


**Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Директор Інституту  
академік НАН України

  
С.В. Комісаренко

« 20 » січня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Сучасні методи в біохімії та клітинній біології**

**Спеціальність:** 091 Біологія

**Освітньо-наукова програма:** 091 Біологія

**Освітній рівень:** доктор філософії (PhD)

**Статус дисципліни:** дисципліна вільного вибору аспіранта (вибіркова)

**Мова викладання:** українська

**КИЇВ – 2023**

Робоча програма дисципліни: «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії (третього освітньо-наукового рівня) за спеціальністю 091 Біологія „20” 01», 2023 року.

Розробник:

Данилович Юрій Володимирович - провідний науковий співробітник відділу біохімії м'язів Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник.

Робоча програма дисципліни «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» затверджена на засіданні Вченої ради Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України

Протокол № 1... від «20» січня 2023 року

Директор Інституту біохімії  
ім. О.В. Палладіна НАН України  
академік НАН України



*[Handwritten signature]*

С.В. Комісаренко

«20» січня 2023 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників   | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень      | Характеристика навчальної дисципліни          |                       |
|---|---|---|-----------------------|
|   |   | денна форма навчання                          | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 2  | Галузь знань<br>09 Біологія<br>(шифр і назва)                         | Дисципліна вільного вибору аспіранта (ДВА.02) |                       |
| Модулів – 1   | Спеціальність (професійне спрямування):<br>091 – Біологія та біохімія | <b>Рік підготовки:</b>                        |                       |
| Змістових модулів – 2   |   | 1-й   | 1-й                   |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання<br>_____  |   | <b>Семестр</b>                                |                       |
| (назва)   |   |   |                       |
| Загальна кількість годин - 60   |   | 1-й   | 1-й                   |
|   | <b>Лекції</b>   |   |                       |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 60<br>самостійної роботи студента - 0 | Освітньо-кваліфікаційний рівень: третій (доктор філософії)            | 58 год.                                       | 58 год.               |
|   |   | <b>Практичні, семінарські</b>                 |                       |
|   |   | 0 год.  | 0 год.                |
|   |   | <b>Лабораторні</b>                            |                       |
|   |   | 0 год.  | 0 год.                |
|   |   | <b>Самостійна робота</b>                      |                       |
|   |   | 0 год.  | 0 год.                |
| <b>Консультації: 2 год.</b>   |   |   |                       |
| Вид контролю: Іспит   |   |   |                       |

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 60/0

для заочної форми навчання – 60/0

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни.** Вивчення спеціальної дисципліни вільного вибору аспіранта «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» забезпечує професійний розвиток та спрямована на формування у аспіранта компетенції у сфері розуміння сучасних фізико-хімічних, імунологічних методів та прийомів генної і клітинної інженерії, що

застосовуються в біохімії та клітинній біології. Особлива увага приділяється фізико-хімічним та молекулярно-генетичним принципам відповідних методів дослідження біологічних об'єктів, їх перевагам та недолікам, а також сфері застосування. Розглядаються методи ведення культури клітин. Формуються системні знання щодо принципів фізико-хімічних методів дослідження біологічних об'єктів, їх переваг та недоліків, а також сфери застосування; використання необхідних фізико-хімічних методів при проведенні власних досліджень, аналізу отриманих результатів та постановки контрольних дослідів.

#### **Завдання**

- розглянути фізико-хімічні методи досліджень: гідродинамічні, оптичні, хроматографічні, електрофоретичні, радіоізотопні та електрохімічні;
- розглянути методи імуноферментного аналізу;
- оволодіти прийомами генної і клітинної інженерії;
- опанувати методи ведення культур клітин.

