВСЬОГО** | **8** | **8** |  |

**Загальний обсяг 220** *год.,* в тому числі:

Лекції - 8

Практичні заняття – 8*год.*

*Самостійна робота – 108 год.*

Консультації – 4*год.*

Іспит **– 2***год.*

Основна: (Базова)

* + 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. Andriani Daskalaki Handbook of Research on Systems Biology Applications in Medicine. - IGI Global, 2008. – 982 p.
    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.
    4. A.S. Mikhailov, B.Hess Self-Organization in Living Cells: Networks of Protein Machines and Nonequilibrium Soft . – Journal of Biological Physics, 200, 228. – pp. 655–672.

Додаткова:

1. PeterJ.K.vanMeer , MelanieL.Graham , Henk-JanSchuurman The safety, efﬁ cacy and regu- latory triangle in drug development: Impact for animal models and the use of animals. – European Journal of Pharmacology. – 759 (2015). – PP. 3 – 13.
2. Lynn J. Rothschild & Rocco L. Mancinelli Life in extreme environments. – NATURE, VOL 409, 22 FEBRUARY, 2001. – pp. 1092-1101.
3. V.P. Zhdanov, B. Kasemo Synchronization of Metabolic Oscillations: Two Cells and En- sembles of Adsorbed Cells. - Journal of Biological Physics. – 2001, 27. - pp. 295–311.
4. ShaopingLinga, Zheng Hua, Zuyu Yang, Fang Yanga, Yawei Lia , Pei Lin et el. Extremely high genetic diversity in a single tumor points to prevalence of non-Darwinian cell evolution.

- [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1519556112](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1519556112)

# РЕГУЛЯЦІЇ І ПОЛІТИКИ КУРСУ2

## Відвідування занять. Регуляція пропусків.

*Інтерактивний характер курсу передбачає обов’язкове відвідування практичних занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущенні завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання шляхом виконання індивідуального письмового завдання.*

*Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.*

## Політика академічної доброчесності

*Усі письмові роботи, що виконуються слухачами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення UniCheck.*

*Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перефразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело. Приклади оформлення цитувань див. на Moode:* [*https://moodle.znu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=103857*](https://moodle.znu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=103857) *Виконавці індивідуальних дослідницьких завдань обов’язково додають до текстів своїх робіт власноруч підписану Декларацію академічної доброчесності (див. посилання у Додатку до силабусу).*

*Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.*

*Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.orgта подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:*

*Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського:*[http://www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua/)

*Цифрова повнотекстова база даних англомовної наукової періодики JSTOR:* <https://www.jstor.org/>

## Використання комп’ютерів/телефонів на занятті

*Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» до початку заняття.*

*Під час виконання заходів контролю (термінологічних диктантів, контрольних робіт, іспитів) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.*

## Комунікація

*2 Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!*

*Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle.*

*Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни подання контрольних робіт, коди доступу до сесій у CiscoWebex та ін. – регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам*