

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Сучасні аспекти біології розвитку
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Медичний інститут. Кафедра морфології
Розробник(и)	Бумейстер Валентина Іванівна, Дмитрук Сергій Миколайович
Рівень вищої освіти	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	10 тижнів протягом 3-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 6 кред. ЄКТС, 180 год., з яких 50 год. становить контактна робота з викладачем (30 год. лекцій, 20 год. практичних занять), 130 год. самостійна робота
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Біологія"
Передумови для вивчення дисципліни	Знання з біології рівня Магістр
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Формування у аспірантів сучасного конструктивного, фундаментального мислення та системи знань (про молекулярні, генетичні, клітинні та інтегративні аспекти розвитку живих організмів, їх регенеративні та вікові процеси, про сучасні методи вивчення органогенезу, можливості сучасних біотехнологій щодо впливу на механізми розвитку), а також умінь достатніх для виконання завдань науково-дослідницького та інноваційного характеру у сфері біології.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ. Сучасні напрямки та підходи у біології розвитку.

Предмет і задачі біології розвитку. Анатомічні, експериментальні та генетичні підходи у біології розвитку. Порівняльна ембріологія, еволюційна ембріологія, медична ембріологія та тератологія, математичне моделювання процесів росту і розвитку як складові біології розвитку.

Тема 2 Гаметогенез. Запліднення. Ранній ембріональний розвиток ссавців.

Розвиток гонад. Генетичні механізми первинної та вторинної детермінації статі у ссавців. Гормональна регуляція статевого фенотипу. Гаметогенез. Внутрішнє запліднення, дроблення, гастрюляція у ссавців. Формування передньо-задньої, дорсо-вентральної та ліво-правої осей зародка.

Тема 3 Клітинна адгезія та апоптоз як фактори морфогенезу.

Молекулярні механізми клітинної адгезії та їх регуляція в процесі гістогенезу. Молекулярні механізми апоптозу та їх регуляція. Порушення клітинної адгезії та апоптозу в процесі морфогенезу, їх наслідки.

Тема 4 Похідні ектодерми. Розвиток нервової системи.

Формування нервової трубки. Первинна і вторинна нейруляція. Моделювання центральної нервової системи: передньо-задня та дорсо-вентральна осі. Нервовий гребінь та міграція його клітин. Клітини і тканини нервової системи в процесі розвитку. Механізми регуляції розвитку головного мозку. Роль нейроглії у нейрогенезі. Сигнальні механізми регуляції розвитку неокортексу. Ріст нейронів після народження. Архітектоніка неокортексу та можливості навчання.

Тема 5 Похідні ектодерми. Розвиток органів чуття та епідермісу.

Розвиток ока хребетних. Індукційний каскад кришталик-сітківка. Диференціація кришталика, рогівки, нервової системи сітківки. Походження епідермісу. Ектодермальні придатки.

Тема 6 Похідні мезодерми.

Параксіальна та проміжна мезодерма. Розвиток склеротома. Міогенез та остеогенез. Механотрансдукція у кістково-м'язовій системі.

Тема 7 Проміжна і латеральна мезодерма. Розвиток нирок, серця, крові.

Специфікація проміжної мезодерми. Розвиток нирок та їх взаємодія. Латеральна мезодерма: розвиток серця та системи кровообігу. Специфікація кардіогенної мезодерми. Міграція та диференціювання клітин серця. Васкулогенез: початкове утворення кровonosних судин. Ангіогенез: ріст та ремоделювання кровonosних судин. Гемопоез: клітини-попередники та сайти кровотворення.

Тема 8 Розвиток кінцівок.

Формування зачатка кінцівки. Проксимально-дистальна полярність та утворення проксимально-дистальної осі кінцівки. Специфікація передньо-задньої осі кінцівки. Генерація дорсо-вентральної осі кінцівки. Координація трьох осей кінцівки. Суглоби та їх формування. Еволюція шляхом зміни сигнальних центрів кінцівок.

Тема 9 Похідні ентодерми.

Формування травної трубки та дихальної трубки. Утворення глотки. Похідні травної трубки. Специфікація тканин кишки. Розвиток додаткових органів: печінки, підшлункової залози, жовчного міхура. Дихальна трубка. Індукція легень.

Тема 10 Регенерація та використання її механізмів.

Основні принципи та еволюція регенеративної здатності у ссавців. Епіморфна регенерація у ссавців. Бластема. Регенерація тканин у ссавців. Роль тканинного мередовища та нервової системи у регенеративному процесі. Регенеративна медицина: використання ембріональних стовбурових клітин та стовбурових клітин дорослого організму.

<p>Тема 11 Біологічний вік та фізіологічні темпи вікових змін.</p> <p>Типові зміни у функціональних системах організму з віком. Механізми адаптації до вікових змін. Система енергетичного забезпечення організму і старіння. Гени і старіння. Модифікація хроматину з віком. Стовбурові клітини і старіння. Сучасні підходи до визначення біологічного віку та шляхи його корекції.</p>
<p>Тема 12 Медичні аспекти біології розвитку.</p> <p>Захворювання розвитку. Генетичні помилки розвитку людини. Генетично обумовлені синдроми. Плейотропні ефекти. Тератогенез: екологічні виклики перед людиною. Пренатальна діагностика та передімплантаційна генетика. Рак, як хвороба розвитку. Контекстно-залежні пухлини. Гіпотеза ракових стовбурових клітин. Рак і регуляція епігенетичних генів. Захворювання розвитку. Генетичні помилки розвитку людини. Генетично обумовлені синдроми. Плейотропні ефекти. Статистичний аналіз ДНК у біології розвитку.</p>
<p>Тема 13 Пластичність розвитку та симбіоз.</p> <p>Роль оточуючого середовища у формуванні фенотипу. Пластичність нервової системи з точки зору розвитку. Механізми симбіотичного розвитку у ссавців: симбіоз на шкірі, в кишці.</p>
<p>Тема 14 Методи вивчення органогенезу та постнатального розвитку.</p> <p>Генетичні методи. Клональний аналіз. Культивування клітин, тканин, органів. Методи розділення клітин. Математичні моделі самоорганізації біологічних систем. Комп'ютерні моделі морфогенезу. Етичний аспект сучасних біотехнологій.</p>
<p>Тема 15 Еволюційна біологія розвитку.</p> <p>Принцип модульності: дивергенція через дисоціацію. Принцип молекулярної економії: дуплікація генів та розходження. Нох-гени: походження з модифікаціями. Кооптація генів, як фактор еволюції. Гомологічні шляхи розвитку. Механізми еволюційних змін: гетеротопія, гетерохронія, гетерометрія, гетеротипія. Обмеження розвитку: фізичні, морфогенетичні, філетичні. Успадкування екологічно індукованих рис. Новий еволюційний синтез.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Знати принцип біологічного різноманіття, еволюційну основу філогенетичного розвитку живих організмів, особливості їх будови на різних етапах онтогенезу, вміти використовувати ці знання при рішенні наукових та науково-освітніх задач.
PH2	Розуміти принципи формулювання і перевірки гіпотез щодо основних закономірностей та процесів індивідуального розвитку, механізмів росту, морфогенезу та диференціювання, причин їх аномалій.
PH3	Застосовувати знання основних концепцій біології розвитку для пояснення його молекулярних механізмів, для розробки експериментальних моделей процесів та систем з метою отримання нових знань і з'ясування структурно-функціонального підґрунтя розвитку захворювань.
PH4	Аналізувати, оцінювати та критично осмислювати інформацію щодо анатомічних, експериментальних та генетичних аспектів біології розвитку, встановлювати взаємозв'язки між ними у контексті навчальної дисципліни і на стику з медициною та екологією.
PH5	Уміти використовувати комплекс отриманих знань для обґрунтування етичних принципів застосування біотехнологій, спрямованих на модифікацію живих організмів та екосистем.

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 й 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	Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати аналізу джерел літератури, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, експерименту) і математичного та/або комп'ютерного моделювання.
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.
ПР10	Розуміти біоетичні механізми регулювання біологічних досліджень та дотримуватись етичних вимог щодо наукової діяльності, до сфери якої належить людина як суб'єкт дослідження в контексті збереження її здоров'я та благополуччя, інші живі істоти та довкілля в умовах інтенсивного застосування біотехнологій.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Вступ. Сучасні напрямки та підходи у біології розвитку.
Лк1 "Вступ. Сучасні напрямки та підходи у біології розвитку, анатомічна традиція"
Тема 2. Гаметогенез. Запліднення. Ранній ембріональний розвиток ссавців.
Лк2 "Утворення гамет, запліднення та ранні етапи ембріонального розвитку у представників різних видів ссавців."
Пр1 "Гаметогенез. Запліднення. Ранній ембріональний розвиток ссавців."
Тема 3. Клітинна адгезія та апоптоз як фактори морфогенезу.
Лк3 "Морфогенез: фактори та механізми регуляції."
Пр2 "Молекулярні механізми клітинної адгезії та апоптозу, регуляція морфогенезу."
Тема 4. Похідні ектодерми. Розвиток нервової системи.

Лк4 "Теорія зародкових листків. Ектодерма. Диференціювання та розвиток нервової системи."
Тема 5. Похідні ектодерми. Розвиток органів чуття та епідермісу.
Лк5 "Ектодерма. Утворення покривних тканин та органів чуття."
Пр3 "Ембріональне моделювання центральної нервової системи, диференціювання структур органа зору, походження епідермісу."
Тема 6. Похідні мезодерми.
Лк6 "Параксіальна та проміжна мезодерма. Міогенез та остеогенез."
Тема 7. Проміжна і латеральна мезодерма. Розвиток нирок, серця, крові.
Лк7 "Похідні проміжної і латеральної мезодерми. Парієтальний та вісцеральний листки спланхнотому."
Пр4 "Розвиток серозних оболонок, гладкої мускулатури, мезенхіми, кровоносних судин, серця та брижі.."
Тема 8. Розвиток кінцівок.
Лк8 "Ембріогенез кінцівок: молекулярні механізми регуляції."
Пр5 "Ембріогенез скелету, м'язів, судин та нервів кінцівок.."
Тема 9. Похідні ентодерми.
Лк9 "Розвиток ембріональної та позаембріональної ентодерми. Молекулярні маркери ентодерми."
Пр6 "Розвиток травної та дихальної трубки. Позаембріональні мембрани."
Тема 10. Регенерація та використання її механізмів.
Лк10 "Морфологічна основа та фізіологічні механізми оновлення клітин і регенерації тканин.."
Тема 11. Біологічний вік та фізіологічні темпи вікових змін.

Лк11 "Біологічний вік як ступінь морфологічного та фізіологічного розвитку організму."
Тема 12. Медичні аспекти біології розвитку.
Лк12 "Генетичні синдроми, тератогенез та канцерогенез - спільні проблеми біології та медицини."
Пр7 "Порушення ембріонального розвитку. Сучасні теорії старіння, захворювання асоційовані з віком."
Тема 13. Пластичність розвитку та симбіоз.
Лк13 "Оточуюче середовище та формування фенотипу."
Пр8 "Формування і функціонування симбіотичних взаємозв'язків макро- та мікроорганізмів."
Тема 14. Методи вивчення органогенезу та постнатального розвитку.
Лк14 "Дослідження механізмів органогенезу та постнатального розвитку: проблеми та перспективи.."
Пр9 "Застосування методів генетичного та клонального аналізу, культивування клітин, тканин та органів для вивчення процесів органогенезу та постнатального розвитку."
Тема 15. Еволюційна біологія розвитку.
Лк15 "Розвиток онтогенетичних процесів в ході еволюції."
Пр10 "Механізми еволюційних змін, їх наслідки та біологічне значення."

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання інтерактивних вправ
НД2	Написання реферату
НД3	Обговорення кейсів
НД4	Розв'язування ситуаційних задач
НД5	Підготовка та презентація доповіді

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Кейс-метод
МН3	Обмін думками (think-pair-share)
МН3	Наукова дискусія
МН4	Проблемний семінар
МН5	Пошуково-дослідницьке завдання

Інтерактивні лекції значно збільшують ступінь засвоєності матеріалу, сприяють подальшому використанню отриманих знань для вирішення науково-освітніх задач (РН1); пошуково-дослідницька діяльність сприяє оволодінню навичками та вміннями проведення самостійних досліджень, вдосконаленню самостійної роботи з різноманітними джерелами інформації та розвитку творчого підходу до вирішення наукових завдань, що забезпечує перехід від репродуктивного типу навчально-пізнавальної діяльності до творчого; обмін думками сприяє генерації нових ідей (РН3-5); кейс-метод дозволяє всебічно дослідити ситуацію, розібратися в суті проблем, запропонувати можливі рішення і вибрати найкраще з них (РН2); проблемний семінар передбачає виокремлення проблеми, пошук шляхів рішення та власне її розв'язання (РН2,5).

Інтерактивні лекції сприяють активізації мислення і поведінки студентів, дають можливість залучити студентів до самостійної розумової діяльності, а також стимулює самостійну роботу. На практичних заняттях аспіранти отримують вміння встановлювати контакти, вести суперечку, аргументувати, переконувати та відстоювати свою позицію, виступати публічно. Кейс-метод, наукова дискусія та пошуково-дослідницькі завдання розвивають комунікативні здібності, критичне мислення та креативність, здатність працювати в команді, вміння ефективно організувати свою роботу. На проблемних семінарах формуються толерантність, вміння висловлювати свої думки та задавати питання, чути іншу людину, створювати комфортні умови для бесіди; розвивається та вдосконалюється критичне мислення. Підготовка та захист презентацій допоможе здобувачам розвивати та реалізувати навички критичного мислення, самооцінювання, синтезу та аналізу інформації, висловлення думок у письмовій та усній формі.

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	Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами
МФО2	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО3	Розв'язування ситуаційних завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Виконання практичного кейсу (підготовка, презентація, захист)
МСО2	Реферат (підготовка, презентація, захист)
МСО3	Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)
МСО4	Підсумковий контроль: екзамен

Контрольні заходи:

3 семестр		100 балів
МСО1. Виконання практичного кейсу (підготовка, презентація, захист)		30
	2x15	30
МСО2. Реферат (підготовка, презентація, захист)		10
		10
МСО3. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		20
		20
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40
		40

Контрольні заходи в особливому випадку:

3 семестр		100 балів
МСО1. Виконання практичного кейсу (підготовка, презентація, захист)		30
	У випадку карантинних обмежень практичні заняття проводиться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	30
МСО2. Реферат (підготовка, презентація, захист)		10
	У випадку карантинних обмежень презентація та захист рефератів проводиться у дистанційному режимі із застосуванням програм Zoom, Google meet.	10
МСО3. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист)		20
	У випадку карантинних обмежень презентація та захист пошуково-дослідного завдання проводиться у дистанційному режимі із застосуванням програм Zoom, Google meet.	20
МСО4. Підсумковий контроль: екзамен		40

	У випадку карантинних обмежень екзамен проводиться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	40
--	---	----

Оцінка з дисципліни, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (не менше 36) та балів за підсумковий контроль (іспит) (не менше 24). Іспит проводиться наприкінці вивчення дисципліни у формі письмового заліку, при цьому оцінці «5» відповідає 40 балів, «4» - 32 бали, «3» - 24 балів, «2» - 0 балів. У випадку незадовільного результату за іспит студент має право його перескласти. Студенти, які не з'явилися на екзамен без поважної причини, вважаються такими, що отримали незадовільну оцінку. Відмова студента виконувати підсумкове завдання атестується як незадовільна відповідь.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (проєктор, екран)
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні мережі
ЗН3	Інтерактивна дошка
ЗН4	Цифровий морфометричний комплекс (бінокулярний мікроскоп та цифрова система виводу зображень на екран)
ЗН5	Гістологічні мікропрепарати, електронограми, вологі макропрепарати

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Developmental Biology/Michael J.F. Barresi and Scott F. Gilbert.-Hardcover, 2019.-888 p.
2	Вибрані аспекти медичної генетики: навч. посіб. / С. М. Касян, В. О. Петрашенко, М. П. Загородній ; за ред. д-ра мед. наук., проф. О. І. Сміяна. — Суми : СумДУ, 2019. — 164 с.- URL: http://libserver.ssu.localnet/library/docs/rio/2019/Kasian_medychna_he
3	Механізми клітинної диференціації: навч. посіб. / Г. М. Кузнецова, Т. В. Рибальченко, М. Е. Держинський, В. К. Рибальченко. — К. : Київський ун-т, 2019. — 399 с.
4	Гістологія. Цитологія. Ембріологія: підручник / О. Д. Луцик, Ю. Б. Чайковський, Е. Ф. Барінов та ін. ; за ред.: О.Д. Луцика, Ю.Б. Чайковського. — Вінниця : Нова Книга, 2018. — 592 с.
5	Fetal and Neonatal Physiology. Richard Polin, Steven Abman, David Rowitch, William Benitz. -2-Vol., 5th Edition.- Elsevier.- 2016.-1928 p.
Допоміжна література	
1	Генетика людини : підручник / В. М. Помогайбо, А. В. Петрушов. — К. : Академія, 2014. — 280 с.
2	Генетика: підручник / В. І. Ніколайчук, М. М. Вакерич. — Ужгород : Гражда, 2013. — 506 с.
3	Гістологія, цитологія та ембріологія: навч. посіб.: у 3-х кн./ Е. Ф. Барінов, Ю. Б. Чайковський, О. М. Суласва та ін. ; За ред.: Е.Ф. Барінова, Ю.Б. Чайковського. — К. : Медицина, 2013. — 472 с.
4	Апоптоз – запрограмована смерть клітини. Curriculum vitae клітини – життєвий шлях клітини : навч. посіб. / [І.Ю. Горбатенко, М.І. Гиль, Л.І. Денисюк]; за ред. професора І.Ю. Горбатенка – Миколаїв: МНАУ, 2017. – 168 с
5	Анатомія та фізіологія з патологією: підручник. Федонюк Я.І. та ін.. Укрмедкнига, 2020.- 676с.
6	Медична біологія : підручник / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. – Вид. 3-тє. – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 608 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	https://sophia.smith.edu/blog/barresilab/biowebconferences/
2	https://oup-arc.com/access/barresi-12e-instructor-resources#tag_exam-questions
3	https://genev.unige.ch/research/laboratory/Denis-Duboule
4	https://www.ucl.ac.uk/child-health/research/developmental-biology-and-cancer/developmental-biology-birth-defects/nervous-system
5	https://farrelllab.github.io/
6	https://plato.stanford.edu/entries/biology-developmental/

7	https://www.genecards.org/
8	https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Main_Page