*Структура курсу* – По-перше, курс «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» знайомить аспірантів з сучасними фізико-хімічними, імунологічними методами та прийомами генної і клітинної інженерії, що широко використовуються при проведенні біологічних досліджень. По-друге, у ході вивчення дисципліни аналізуються фізико-хімічні та молекулярно-генетичні принципи відповідних методів дослідження біологічних об'єктів, їх переваги та недоліки, а також сфери застосування. По-третє, розглядаються конкретні методи ведення культури клітин в умовах сучасної лабораторії.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен

#### **знати:**

- фізико-хімічні, імунологічні методи та прийоми генної і клітинної інженерії, що широко використовуються при проведенні біологічних досліджень; методи ведення культури клітин;
- як добирати та застосовувати флуоресцентні барвники для підготовки біологічних об'єктів до досліджень;
- теоретичні основи гель-хроматографії, іонообмінної хроматографії та афінної хроматографії;
- характеристика носіїв, які використовуються для хроматографічного розділення протеїнів, параметри колонкової хроматографії ( $V_e$ ,  $V_o$ ,  $V_t$  та  $K_{av}$ );

#### **вміти:**

- вибудовувати стратегію досліджень;
- застосовувати необхідні фізико-хімічні методи при проведенні власних досліджень;
- аналізувати отримані результати та ставити контрольні досліді;

- практично використовувати методи гель-хроматографії, іонообмінної хроматографії та афінної хроматографії для вирішення біотехнологічних задач;
- підбирати оптимальні схеми для очищення протеїнових препаратів, визначення молекулярної маси протеїнів за допомогою гель-хроматографії, розрахунку параметрів для гель-хроматографії;
- створювати умови для проведення хроматографічного розділення протеїнів;
- здійснювати елюцію протеїнів з колонки, оцінювати ступінь очищення протеїнових препаратів;

#### **розуміти:**

- принципи фізико-хімічних методів дослідження біологічних об'єктів, їх переваги та недоліки, а також сферу застосувань.

**Місце дисципліни** (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Навчальна дисципліна «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за третім рівнем вищої освіти, спеціалізація біохімія, освітньо-наукова програма 091 «Біологія».

В ній вивчаються сучасні методи, які застосовуються в біохімії та клітинній біології.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** Курс «Сучасні методи в біохімії та клітинній біології» є складовою освітньо-наукової програми підготовки фахівців за третім рівнем вищої освіти «Доктор філософії», спеціалізація біохімія, освітньо-наукова програма 091 «Біологія» і нерозривно пов'язаний із такими дисциплінами як «біохімія», «молекулярна біологія», «фізична хімія».

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. «Фізико-хімічні та імунологічні методи в біохімії».**

Тема 1. Гідродинамічні, оптичні, електрофоретичні, радіоізотопні та електрохімічні методи досліджень.

Гідродинамічні методи: в'язкість, седиментація, мембранна фільтрація та діаліз. Оптичні методи: основні принципи оптичних методів; спектрометрія у видимій та ультрафіолетовій областях світла та її використання в біохімічних дослідженнях; інфрачервона спектрометрія; спектрофлуориметрія; оптичні методи, які базуються на явищі розсіювання світла розчинами біополіметрів; рефрактометричний метод аналізу; полум'яна спектрометрія; електронний парамагнітний резонанс; ядерний магнітний резонанс; мас-спектрометрія.

Електрофоретичні методи: фронтальний електрофорез; метод зонального електрофорезу; ізоелектричне фокусування; ізотахофорез.

Радіоізотопні методи: принципи використання радіоізотопів у біохімічних дослідженнях; реєстрація радіоактивності сцинтиляційними детекторами в біохімічних дослідженнях; авторадіографія.

Електрохімічні методи: полярографія, потенціометрія, кондуктометрія.

### **Тема 2. Імунологічні методи досліджень.**

Імуноферментний аналіз: методи гетерогенного імуноферментного аналізу; методи гомогенного імуноферментного аналізу.

Імуноелектрофорез.

Використання радіоізотопів в імунологічних дослідженнях.

### **Тема 3. Лазерна скануюча конфокальна мікроскопія.**

Коротка історія мікроскопії. Основи геометричної теорії мікроскопа. Дифракційна теорія мікроскопа. Класифікація мікроскопів. Флуоресценція. Флуоресцентний мікроскоп. Конфокальний мікроскоп. Цифрове зображення. Обробка і аналіз зображення. Флуоресцентні зонди. Добір та застосування флуоресцентних барвників для підготовки біологічних об'єктів до досліджень.

Дослідження динаміки кальцію в клітинах флуоресцентними методами.

Біоломінісцентні кальцієві індикатори.

Процедури навантаження індикатором. Потенційні проблеми, пов'язані з навантаженням зондів.

Обробка одержаних результатів.

### **Тема 4. Метод фотон-кореляційної спектроскопії в біологічних дослідженнях.**

Кореляційна спектроскопія квазіпружньо-розсіяного світла. Трансляційна дифузія. Методи фотонної кореляційної спектроскопії. Аналіз монодисперсних та полідисперсних систем.

Визначення розмірів, форми і молекулярної маси молекул при релеївському розсіянні. Математичний аналіз результатів досліджень.

### **Тема 5. Хроматографічні методи досліджень.**

Види та фізико-хімічні принципи хроматографії: адсорбційної, розподільної, газової, іонообмінної, гель-проникаючої та афінної.

Теоретичні основи гель-хроматографії, іонообмінної хроматографії та афінної хроматографії. Характеристика носіїв, які використовуються для хроматографічного розділення протеїнів, параметри колоночної хроматографії ( $V_e$ ,  $V_o$ ,  $V_t$  та  $K_{av}$ ).

Практичне використання методів гель-хроматографії, іонообмінної хроматографії та афінної хроматографії для вирішення біотехнологічних задач. Підбір оптимальних схем для очищення протеїнових препаратів, визначення молекулярної маси протеїнів за допомогою гель-хроматографії, розрахунку параметрів для гель-хроматографії. Створення умов для проведення хроматографічного розділення протеїнів. Здійснення елюції протеїнів з колонки, оцінка ступеня очищення протеїнових препаратів.

**Змістовий модуль 2. «Методи генної і клітинної інженерії, ведення культури клітин».**

**Тема 6. Клітинна та генна інженерія.**

Культивування еукаріотичних клітин. Стовбурові клітини. Клітинна терапія. Гібридні клітини та трансплантація ядер. Методи перенесення генів за допомогою метафазних хромосом.

Езими, що використовуються для отримання рекомбінантних молекул ДНК. Секвенування та синтез полінуклеотидів, полімеразна ланцюгова реакція. Прийоми та методи генної інженерії: джерела генів, вектори, операції на ДНК та РНК, внесення генетичного матеріалу до клітин реципієнтів. Пошук клонів з рекомбінантними молекулами ДНК: банки генів, ідентифікація клонованих ДНК.

**Тема 7. Генна інженерія в медицині.**

Геноміка, протеоміка, білкова інженерія.

Генна діагностика та терапія людини: молекулярно-генетичний метод у генній діагностиці; техніка генної терапії. Генно-інженерні підходи до створення вакцин: генно-інженерні вакцини; ДНК-вакцини. Лікувальні засоби на основі олігонуклеотидів.

**Тема 8. Консультація перед іспитом.**

**4. Структура навчальної дисципліни**

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
|--|-----------------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|  | денна форма     |              |   |     |     |      | Заочна форма |              |    |     |     |      |
|  | усього          | у тому числі |   |     |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|  |                 | л            | п | лаб | інд | с.р. |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |
| 1  | 2               | 3            | 4 | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Модуль 1</b>  |                 |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Фізико-хімічні та імунологічні методи в біохімії</b>                          |                 |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
| Тема 1. Гідродинамічні, оптичні, електрофоретичні, радіоізотопні та електрохімічні методи досліджень | 8               | 8            | 0 | 0   | 0   | 0    | 8            | 8            | 0  | 0   | 0   | 0    |
| Тема 2. Імунологічні методи досліджень   | 8               | 8            | 0 | 0   | 0   | 0    | 8            | 8            | 0  | 0   | 0   | 0    |
| Тема 3. Лазерна скануюча конфокальна мікроскопія   | 8               | 8            | 0 | 0   | 0   | 0    | 8            | 8            | 0  | 0   | 0   | 0    |

|   |    |    |   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |
|---|----|----|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|
| Тема 4. Метод фотон-кореляційної спектроскопії в біологічних дослідженнях               | 8  | 8  | 0 | 0 | 0 | 0 | 8  | 8  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тема 5. Хроматографічні методи досліджень   | 8  | 8  | 0 | 0 | 0 | 0 | 8  | 8  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Разом за змістовим модулем 1  | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <b>Змістовий модуль 2. Методи генної і клітинної інженерії, ведення культури клітин</b> |    |    |   |   |   |   |    |    |   |   |   |   |
| Тема 6. Клітинна та генна інженерія   | 9  | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 9  | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тема 7. Генна інженерія в медицині  | 9  | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 | 9  | 9  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тема 8. Консультація перед іспитом  | 2  | 2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  | 2  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Разом за змістовим модулем 2  | 60 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Усього годин  | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## 5. Методи навчання

Лекції та підсумкові заняття. Використання дистанційного навчання – з залученням аспірантів до освітніх ресурсів та міжнародновизначених курсів.

## 6. Методи контролю

### *Питання до підсумкового контролю:*

1. Загальна характеристика і основні принципи гідродинамічних методів досліджень.
2. Уявлення про клітинну інженерію.
3. Основні методи досліджень в молекулярній імунології.
4. Генна інженерія в медицині.
5. Лазерна скануюча конфокальна мікроскопія.
6. Основні ідеї та принципи полімеразної ланцюгової реакції. Види цього аналізу та сфери застосування.
7. Метод фотон-кореляційної спектроскопії в біохімічних дослідженнях.
8. Сучасні підходи до ведення культур клітин. Стівбурові клітини.
9. Хроматографічні методи досліджень.
10. Геноміка, протеоміка, білкова інженерія.



11. Прийоми та методи генної інженерії: джерела генів, вектори, банки генів.
12. Імуноферментний аналіз: методи гетерогенного та гомогенного імуноферментного аналізу.
13. Культивування еукаріотичних клітин. Стовбурові клітини. Клітинна терапія.
14. Оптичні методи дослідження: основні принципи, види.
15. Уявлення про генну інженерію.
16. Радіоізотопні методи дослідження.
17. Електрофоретичні методи дослідження.
18. Практичне використання методів гель-хроматографії, іонообмінної хроматографії та афінної хроматографії для вирішення біотехнологічних задач.
19. Загальна характеристика і основні принципи електрохімічних методів досліджень.
20. Радіоіммунні методи досліджень.

### 7. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |    | Підсумковий тест (екзамен) | Сума |    |     |
|---|----|----|----|----|----------------------------|------|----|-----|
| Змістовий модуль 1                      |    |    |    |    | Змістовий модуль 2         |      | 40 | 100 |
| T1                                      | T2 | T3 | T4 | T5 | T6                         | T7   |    |     |
| 5                                       | 5  | 10 | 10 | 10 | 10                         | 10   |    |     |

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90 – 100                                     | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 82-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 74-81  | <b>C</b>    |  |   |
| 64-73  | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 60-63  | <b>E</b>    |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-5, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 6-7. Обов'язковим для допуску до іспиту є отримання 40 балів (критичний мінімум).

Завершується дисципліна **іспитом**.

#### 8. Компетентності, яких аспірант набуває в процесі вивчення дисципліни

|   |   |
|---|---|
| <b>Інтегральна компетентність</b>                         | Здатність розв'язувати комплексні завдання в галузі біології у процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення і інтегруються у світовий науковий простір через публікації.   |
| <b>Загальні компетентності</b>                            | ЗК01. База знань. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.<br>ЗК02. Інтегрованість. Здатність працювати в міжнародному контексті.<br>ЗК03. Керування проектами. Здатність розробляти та управляти науковими проектами.<br>ЗК05. Критичність. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.  |
| <b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)</b> | СК01. Самостійність. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у наукових виданнях з біології та суміжних галузей.<br>СК03. Інформаційні технології. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.<br>СК05. Наукове мислення. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять.<br>СК07. Етичність. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності. |

#### 9. Програмні результати навчання

PH01. 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.

PH07. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у біології та дотичних міждисциплінарних напрямках.

PH08. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

PH09. Знання методологічних принципів та методів біологічних досліджень.

PH10. 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.

## 10. Рекомендована література

### Базова:

1. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / К. Уилсон, Дж. Уолкер. – Лаборатория знаний, 2021. – 848 с.
2. Юет А.С., Гребіник Д.М., Дворщенко К.О., Савчук О.М., Остапченко Л.І. Основні напрямки сучасних біотехнологій: посібник / А.С. Юет, Д.М. Гребіник, К.О. Дворщенко, О.М. Савчук, Л.І. Остапченко. – К.: Електронне видання, 2023. – 390 с.
3. Дробик Н.М., Гуменюк Г.Б., Грубінко В.В. Лабораторний практикум з біотехнології / Н.М. Дробик, Г.Б. Гуменюк, В.В. Грубінко. - Тернопіль, 2019. - 124 с.
4. Mitochondria. Methods and Protocols. Namrata Tomar (Ed.) Humana Press, NY. 2022. 425 p. doi.org/10.1007/978-1-0716-2309-1
5. Amicia D. Elliott. Confocal Microscopy: Principles and Modern Practices. Curr. Protoc. Cytom. 2020, V. 92, N 1. doi: 10.1002/cpsy.68.
6. Rodriguez E.L., Poddar S., Iftekhar S., Suh K. et al. Affinity chromatography: A review of trends and developments over the past 50 years. J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci. 2020. doi: 10.1016/j.jchromb.2020.122332.
7. Züllig T., Köfeler H.C. High resolution mass spectrometry in lipidomics. Mass Spectrom. Rev. 2021, V. 40, N 3. P. 162-176. doi: 10.1002/mas.21627.
8. Meftahi G.H., Bahari Z., Zarei Mahmoudabadi A, Iman M., Jangravi Z. Applications of western blot technique: From bench to bedside. Biochem. Mol. Biol. 2021, V. 49, N 4. P. 509-517. doi: 10.1002/bmb.21516

### Допоміжна:

9. Карпов О.В. Клітинна та генна інженерія: підручник / О.В. Карпов, С.В. Демидов, С.С. Кир'яченко. - К.: Фітосоціоцентр, 2010. – 208 с
10. Лебедев А.Д. Лазерная корреляционная спектроскопия в биологии / А.Д. Лебедев, Ю.Н. Левчук, А.В. Ломакин, В.А. Носкин. – К.: Наук. думка, 1987. – 256 с.
11. Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Т. 1 / ред. М.А. Пальцев. - М.: ОАО "Издательство "Медицина", издательство "Шико", 2009. - 272 с.: ил. - (Учеб. лит. для студ. мед. вузов)

12. Биология стволовых клеток и клеточные технологии. Т. 2 / ред. М.А. Пальцев. - М.: ОАО "Издательство "Медицина", издательство "Шико", 2009. - 456 с.: ил. - (Учеб. лит. для студ. мед. вузов).
13. Комп'ютерне моделювання в біології: навч. Посібник / КНУ ім. Тараса Шевченка; упоряд. О.В. Оглобля, упоряд. М.С. Мірошніченко, упоряд. С.О. Костерін. - К.: Вид. центр "Азбука", 2012. - 120 с.
14. Сидоренко В.М. Молекулярная спектроскопия биологических сред: учебное пособие / В.М. Сидоренко. - М. : Высшая школа, 2004. - 199 с. : ил.
15. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев. - Минск: Новое знание, 2013. - 206 с. : ил.
16. Карцова Л.А. Молекулярное распознавание в хроматографии: Использование макроциклов в составе хроматографических фаз: учебное пособие / Л.А. Карцова, О.В. Маркова; Санкт-Петербургский ун-т. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004. - 142 с.

### **11. Інформаційні ресурси**

1. Бережнов А.В. Применение флуоресцентной микроскопии в исследованиях динамики  $Ca^{2+}$  в клетках / А.В.Бережнов, В.П. Зинченко, Е.И. Федотова, В.А.Яшин. – Пушино, 2007. - [www.veuk.ru/download.php?d=19&is=doc](http://www.veuk.ru/download.php?d=19&is=doc).
2. Demchenko A.P. Introduction to Fluorescence Sensing [Электронный ресурс] / А.Р. Demchenko. - second edition. - Amsterdam : Springer Verlag, 2015. - 794 с. - ISBN 978-3-319-20780-3 (Online).