

ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КРІОБІОЛОГІЇ І КРІОМЕДИЦИНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ІПКіК НАН України

академік НАН України

  
А.М. Гольцев

від «22» 10 2019 р.

Методи дослідження в кріобіології

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

навчальної дисципліни

з підготовки доктора філософії

рівень підготовки ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

(назва ступеня вищої освіти)

галузі знань 09 «Біологія»

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності 091 «Біологія»

(код і назва спеціальності)

для аспірантів 2 курсу 4 семестру

Мова навчання українська

## **РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

д.б.н., професор Петренко О.Ю., д.б.н., професор Нардід О.А., д.б.н., професор Бабійчук Л.О., д.б.н. Рєпін М.В., д.б.н. Божок Г.А.

## **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

В.о. пров.наук.співр. відділу кріоцитології ІПКіК НАН України, д.б.н., с.н.с. Шпакова Н.М.

Доцент кафедри молекулярної і медичної біофізики ХНУ ім. В.Н. Каразіна, к.б.н., доцент Овсяннікова Т.М.

Обговорено та затверджено Вченою радою ІПКіК НАН України,

протокол № 10 від 21.10. 2019 року.

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни Методи дослідження в кріобіології складена відповідно до Освітньо-наукової програми Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України

на третьому освітньо-науковому рівні

(назва рівню вищої освіти)

галузі знань 09 «Біологія»

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності 091 «Біологія»

(код і назва спеціальності)

### Опис навчальної дисципліни

Освітньо-науковий рівень вищої освіти передбачає здобуття особою теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та/або дослідницької діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення (Закон України «Про вищу освіту», 2014).

У рамках навчальної дисципліни аспірантам винесені питання ознайомлення та оволодіння методами дослідження в кріобіології як основи для подальшого використання у практиці наукових досліджень, викладацької та іншої професійної діяльності.

Згідно з навчальним планом вивчення дисципліни здійснюється у IV семестрі. Організація навчального процесу здійснюється за кредитно-трансферною системою. Обсяг навчального навантаження описаний у кредитах ECTS – залікових кредитах, які зараховуються аспірантам при успішному засвоєнні ними відповідної частини (залікового кредиту). На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин, 3 кредити ECTS.

**Статус навчальної дисципліни:** обов'язкова.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є методи, які використовуються у сучасних дослідженнях у галузі біології та, зокрема, кріобіології.

**Міждисциплінарні зв'язки:** відповідно до навчального плану, вивчення навчальної дисципліни Методи дослідження в кріобіології здійснюється, коли аспірантом набуті відповідні знання з основних базових дисциплін на III рівні вищої освіти, а також дисциплін: Іноземна мова, Філософія, Методологія та організація наукових досліджень, Кріобіологія в системі біологічних наук, Теоретичні основи кріобіології, з якими інтегрується програма наукової дисципліни. У свою чергу, дисципліна Методи дослідження в кріобіології формує засади опанування аспірантом спеціальних дисциплін Проблеми кріоконсервування крові та її компонентів, Загальні проблеми та конкретні підходи до кріоконсервування клітин і тканин, а також поглибленого вивчення аспірантом фундаментальних теоретичних дисциплін (загальної біології, біофізики, біохімії, гістології, цитології, біофізики, біохімії).

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни Методи дослідження в кріобіології є вивчення методів, які використовуються у галузі біології та, зокрема, кріобіології, при дослідженні стану біологічних об'єктів різного рівню організації (біомакромолекул, біологічних комплексів, біомембран, клітин, тканин, органів, організму) в інтактному стані та після дії факторів кріоконсервування.

## **1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни Методи дослідження в кріобіології є:**

- Ознайомлення з низкою сучасних методів біологічних досліджень, які застосовуються при оцінці об'єктів різного рівню організації в інтактному стані та після дії факторів кріоконсервування, їх принципів, меж чутливості, способів інтерпретації даних.
- Визначення змін морфології тканин і ультраструктури клітин під дією кріопротекторів та заморожування-відтавання мікроскопічними методами.
- Визначення впливу заморожування-відтавання на структурно-функціональні властивості біомакромолекул, білок-ліпідних комплексів та біомембран біофізичними методами.
- Визначення життєздатності та стану поодиноких клітин та клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання методом культивування, біохімічними, імуноцитохімічним, імуногістохімічним, цитофлуориметричним методами.

### **Очікувані результати навчання з дисципліни:**

1. Аспірант повинен знати набір методів досліджень, які застосовуються при дослідженні стану біологічних об'єктів різного рівню організації (біомакромолекул, білок-ліпідних комплексів, біомембран, клітин, тканин, органів, організму) в інтактному стані та після дії факторів кріоконсервування.
2. Аспірант повинен бути ознайомлений з методами, направленими на встановлення змін життєздатності, морфології, ультраструктури клітин під дією кріопротекторів та заморожування-відтавання.
3. Аспірант повинен пояснювати основні принципи методу дослідження, застосованого в кріобіології, та доцільність його застосування при дослідженні обраного біологічного об'єкту.
4. Аспірант повинен охарактеризувати переваги та недоліки застосованого методу, меж чутливості вимірювань, способи інтерпретації отриманих даних.

## **2. Програма навчальної дисципліни**

Дисципліна	Модулі	Загальна кількість годин	Кредити ЄКТС	Лекції	Практичні та семінарські заняття	Самостійна робота
Методи дослідження в кріобіології	Модуль 1	90	3	14	16	60

### **МОДУЛЬ 1.**

#### **Тема 1. Морфологічні дослідження в кріобіології.**

Методи електронної мікроскопії в кріобіології. Кріоелектронна мікроскопія та кріоелектронна томографія. Досягнення, можливості 3D-аналіза макромолекул. Трансмісійна та растрова електронна мікроскопія. Морфологія клітин. Вплив охолодження на клітинні структури. Зміна морфології тканин і ультраструктури клітин під дією кріопротекторів та заморожування-відтавання. Поняття аутолізу, оборотності та необоротності пошкоджень. Смерть клітини, її ознаки.

### **Тема 2. Питання життєздатності в кріобіології.**

Методи визначення життєздатності клітин після кріоконсервування. Вивчення життєздатності клітин методами вітального забарвлення за допомогою метаболічних тестів, культивування. Функція мітохондрій як тест на життєздатність. Основні етапи кріоконсервування та супутні їм чинники кріоушкодження. Швидке двоступінчасте заморожування як альтернатива повільному охолодженню з постійною швидкістю.

### **Тема 3. Біофізичні методи и дослідження в кріобіології.**

Біофізичні методи та їх принципи, які використовуються для дослідження структурних змін біомакромолекул, білок-ліпідних комплексів та мембран при кріоконсервуванні. Вплив заморожування-відтавання на структурно-функціональні властивості макромолекул.

### **Тема 4. Методи та підходи до визначення життєздатності та стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання.**

Основні принципи визначення стану клітин у складі тканин. Проблеми оцінки структурно-функціонального стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання. Біохімічні, гістологічні, гістохімічні та імуногістохімічні методи оцінки структурної цілісності, життєздатності, метаболічної активності та апоптозу клітин у тканинах. Оцінка пошкоджуючої дії факторів кріоконсервування та гіпотермічного зберігання за вивільненням із тканин ферментів та інших активних речовин. Вибір протоколів гістохімічного й імуногістохімічного мічення залежно від типу тканин та об'єкту дослідження. Оцінка результатів гістохімічної та імуногістохімічної реакції. Морфологічні прояви некрозу й апоптозу клітин. Методичні підходи до вивчення некрозу та апоптозу в тканинах. Поняття морфометрії. Її види. Використання флуоресцентних барвників для визначення структурно-функціональних особливостей та метаболічного стану клітин у складі тканин.

### **Тема 5. Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях.**

Принцип методу цитофлуориметрії, область використання, переваги методу, збір та аналіз результатів.

### **3. Структура навчальної дисципліни**

Структура навчальної дисципліни	Кількість годин з них			
	Всього	Аудиторних		Самостійна робота
		Лекцій	Практичних та семінарських занять	
Морфологічні дослідження в кріобіології	18	4	4	10
Питання життєздатності в кріобіології	18	2	-	16
Біофізичні методи дослідження в кріобіології	18	4	4	10
Методи та підходи до визначення життєздатності та	16	2	4	10

стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання				
Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях	20	2	4	14
<b>Всього</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>60</b>

Примітка: 1 кредит ECTS – 30 год.

Аудиторне навантаження - 34%, самостійна робота - 66%.

#### 4. Тематичний план лекцій

№ п/п	Тематика лекції	Години
1.	Морфологічні дослідження в кріобіології. Морфологія клітин. Вплив охолодження на клітинні структури.	2
2.	Поняття аутолізу, оборотності та необоротності пошкоджень. Смерть клітини, її ознаки.	2
3.	Питання життєздатності в кріобіології	2
4.	Біофізичні методи та їх принципи, які використовуються для дослідження структурних змін біомакромолекул, білок-ліпідних комплексів та мембран при кріоконсервуванні.	2
5.	Вплив заморожування-відтавання на структурно-функціональні властивості макромолекул.	2
6.	Методи та підходи до визначення життєздатності та стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання.	2
7.	Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях.	2
	<b>Всього</b>	<b>14</b>

#### 5. Тематичний план практичних та семінарських занять

№ п/п	Тематика практичних та семінарських занять	Години
1.	Морфологічні дослідження в кріобіології	2
2.	Семінар на тему «Морфологічні дослідження в кріобіології»	2
3.	Біофізичні методи дослідження в кріобіології.	2
4.	Семінар на тему «Біофізичні методи дослідження в кріобіології».	2
5.	Методи та підходи до визначення життєздатності та стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання	2
6.	Семінар на тему «Методи та підходи до визначення життєздатності та	2

	стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання»	
7.	Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях	2
8.	Семинар на тему «Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях». Підсумковий модульний контроль.	2
	<b>Всього</b>	<b>16</b>

### 6. Завдання для самостійної роботи

№	Тема 1. Морфологічні дослідження в кріобіології	Кількість годин
1.	Морфологічні методи дослідження в кріобіології. Морфологічні признаки життєздатності клітин та тканини після дії кріопротекторів та заморожування.	2
2.	Підготовка біологічного матеріалу для ЕМ дослідження: суспензії, фрагменти тканин. Етапи методу, вибір об'єкту, фіксація, контрастування, обезводнення, заливка в смоли.	2
3.	Зміна морфології тканин і ультраструктури клітин під дією кріопротекторів та заморожування-відтаювання.	2
4.	Приладі та обладнанні для морфологічних та електронно-мікроскопічних (ЕМ) досліджень. Кріоелектронна мікроскопія та кріоелектронна томографія. Досягнення, можливості 3D-аналіза макромолекул.	2
5.	Поняття про аутоліз, оборотність і необоротність пошкоджень клітини. Види клітинної загибелі, основні ознаки: некроз, апоптоз, аутоліз.	2
	Разом	10
№	Тема 2. Питання життєздатності в кріобіології	Кількість годин.
1.	Визначення життєздатності клітин в складі фрагментів тканин до та після кріоконсервування.	2
2.	Методи оцінки життєздатності еритроцитів після кріоконсервування.	2
3.	Кріочутливість клітин крові.	2
4.	Життєздатність та збереженість.	2
5.	Функціональні тести життєздатності клітин різного походження.	2
6.	Особливості визначення життєздатності мікроорганізмів після кріоконсервування.	2
7.	Життєздатність органів після гіпотермічного зберігання	2
8.	Вивчення механізмів кріопошкодження за допомогою різних тестів на життєздатність.	2
	Разом	16
№	Тема 3. Біофізичні методи дослідження в кріобіології	Кількість годин.
1.	Класифікація спектроскопічних методів аналізу по характеру взаємодії з речовиною, що досліджується.	2
2.	Особливості хромофорів біомакромолекул у видимій та ультрафіолетовій областях спектру.	2
3.	Види коливань, що обумовлюють поглинання у різних областях	2

	інфрачервоного спектру.	
4.	Використання спектроскопії комбінаційного розсіювання світла у молекулярній біології.	2
5.	Основні характеристики сигналу електронного парамагнітного резонансу і зв'язок цих характеристик із станом молекул, що досліджуються.	2
	Разом	10
<b>№</b>	<b>Тема 4. Методи та підходи до визначення життєздатності та стану клітин у складі тканин після кріоконсервування та низькотемпературного зберігання</b>	<b>Кількість годин.</b>
1.	Основні методи оцінки життєздатності клітин (тест з трипановим синім, МТТ-тест, забарвлення з ДНК-барвниками).	2
2.	Оцінка пошкоджуючої дії факторів кріоконсервування та гіпотермічного зберігання за вивільненням із тканин ферментів та інших активних речовин	2
3.	Морфометричні методи дослідження. Цифрова обробка цитологічних та гістологічних зображень.	2
4.	Флуоресцентні барвники для визначення основних структурних компонентів клітин.	2
5.	Флуоресцентні барвники для визначення метаболічного стану клітин.	2
	Разом	10
<b>№</b>	<b>Тема 5. Використання методу проточної цитофлуориметрії у кріобіологічних дослідженнях</b>	<b>Кількість годин.</b>
1.	Історія появи методу проточної цитофлуориметрії.	3
2.	Переваги методу проточної цитофлуориметрії в порівнянні з методом мікроскопії	3
3.	Моноклональні антитіла, флюорохроми, флюоресцентні зонди, які використовуються для проточної цитофлуориметрії	3
4.	Методики іммунофенотипування	3
5.	Програми для аналізу результатів. Особливості аналізу FCS файлів.	2
	Разом	14
	<b>Всього:</b>	<b>60</b>

Орієнтовний перелік питань до підсумкового контролю

1. Життєздатність клітин в кріобіологічних дослідженнях. Визначення, класифікація та методи дослідження.
2. Цитологічні, біохімічні та імуноцитохімічні методи оцінки структурної цілісності, життєздатності, метаболічної активності клітин до і після кріоконсервування.
3. Можливості морфологічних та електронно-мікрокопічних методів оцінки структурної цілісності клітин при підготовці і після заморожування.
4. За рахунок чого у спектроскопії відбувається ідентифікація (розпізнавання) атомів або молекул речовини, що досліджується?
5. Сформулюйте та запишіть математичний вираз основного закону світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера.
6. Чим обумовлена інтенсивність окремих полос спектру поглинання у інфрачервоній



області?

7. Зміна морфології тканин і ультраструктури клітин під дією кріопротекторів та заморожування-відтаювання. Оборотно́сть і необоротно́сть пошкоджень.

10. Цитологічні, біохімічні та імуноцитохімічні методи оцінки структурної цілісності, життєздатності, метаболічної активності клітин у культурі *in vitro* та у складі тканин.

11. Морфологічні прояви некрозу та апоптозу клітин. Методичні підходи до вивчення некрозу та апоптозу клітин у культурі *in vitro* та у складі тканин.

12. Використання флуоресцентних барвників для визначення цілісності, життєздатності, структурних особливостей та метаболічного стану клітин у культурі *in vitro* та у складі тканин.

13. Принцип методу проточної цитофлуориметрії. Основні параметри, що визначаються цитофлуориметром.

14. Області застосування методу проточної цитофлуориметрії. Переваги методу. Методики імунофенотипування.

15. Моноклональні антитіла, флюорохроми, флюоресцентні зонди, які використовуються для проточної цитофлуориметрії.

16. Морфометричні методи дослідження. Цифрова обробка цитологічних та гістологічних зображень.

**7. Завдання для самостійної роботи:** опрацювання матеріалу згідно тематичного плану із застосуванням сучасних інформаційних технологій та спеціалізованих ресурсів в Інтернеті.

**8. Методи навчання.** Основними видами навчальних занять згідно з навчальним планом є лекції; практичні заняття та семінари; самостійна робота. Теми лекційного курсу розкривають проблемні питання відповідних розділів дисципліни. Практичні заняття передбачають застосування аспірантами методів дослідження у практиці вирішення наукових задач у галузі кріобіології.

Допоміжні методи навчання: пояснення, бесіда, розповідь, ілюстрація, спостереження, навчальна дискусія, обговорення теоретичного та/або науково-практичного питання, моделювання ситуації інтересу та опора на життєвий досвід.

**9. Методи оцінювання (контролю):** усний контроль (основне запитання, додаткові та допоміжні запитання); індивідуальне, фронтальне і комбіноване опитування; тестовий контроль; письмовий контроль; контроль практичних навичок.

**10. Форма поточного контролю успішності навчання:** оцінка з дисципліни визначається з урахуванням поточної навчальної діяльності аспіранта із відповідних тем. Максимальна поточна кількість балів, яку аспірант може набрати при вивченні дисципліни, становить 60 балів.

Поточний контроль проводиться у формі тестів, роботи на практичних заняттях, виступів на семінарах. Для визначення максимальної кількості балів, яку аспірант може отримати за тему, загальна кількість балів (60 балів) розбивається пропорційно кількості тем. З них 50% балів становить оцінка за виконання тестів, 50% – за практичне та/або семінарське заняття.

**11. Форма підсумкового контролю успішності навчання та критерії оцінювання.** Підсумковий контроль з дисципліни проводиться у формі ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ. Сума балів поточного контролю визначається на основі оцінок поточної діяльності аспіранта із всіх тем. Максимальна поточна кількість балів, яку аспірант може набрати при вивченні дисципліни, становить 60 балів, та за результатами підсумкового модульного контролю – 40 балів, разом – 100 балів.

Мінімальна поточна кількість балів, яку повинен набрати аспірант при вивченні всіх практичних та/або семінарських занять з дисципліни для допуску до підсумкового контролю, повинна бути не менше 50% від максимальної поточної кількості балів.

Під час підсумкового модульного контролю аспіранту пропонується 4 запитання, максимальна кількість балів за кожне запитання становить 10 балів. Підсумковий модульний контроль вважається зарахованим, якщо аспірант набрав не менше 65% від максимальної кількості балів.

Оцінювання знань за кожне запитання під час підсумкового модульного контролю здійснюються наступним чином:

1-3 бали – аспірант здатен визначити загальне у поняттях або явищах, але присутні 4 і більше помилок;

4-7 балів – аспірант здатен визначити головне у поняттях або явищах, але припустився неточностей, 2-3 помилок та не зробив достатньо аргументованих висновків;

8-10 балів – аспірант вміє визначити головне у поняттях або явищах, здатен зробити аргументовані висновки, що дозволило йому правильно і повністю розкрити питання, навести приклади явищ та процесів, зробити аргументовані висновки, помилки відсутні або несуттєві.

**12. Методичне забезпечення:** навчальний контент (конспект, розширений план лекції, презентація з використанням мультимедійних пристроїв), відеофільми за темами; план практичних (семінарських) занять, самостійної роботи, методичні рекомендації за темами, завдання для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь здобувача. Аспірант має доступ до бібліотеки ІПКіК НАН України де знаходяться підручники із загальних та спеціальних дисциплін, теоретичні та практичні видання в галузі кріобіології, періодичні наукові видання, методичні рекомендації, автореферати дисертацій та дисертації з кріобіології і кріомедицини, точка доступу до Інтернет-баз даних.

## ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Актуальные проблемы кробиологии / Под ред. А.Н. Гольцева. – Харьков: ИПКиК НАН Украины, 2012. – 767 с.
2. Белоус А.М. Замораживание и криопротекция / [А.М. Белоус, Е.А. Гордиенко., Л.Ф. Розанов]. – М.: Высш. шк., 1987. – 90 с.
3. Белоус А.М. Кробиология / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. – К.: Наукова думка, 1984. – 431 с.
4. Белоус А.М. Криоконсервирование репродуктивных клеток / [А.М. Белоус, В.И. Грищенко, Ю.С. Парашук]. – К.: Наукова думка, 1983. – 240 с.
5. Белоус А.М. Структурные изменения биологических мембран при охлаждении / [А.М. Белоус, В.А. Бондаренко]. – К.: Наукова думка, 1982. – 255 с.
6. Бугров А.Д. Криоповреждения и криозащита спермиев быков при глубоком замораживании. – Харьков. Изд-во «НТМТ». – 2010. – 319 с.
7. Влияние криопротекторов на биологические системы / [Т.Н. Юрченко, В.Ф. Козлова, Б.А. Скорняков и др.]. – К.: Наукова думка, 1989. – 240 с.
8. Гордієнко Є.О. Фізика біомембран / [Є.О. Гордієнко, В.В. Товстяк]. – К.: Наукова думка, 2009. – 269 с.
9. Гордиенко Е.А., Пушкарь Н.С. Физические основы низкотемпературного консервирования клеточных суспензий. К.: Наукова думка, 1994.
10. Гулевский А.К. Барьерные свойства биомембран при низких температурах / [А.К. Гулевский., В.А. Бондаренко, А.М. Белоус]. – К.: Наукова думка, 1988. – 207 с.

11. Криобиология и биотехнология / [А.А. Цуцаева, В.Г. Попов, К.М. Сытник и др.; Под ред. А.А. Цуцаевой] – К.: Наукова думка, 1987. – 216 с.
12. Криоконсервирование клеточных суспензий / [А.А. Цуцаева, В.А. Аграненко, Л.И. Федорова и др.; Под ред. А.А. Цуцаевой]. – К.: Наукова думка, 1983. – 240 с.
13. Криопротекторы / [Н.С. Пушкарь, М.И. Шраго, А.М. Белоус, Ю.В. Калугин]. – К.: Наукова думка, 1978. – 204 с.
14. Петренко А.Ю. Стволовые клетки. Свойства и перспективы клинического применения: монография / [А.Ю. Петренко, Ю.А. Хунов, З.Н. Иванов]. – Луганск: "ООО Пресс-экспресс", 2011. – 368 с.
15. Пушкарь Н.С. Введение в криобиологию / [Н.С. Пушкарь, А.М. Белоус]. – К.: Наукова думка, 1975. – 342 с.
16. Шестак Я. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ / пер. с англ. И. В. Архангельского, Ю.Г. Метлина, Т.И. Щербак. – М.: Мир, 1987. – 456 с.
17. Mammalian Cell Viability. Methods and Protocols. Editors: Martin J. Stoddart. ISBN: 978-1-61779-107-9 (Print) 978-1-61779-108-6 (Online).
18. Cryopreservation and freeze-drying protocols : [edited by J. G. Day, G. N. Stacey. – 2nd ed.] . – Totowa, New Jersey : Humana Press Inc., 2007. – 348 p. – (Methods in molecular biology : series editor J. M. Walker).
19. Владимиров Ю.В., Добрецов Г.Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран / М.: "Наука", 1980. – 320 с.
20. Метод спиновых меток. Теория и применение. Под. ред. Л. Берлинера. – М.: "Мир", 1979. – 640 с.
21. Векшин Н.Л. Флуоресцентная спектроскопия биополимеров / М.: "Наука", 2014. – 214 с.
22. Маряхина В.С. Оптические методы в химии, биологии, медицине / М.: "Флинта", 2015. – 212 с.
23. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007, 368 с.
24. Ингрэм Р. Электронный парамагнитный резонанс в биологии. М.: "Мир", 1972. – 296 с.

#### **Допоміжна література**

1. Бойчук Н.В., Исламов Р.Р., Кузнецов С.Л. [и др.]. Гистология: Атлас для практических занятий: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 160 с.
2. Луппа Н. Гистохимия. – М.: «Мир», 1979. – 400 с.
3. Полак Дж., Ван Норден С. Введение в иммуногистохимию: современные методы и проблемы. – М., «Мир». – 1987. – С. 9–22.
4. Current Protocols in Cell Biology. Online ISBN: 9780471143031 DOI: 10.1002/0471143030.
5. Guiberta E.E., Petrenko A.Yu., Balabana C.L. et al. Organ Preservation: Current Concepts and New Strategies for the Next Decade // Transfusion Medicine and Hemotherapy. – 2011. – Vol. 38. –P.125–142.
6. Life in the Frozen State / ed. By B.J. Fuller, N. Lane, E.E. Benson. – Boca Raton, CRC Press, 2004. – 672 p.
7. Rettig W., B. Strehmel, S. Schrader, H.Seifert Applied Fluorescence in Chemistry, Biology and Medicine. – 1998. – Springer Verlag. – 562 p.
8. Stem cells. Handbook of Experimental Pharmacology. – Vol. 174, Springer, 2004.

### **Інформаційні ресурси**

1. Бібліотека ІПКіК НАН України, вул. Переяславська, 23.
2. Протоколи отримання клітин та тканин [www.jove.com](http://www.jove.com)
3. Підручники, наукові монографії, обзори щодо методів дослідження на сайті – [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru).
4. Наукові видання з біохімії, хімії та суміжних наук – [www.chemport.org](http://www.chemport.org).
5. Інформаційна база наукових статей – [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov).