

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Сучасні методи біологічних досліджень
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Навчально-науковий медичний інститут. Кафедра фізіології і патофізіології з курсом медичної біології
Розробник(и)	Обухова Ольга Анатоліївна
Рівень вищої освіти	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
Тривалість вивчення навчальної дисципліни	один семестр
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 50 год. становить контактна робота з викладачем (30 год. лекцій, 20 год. практичних занять), 100 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 091 "Біологія та біохімія"
Передумови для вивчення дисципліни	Базові знання з загальної біології, органічної хімії, медичної біології, молекулярної генетики
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є досягнення здобувачами освіти сучасного конструктивного, фундаментального мислення та системи спеціальних знань у галузі сучасних методів досліджень, що використовуються в біології і медицині.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Основні напрями сучасних біологічних досліджень. Методи наукового дослідження. Моделювання. Експеримент. Специфіка експерименту як наукового методу. Види тварин, що використовуються в експериментальних дослідженнях. Можливості морфологічних, молекулярно-генетичних, фізіологічних та біохімічних методів у сучасному біологічному дослідженні. Роль сучасних статистичних методів у аналізі результатів сидико-біологічних досліджень.
Тема 2 Морфологічні методи досліджень у біології. Забір та фіксація матеріалу. Зневоднення та ущільнення об'єктів. Виготовлення зразків. Загальні принципи забарвлення гістологічних зрізів. Методики забарвлення. Цитологічні методи. Методи виявлення грибів, бактерій, вірусів, найпростіших. Поляризаційна мікроскопія. Сучасні імуноморфологічні методи. Методи трансмісійної електронної мікроскопії.
Тема 3 Молекулярно-генетичні методи досліджень. Роль мутацій в еволюції організмів. Основи генетики популяцій. Закон Харді-Вайнберга та його практичне використання. Організація генетичної інформації. Будова оперона. Властивості генетичного коду. Принцип регуляції активності оперона. Системи негативної регуляції експресії генів. Значення позаядерної спадковості. Вроджені та спадкові захворювання, їх розповсюдження в популяціях людини. Методи молекулярної генетики. Можливості та досягнення молекулярної генетики для вирішення завдань сучасної біології.
Тема 4 Методи виділення і очистки нуклеїнових кислот із клітин і тканин. Методи руйнування клітин і тканин, отримання клітинних лізатів. Механічні, фізичні та хімічні способи руйнування клітин і тканин. Розподіл рідкої фази зруйнованих клітин від твердої. Очищення ДНК методом осадження з рідкої фази. Осадження за допомогою ТСА. Осадження ДНК спиртами. Осадження з допомогою PEG. Методи діалізу і ліофілізації.
Тема 5 Полімеразна ланцюгова реакція. Історія відкриття методу. Етапи ПЛР. Методика проведення. Обладнання для проведення ПЛР. Види ПЛР. Використання ПЛР у медичній практиці, сільському господарстві, наукових дослідженнях (ізоляція генетичного матеріалу, секвенування ДЕК, клонування генів, вимірювання кількості ДНК, визначення експресії генів).
Тема 6 Полімеразна ланцюгова реакція у реальному часі. Методика проведення ПЛР у реальному часі. Обладнання для проведення ПЛР у реальному часі. Візуалізація накопичення ДНК. Особливості виділення і очистки ДНК. Аналіз даних. Кількісне визначення вірусного навантаження. Використання ПЛР у реальному часі для визначення одонуклеотидних поліморфізмів. Використання ПЛР у реальному часі для визначення експресії генів.
Тема 7 Способи детекції матеріалу. Електрофорез. Класифікація електрофоретичних методів. Теоретичні основи розділення білкових молекул. Теоретичні основи розділення фрагментів ДНК. Принципи гель-електрофорезу. Застосування гель-електрофорезу. Особливості приготування гелів та види гелів. Оцінка результатів.

Тема 8 Методи фізіологічних досліджень.

Спостереження як метод фізіологічного експерименту. Поняття експеримент, види експерименту. Методи вивчення нервової системи: екстерпація і перерізання мозку. Вивчення локалізації функцій в корі великих півкуль. Стереотаксична техніка. Дослідження біоелектричних явищ. Електрокардіографія. Електроенцефалографія. Основні види електричної активності мозку в стані спокою і її походження. Електроміографія. Сумарна електрична активність м'язів. Визначення динаміки стомлення по ЕМГ.

Тема 9 Роль біохімічних методів у сучасному біологічному дослідженні.

Імуноферментний аналіз. Імуноблотінг (western blot). Хроматографія. Види хроматографії. Спектроскопія і спектрометрія. Мас-спектрометрія. Застосування в біології та медицині. Види мікроскопії: оптична, флуоресцентна, рентгенівська, електронна, скануюча зондова. Значення різних видів мікроскопії в клініко-лабораторній практиці.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
РН5	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
РН8	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. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність аналізувати, оцінювати та об'єктивно інтерпретувати інформацію, робити обґрунтовані судження та вирішувати складні проблеми шляхом логічного обґрунтування та прийняття рішень на основі доказів (критичне мислення)
СН2	Здатність ефективно працювати в різноманітних командах, цінувати та поважати різні точки зору та конструктивно сприяти досягненню спільних цілей шляхом співпраці, компромісу та вирішення конфліктів (командна робота)
СН3	Здатність до навчання впродовж життя (прагнення постійного особистого та професійного розвитку, активний пошук нових знань, набуття нових навичок та адаптація до нових тенденцій і технологій)

8. Види навчальних занять

Тема 1. Основні напрями сучасних біологічних досліджень.
Лк1 "Основні напрями сучасних біологічних досліджень." (денна) Методи наукового дослідження. Моделювання. Експеримент. Специфіка експерименту як наукового методу. Види тварин, що використовуються в експериментальних дослідженнях. Можливості морфологічних, молекулярно-генетичних, фізіологічних та біохімічних методів у сучасному біологічному дослідженні. Роль сучасних статистичних методів у аналізі результатів сидико-біологічних досліджень.
Тема 2. Морфологічні методи досліджень у біології.
Лк2 "Морфологічні методи досліджень у біології." (денна) Забір та фіксація матеріалу. Зневоднення та ущільнення об'єктів. Виготовлення зразків. Загальні принципи забарвлення гістологічних зрізів. Методики забарвлення. Цитологічні методи. Методи виявлення грибів, бактерій, вірусів, найпростіших. Поляризаційна мікроскопія. Сучасні імуноморфологічні методи. Методи трансмісійної електронної мікроскопії.
Пр1 "Виготовлення гістологічних препаратів." (денна) Значення гістологічних препаратів у біологічних дослідженнях. Визначення та класифікація гістологічних препаратів. Призначення та область застосування гістологічних досліджень. Підготовка біологічного матеріалу. Заливка тканин у парафін. Різка гістологічних препаратів. Забарвлення гістологічних зрізів. Монтювання гістологічних зрізів.
Пр2 "Оцінка якості гістологічних препаратів" (денна) Оцінка якості гістологічних препаратів: критерії та контроль якості.
Тема 3. Молекулярно-генетичні методи досліджень.
Лк3 "Генетика та еволюція: Від мутацій до молекулярних досягнень" (денна) Роль мутацій в еволюції організмів. Основи генетики популяцій. Закон Харді-Вайнберга та його практичне використання. Організація генетичної інформації. Будова оперона. Властивості генетичного коду. Принцип регуляції активності оперона. Системи негативної регуляції експресії генів. Значення позаядерної спадковості. Вроджені та спадкові захворювання, їх розповсюдження в популяціях людини. Методи молекулярної генетики. Можливості та досягнення молекулярної генетики для вирішення завдань сучасної біології.
Тема 4. Методи виділення і очистки нуклеїнових кислот із клітин і тканин.
Лк4 "Методи виділення і очистки нуклеїнових кислот із клітин і тканин" (денна) Підготовка біологічного матеріалу. Вибір тканин та клітин для виділення нуклеїнових кислот. Попередні кроки підготовки (фіксація, подрібнення, лізис). Методи руйнування клітин і тканин. Виділення ДНК і РНК. Очищення нуклеїнових кислот. Методи концентрації нуклеїнових кислот. Оцінка якості та кількості нуклеїнових кислот. Зберігання нуклеїнових кислот. Використання виділених нуклеїнових кислот.

Лк5 "Методи руйнування клітин та очищення ДНК: Осадження, діаліз та ліофілізація" (денна) Методи руйнування клітин і тканин, отримання клітинних лізатів. Очищення ДНК методом осадження з рідкої фази. Осадження за допомогою ТСА. Осадження ДНК спиртами. Осадження з допомогою PEG. Методи діалізу і ліофілізації.
Пр3 "Виділення ДНК із лейкоцитів периферичної крові." (денна) Підготовка біологічного матеріалу. Вибір тканин та клітин для виділення нуклеїнових кислот. Попередні кроки підготовки (фіксація, подрібнення, лізис). Методи руйнування клітин і тканин. Виділення ДНК. Очищення ДНК. Оцінка якості та кількості нуклеїнових кислот. Зберігання нуклеїнових кислот. Використання виділених нуклеїнових кислот.
Тема 5. Полімеразна ланцюгова реакція.
Лк6 "Полімеразна ланцюгова реакція" (денна) Історія відкриття методу ПЛР. Методика проведення. Обладнання для проведення ПЛР. Види ПЛР. Використання ПЛР у медичній практиці, сільському господарстві, наукових дослідженнях (ізоляція генетичного матеріалу, секвенування ДЕК, клонування генів, вимірювання кількості ДНК, визначення експресії генів). Методика проведення ПЛР у реальному часі. Обладнання для проведення ПЛР у реальному часі.
Пр4 "Полімеразна ланцюгова реакція" (денна) Методика проведення. Обладнання для проведення ПЛР. Види ПЛР. Використання ПЛР у медичній практиці, сільському господарстві, наукових дослідженнях (ізоляція генетичного матеріалу, секвенування ДЕК, клонування генів, вимірювання кількості ДНК, визначення експресії генів).
Тема 6. Полімеразна ланцюгова реакція у реальному часі.
Лк7 "Полімеразна ланцюгова реакція у реальному часі." (денна) Проведення полімеразної ланцюгової реакції у реальному часі.
Пр5 "Методика проведення ПЛР у реальному часі" (денна) Обладнання для проведення ПЛР у реальному часі. Візуалізація накопичення ДНК. Аналіз даних. Використання ПЛР у реальному часі у медичній практиці, сільському господарстві, наукових дослідженнях (ізоляція генетичного матеріалу, секвенування ДЕК, клонування генів,
Тема 7. Способи детекції матеріалу.
Лк8 "Гель-електрофорез: Принципи, техніка та візуалізація ДНК" (денна) Візуалізація накопичення ДНК. Аналіз даних. Принципи гель-електрофорезу. Застосування гель-електрофорезу. Особливості приготування гелів та види гелів. Оцінка результатів.

Пр6 "Гель-електрофорез." (денна) Гель-електрофорез: Принципи, техніка та візуалізація ДНК" (денна)Візуалізація накопичення ДНК. Аналіз даних. Принципи гель-електрофорезу. Застосування гель-електрофорезу. Особливості приготування гелів та види гелів. Оцінка результатів.
Тема 8. Методи фізіологічних досліджень.
Лк9 "Методи фізіологічного експерименту та вивчення нервової системи" (денна) Спостереження як метод фізіологічного експерименту. Поняття експерименту та його види. Методи вивчення нервової системи: екстерпація і перерізання мозку. Вивчення локалізації функцій в корі великих півкуль.
Лк10 "Стереотаксична техніка та дослідження біоелектричних явищ" (денна) Стереотаксична техніка: принципи та застосування. Дослідження біоелектричних явищ: основні методи та інструменти. Електрокардіографія (ЕКГ): методика та значення. Електроенцефалографія (ЕЕГ): принципи, основні види електричної активності мозку та її походження.
Лк11 "Електроміографія та аналіз електричної активності м'язів" (денна) Електроміографія (ЕМГ): методика та застосування. Сумарна електрична активність м'язів: фізіологічні основи. Визначення динаміки стомлення за допомогою ЕМГ.
Пр7 "Дослідження біоелектричних явищ у живих тканинах." (денна) Біоелектричні потенціали: від чого вони залежать. Іонні канали і їх роль у формуванні електричних сигналів. Методи дослідження біоелектричних явищ. Дослідження біоелектричних явищ у різних тканинах. Нервова тканина: вивчення нервових імпульсів і синаптичних потенціалів. М'язова тканина: аналіз електричної активності скелетних і гладких м'язів. Серцева тканина: вивчення серцевих ритмів та потенціалів.
Пр8 "Методи дослідження біоелектричних явищ." (денна) Електроенцефалографія (ЕЕГ): принципи та техніка проведення і аналіз електричної активності мозку. Електрокардіографія (ЕКГ): основи реєстрації електричної активності серця і Інтерпретація результатів. Електроміографія (ЕМГ): принципи та методи реєстрації електричної активності м'язів та оцінка стомлення та динаміки м'язової активності.
Тема 9. Роль біохімічних методів у сучасному біологічному дослідженні.
Лк12 "Імуноферментний аналіз та Імуноблотінг (Western Blot)" (денна) Основи імуноферментного аналізу (ІФА): принципи, методика та застосування. Імуноблотінг (Western Blot): процес, переваги та практичне значення в дослідженнях.
Лк13 "Хроматографія та її види" (денна) Вступ до хроматографії: основи та застосування в біології та медицині. Види хроматографії: газова, рідинна, тонкошарова та інші.

Лк14 "Спектроскопія, спектрометрія та мас-спектрометрія" (денна) Спектроскопія та спектрометрія: принципи та різновиди методів. Мас-спектрометрія: техніка, застосування в біології та медицині.
Лк15 "Види мікроскопії та їх значення в клініко-лабораторній практиці" (денна) Вступ до мікроскопії: оптична, флуоресцентна, рентгенівська, електронна, скануюча зондова. Застосування різних видів мікроскопії в клініко-лабораторній практиці.
Пр9 "Біохімічних методів у сучасному біологічному дослідженні" (денна) Хроматографія. Види хроматографії. Спектроскопія і спектрометрія. Мас-спектрометрія. Застосування в біології та медицині. Види мікроскопії: оптична, флуоресцентна, рентгенівська, електронна, скануюча зондова. Значення різних видів мікроскопії в клініко-лабораторній практиці.
Пр10 "Підсумкове заняття з дисципліни" (денна) Методи наукових досліджень за темами дисертаційних робіт. (захист рефератів за темами дисертаційних досліджень).

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Лекційне навчання
МН2	Навчання на основі досліджень (RBL)
МН3	Проблемне навчання
МН4	Самостійне навчання
МН5	Командно-орієнтоване навчання (TBL)

Лекції надають здобувачам освіти матеріали з основ сучасних методів біологічних досліджень, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН1, РН5). Лекції доповнюються лабораторними заняттями, що надають здобувачам освіти можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН1,РН5, РН8). Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій та лабораторних занять.

Дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних soft skills: ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК 4. Знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності, ЗК 10. Здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології, ЗК 11. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Лекції-дискусії
НД2	Груповий дослідницький проєкт

НД3	Оцінка та інтерпретація даних дослідження
НД4	Підготовка до практичних занять
НД5	Виконання індивідуального дослідницького проєкта (підготовка, презентація, захист)

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Тести (автоматизовані тести) для контролю навчальних досягнень здобувачів	Метод ефективної перевірки рівня засвоєння знань, умінь і навичок із кожної теми навчальної дисципліни. Тестування дозволяє перевірити засвоєння навчального матеріалу із кожної тематики.	Протягом усього періоду вивчення дисципліни	Максимальна кількість балів за тестування - 10 балів за умови отримання 100% правильних відповідей. Мінімальний бал успішного складання тестів - 6 балів (60% правильних відповідей)

МФО2 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Надає можливість виявити стан набутого здобувачами освіти досвіду навчальної діяльності відповідно до поставлених цілей, з'ясувати передумови стану сформованості отриманих результатів, причини виникнення утруднень, скоригувати процес навчання, відстежити динаміку формування результатів навчання та спрогнозувати їх розвиток	Протягом усього періоду вивчення дисципліни	За отриманими даними про результати навчання, на основі їх аналізу пропонується визначати оцінку як показник досягнень навчальної діяльності здобувачів НДЗ
МФО3 Перевірка та оцінка виконання практичних робіт	Метод дозволяє залучити всіх учасників до процесу обговорення та обґрунтування власної думки шляхом багатосторонньої комунікації, розвинути вміння вести професійну дискусію, виховати повагу до колег та здатність до генерації альтернативних ідей і пропозицій.	Протягом усього періоду вивчення дисципліни	Оцінка здатності студента до роботи в команді, вміння обґрунтовувати свої рішення, визначення рівня теоретичної підготовки, що відображається у відповідній оцінці
МФО4 Підсумкове тестування	Метод ефективної перевірки рівня засвоєння знань, умінь і навичок із навчальної дисципліни. Тестування дозволяє перевірити результати навчання по завершенню дисципліни.	На останньому занятті з дисципліни.	Максимальна кількість балів за тестування - 40 балів за умови отримання 100% правильних відповідей. Мінімальний бал успішного складання тестів - 24 бали (60% правильних відповідей)

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
--	----------------	----------------	-------------------

МСО1 Бали за поточну навчальну діяльність	Включає в себе усне опитування, інтерпретацію лабораторних та інструментальних методів обстеження. Оцінюється поточна робота підготовки до практичних занять. Максимальна кількість балів - 60, мін. - 36.	Протягом усього періоду вивчення дисципліни	Проводиться на кожному занятті результат виконання НД впливає на комплексну оцінку за практичне заняття
МСО2 Підсумковий контроль: диференційований залік (відповідно до регламенту проведення)	Метод ефективної перевірки рівня засвоєння знань, умінь і навичок із навчальної дисципліни. Тестування дозволяє перевірити результати навчання протягом семестру та визначити рівень знань по завершенню дисципліни.	на останньому занятті	здобувач освіти може отримати 40 балів за залік. Мінімальна кількість балів, яку має отримати аспірант - 24 балів

Контрольні заходи:

	Максимальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
Перший семестр вивчення	100 балів	
МСО1. Бали за поточну навчальну діяльність	60	
	60	Ні
МСО2. Підсумковий контроль: диференційований залік (відповідно до регламенту проведення)	40	
	40	Ні

В особливих ситуаціях робота протягом семестру може бути виконана дистанційно: 1. Ситуаційне завдання (вирішення). 2. Пошуково-аналітична робота. У випадку карантинних обмежень заняття проводяться у дистанційному форматі з використанням платформ Zoom, Meet.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
ЗН2	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН3	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи

ЗН4	Сучасні діагностичні, лікувальні та інші пристрої, предмети та прилади для професійної медичної діяльності
ЗН5	Платформа для змішаного навчання MIX
ЗН6	Біологічна та медична техніка, біомедичні вироби і матеріали медичного призначення, лабораторне обладнання та інструментарій, штучні органи і тканини
ЗН7	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Molecular Cell Biology 9E (International Edition) & Achieve for Molecular Cell Biology 9E (2-Term Access; International Edition) H; BERK A. LODISH Published by Macmillan Learning, New York, 2021
2	Методи медико-біологічних досліджень : навч. посіб. / М. І. Суховія, І. І. Шафраньш, М. І. Шафраньш ; рец. : М. О. Маргітич, О. М. Конопльов. – Ужгород : Вид-во УжНУ «Говерла», 2022. – 53 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 8-10.
3	.Суховія М.І., Шафраньш І.І. Молекулярна біофізика. (навч.-мет. пос. для студ. спец. «Біомед. інж.»).. - Ужгород, 2022. – 54 с.
Допоміжна література	
1	Основи молекулярної біології: навч. посіб. / Н. М. Іншина. — Суми: СумДУ, 2019. – 121 с.
2	Нанонаука: медико-біологічні основи: монографія / І. С. Чекман. – К. : Медкнига, 2017. – 220 с.
3	Modern methods of genetic diagnosis: study guide / V. E. Markevich, V. O. Petrashenko, O. K. Redko etc. – Sumy : Sumy State University, 2015. – 214 p.
4	Гарбузова В. Ю. Роль системи матричного Gla-протеїну в патогенезі склеротичних уражень артерій та їх ускладнень : монографія / В. Ю. Гарбузова. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 357 с
5	Методи та засоби експериментальних досліджень: навч. посіб. / Г. Б. Параска, Д. В. Прибега, П. С. Майдан. – К. : Кондор, 2017. – 137 с.
6	Афанасьєва К.С. Фізичні методи в молекулярній генетиці. Практикум. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2016. - 127 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia
2	https://www.youtube.com/watch?v=HcSerMy4PTw