
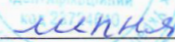


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**  
**ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник директора з наукової роботи

 В. В. Давидовський

«05»  2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**РАДІАЦІЙНА ЦИТОГЕНЕТИКА**

*для аспірантів*

**Освітньо-кваліфікаційний рівень:** *доктор філософії*

**Галузь знань:** *09 – Біологія*

**Спеціальність:** *091 – Біологія та біохімія*

**Напрямок підготовки:** *Радіобіологія*

**Статус курсу:** *вибірковий*

Київ 2023

Радіаційна цитогенетика : Робоча програма. – Київ: ІЯД НАНУ , 2023 . - 20 с

**Укладач** Бездробна Лариса Костянтинівна – завідувач лабораторії радіаційної цитогенетики та доклінічного випробування фармпрепаратів відділу радіобіології та радіоекології ІЯД НАН України, кандидат біол. наук, старший науковий співробітник

Робочу програму «Радіаційна цитогенетика» затверджено на засіданні Вченої ради ІЯД НАН України

Протокол № 6 від « 05 » липня 2023 р

## I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**Програма** з курсу «радіаційна цитогентика» відповідає навчальному плану підготовки аспірантів за спеціальністю 091 – *біологія* (галузь знань: 09 - *біологія*), що здобувають освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії на відповідній освітній програмі ІЯД НАН України.

Курс «радіаційної цитогенетики» є необхідною складовою є складовою вибіркового навчальних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки докторів філософії за спеціальністю 091 – *біологія*, напрям підготовки – 03.00.01 радіобіологія

Він дає можливість ознайомити аспірантів з понятійним апаратом радіаційної цитогенетики, основних механізмів, що лежать в основі спонтанного та індукованого мутаційного процесу, а також з частоти індукції хромосомних мутацій різними видами радіації.

Курс «радіаційна цитогенетика» викладається на 3 році навчання розрахований на 20 навчальних. Вивчення курсу передбачає аудиторну (лекції – 20 год.; практичні заняття – 6 год.; семінарські заняття – 4 год) і самостійну роботу (60 год.). Загальна кількість годин, відведених на опанування дисципліни – 90 (3 кредити ЄКТС).

**Мета курсу** «Радіаційна цитогенетика» - поглиблення знань з закономірностей дії іонізуючого випромінювання на генетичний апарат клітин ссавців і людини, основних механізмів, що лежать в основі спонтанного та індукованого мутаційного процесу, а також з частоти індукції хромосомних мутацій різними видами радіації та їх наслідків для людини і довкілля; опанування методів цитогенетичної дозиметрії людини та ознайомлення з тест-системами і методами для моніторингу довкілля.

**Завдання** – поглибити у аспірантів базові знання про:

- Основні закономірності дії іонізуючого випромінювання на генетичний апарат клітин.
- Основні механізми, що лежать в основі спонтанного і індукованого мутагенезу.
- Типи мутацій (генних, структурних аберацій хромосом, кількісних змін хромосом), їх класифікації, відмінності мутагенної дії різних видів іонізуючих випромінень.
- Основні методи цитогенетичного аналізу.
- Основи цитогенетичної дозиметрії, проблеми оцінки малих доз.
- Роль цитогенетичного аналізу у біомоніторингу довкілля.

**Вміти:**

- Володіти навичками роботи зі світловим мікроскопом.
- Класифікувати цитогенетичні порушення.
- Проводити групове каріотипування в метафазних пластинках лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів.
- Ідентифікувати хромосомні аберації в метафазних пластинках лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів.
- Розрахувати частоту аберантних клітин і аберацій хромосом у культурі лімфоцитів периферійної крові людини і клітинах кісткового мозку гризунів.
- Розрахувати дозу гострого і пролонгованого опромінення людини за частотою дицентричних + кільцевих хромосом у лімфоцитах культури периферійної крові людини.
- Ідентифікувати на цитогенетичних препаратах клітин кісткового мозку гризунів: двохядерні клітини, клітини з мікроядрами, передчасною конденсацією хроматину, апоптозом і розрахувати їх частоту і частоту пошкоджень в клітинах.

**Місце дисципліни** (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку). Вибіркова навчальна дисципліна «**радіаційна цитогенетика**» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «доктор філософії». Система знань, отримана при вивченні даного курсу, є необхідною для вільного ознайомлення з науковою літературою та при виконанні відповідних кваліфікаційних робіт.

**Зв'язок з іншими дисциплінами.** При вивченні дисципліни «**радіаційна цитогенетика**» використовуються знання та вміння, набуті аспірантами під час вивчення курсів радіоактивності, радіобіології, радіаційної гематології, основ розрахункової дозиметрії, радіаційної біохімії.

**II ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
Тематичний план дисципліни

№	Назва модулю/ лекції	Види навчальної роботи (в годинах)			
		Лекції	Практичні/ семінари	Самостійна робота	Консультації
<b>Змістовний модуль 1 Матеріальні основи спадковості.</b>					
	<b>Тема 1.1</b> Клітинний цикл як основа структурно-функціональних перетворень хромосом у процесі реалізації генетичної програми.	2	-	5	-
	<b>Тема 1.2</b> Хромосома як предмет цитогенетичних досліджень.	3	-	8	-
	<b>Тема 1.3</b> Особливості іонізуючого випромінювання (ІВ), як мутагена.	1	-	3	-
	<i>Разом за змістовний модуль 1</i>	6	-	16	-
<b>Змістовний модуль 2 Вплив чинників радіаційної природи на цитогенетичні показники.</b>					
	<b>Тема 2.1.</b> Загальна теорія радіаційного мутагенезу.	2	-	7	-
	<b>Тема 2.2.</b> Проблема оцінки цитогенетичних ефектів малих доз ІВ.	2	-	7	-
	<b>Тема 2.3</b> Цитогенетична індикація та дозиметрія опромінення людини.	8	8	20	-
	<i>Разом за змістовний модуль 2</i>	12	8	34	-

<b>Змістовний модуль 3 Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля.</b>					
	<b>Тема 3.1</b> Радіаційна генетика природних популяцій. Формування цитогенетичних ефектів на популяційному рівні	2	2	10	
	<i>Разом за змістовний модуль 3</i>	2	2	10	
	Всього	20	10	60	

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма дисципліни:

*«Радіаційна цитогенетика»*

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітньо- кваліфікаційний рівень	Організаційно-методична характеристика навчальної дисципліни	
	Академічна характеристика	Структура
09 – біологія 091 – біологія Освітня програма – радіаційна цитогенетика Доктор філософії	Рік навчання 3 Семестр: 1 або 2 Кількість годин на тиждень: 4 Статус курсу: <i>фаховий</i> Кількість ECTS кредитів: 4	Кількість годин: Загальна: 90 Лекції: 20 Практичні та семінарські заняття – 10 Самостійна робота: 60 Вид підсумкового контролю – залік

Робоча програма складена для докторів філософії. Освітня програма: «радіаційна цитогенетика».

**Укладач** – Бездробна Л.К., кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, зав. лабораторії радіаційної цитогенетики та доклінічного випробування РФП відділу радіобіології та радіоекології.

## *Лекційний курс*

### **Модуль 1 Матеріальні основи спадковості.**

*Лекція 1 (1 год).*

#### **Вступ.**

Предмет, задачі, методи радіаційної генетики. Основні етапи формування та роль вітчизняних і закордонних вчених в становленні радіаційної генетики. Генетичні пошкодження клітин, як основа радіаційного ураження тканин і організму.

#### **Тема 1.1 Клітинний цикл як основа структурно-функціональних перетворень хромосом у процесі реалізації генетичної програми.**

*Лекція 2 (1 год)*

Роль ядра, хромосом і ДНК у радіаційному ураженні клітин. Принцип попадання і теорія мішені.

Основні періоди клітинного циклу.

#### **Тема 1.2 Хромосома як предмет цитогенетичних досліджень.**

*Лекція 3 (1 год)*

Функції хромосом у процесі реалізації спадкової програми (інформативна, реплікативна, сегрегаційна, рекомбінаційна, транскрипційна). Будова хромосоми і каріотип людини. Групове і індивідуальне каріотипування.

*Лекція 4 (1 год)*

Структурні пошкодження хромосом і їх класифікація. Хромосомні і хроматидні аберації. Анафазний і метафазний аналіз перебудов хромосом. Інверсії, делеції та дублікації генетичного матеріалу.

Кількісні зміни хромосом (поліплоїдія, анеуплоїдія).

*Лекція 5 (1 год)*

Локалізація аберацій в клітинах (соматичних та статевих), передача нащадкам та їх наслідки. Патологія з генетичною компонентою.

Спонтанний та індукований мутагенез, його природа.

#### **Тема 1.3 Особливості іонізуючого випромінювання (ІВ), як мутагена.**

*Лекція 6 (1 год).*



Порівняння пошкоджуючої дії ІВ і хімічних мутагенів, характеру розподілу хромосомних пошкоджень в клітинах. Цитогенетичні маркери дії ІВ та дії хімічних мутагенів.

Пряма і непряма дія ІВ. Модифікація ефектів ІВ іншими чинниками. Поняття синергізму і антоганізму.

## **Модуль 2 Вплив чинників радіаційної природи на цитогенетичні показники.**

### **Тема 2.1 Загальна теорія радіаційного мутагенезу.**

#### *Лекція 7 (2 год)*

Залежність частоти індукції аберацій хромосом від дози і потужності дози опромінення та від ЛПЕ випромінювання. Характер дозових залежностей..

Поняття відносної генетичної ефективності випромінювання.

Клітини з множинними абераціями хромосом

Радіочутливість клітин на різних стадіях мітотичного циклу.

Залежність виходу аберацій хромосом від вікового фактора та індивідуальної радіочутливості людини.

### **Тема 2.2 Проблема оцінки цитогенетичних ефектів малих доз ІВ.**

#### *Лекція 8 (1 год)*

Нелінійність дозової залежності цитогенетичних ефектів у діапазоні малих доз ІВ. Стохастичні ефекти при опроміненні в малих дозах.

Немішенні ефекти ІВ.

Радіаційний гормезис.

#### *Лекція 9 (1 год)*

Пострадіаційне відновлення. Генетична нестабільність у віддалений період після опромінення.

Явище нестабільності генома у нащадків опромінених батьків.

### **Тема 2.3 Цитогенетична індикація та дозиметрія опромінення людини.**

#### *Лекція 10 (1 год)*

Поняття цитогенетична індикація та цитогенетична дозиметрія.

Тест-системи, що використовуються для цитогенетичної індикації та дозиметрії радіаційного впливу на людину; вимоги до них.

*Лекція 11 (1 год)*

Методи цитогенетичної дозиметрії (аналіз дицентричних і кільцевих хромосом, флуорисцентна гібридизація *in situ* – FISH, мікроядерний тест з блокуванням цитокенеза, передчасна конденсація хромосом) та порівняння їх інформативності.

*Лекція 12 (1 год)*

Стабільні і нестабільні аберації хромосомного типу як маркери опромінення людини.

Побудова калібрувальних кривих доза-ефект при опроміненні зразків цільної крові (або виділених лімфоцитів крові) *in vitro* для використання в цитогенетичній дозиметрії. Фізичні, біологічні та статистичні аспекти при їх побудові.

*Лекція 13 (1 год)*

Оцінка дози опромінення за рівнем нестабільних хромосомних обмінів. Поріг чутливості метода цитогенетичної дозиметрії опромінення людини. Значення кількості клітин, що аналізуються, при встановленні мінімально можливої дози опромінення. 95% довірчий інтервал оцінки дози.

*Лекція 14 (2 год)*

Розрахунок дози за складних сценаріїв опромінення людини: переопромінення в низькій дозі, нерівномірне опромінення тіла, пролонговане або фракціоноване опромінення. Проблема оцінки факту і дози опромінення при інкорпорації радіонуклідів.

*Лекція 15 (2 год)*

Цитогенетична індикація і дозиметрія зовнішнього і внутрішнього опромінення різних контингентів людей, які зазнали впливу радіації за різних обставин (в наслідок аварійних ситуацій та глобальних аварій, за умов професійної діяльності, за умов проживання на радіаційно-забруднених територіях, в наслідок бомбардування Хіросіми і Нагасаки).

### **Модуль 3 Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля.**

*Лекція 16 (2 год)*

Радіаційна генетика природних популяцій. Закономірності і особливості формування цитогенетичних ефектів на популяційному рівні в умовах хронічної дії ІВ. Феномен радіоадаптації.

## **МЕТА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Практичні заняття є сполучною ланкою між лекційними заняттями та самостійною роботою і мають на меті поглиблене засвоєння теоретичних понять, термінів і моделей з дисципліни та набуття практичних навиків розв'язання задач.

В процесі практичних занять з'ясовується ступінь засвоєння понятійно-термінологічного апарату та основних положень предмету, вміння розкривати конкретну тему, аналізувати і узагальнювати ключові питання курсу, робити висновки та давати оцінку проведеному експериментові.

Одним з важливих завдань проведення занять є отримання аспірантами навиків оперування отриманими даними та публічних виступів і дискусій.

## **ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Передбачаються такі види аудиторної роботи:

- розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідних темах лекційних занять та питань для самостійного опрацювання;
- перевірка практичних завдань, виконаних студентами під час самостійної роботи;
- розгляд та обговорення на семінарських заняттях, питань з дисципліни, що були важкі для засвоєння на самостійному опрацюванні та виникли під час проведення практичних робіт.

### Теми практичних та семінарських занять (10 год)

№ п/п	Назва теми	К-ть годин
<b>Практичні заняття</b>		
1.	Вимоги до забору крові у людини та культивування крові (основні етапи і модифікації) для проведення цитогенетичного дослідження лімфоцитів периферійної крові.	1
2.	Приготування препаратів для проведення цитогенетичного аналізу лімфоцитів крові людини. Фарбування препаратів: барвник Гімза, флюоресценція + барвник Гімза.	1
3.	Аналіз каріотипу умовно здорової людини. Групове і індивідуальне каріотипування.	1
4.	Аналіз хромосомних аберацій (структурних – хромосомного і хроматидного типів; кількісних – поліпоїди, анеуплоїди). Реєстрація даних цитогенетичного аналізу – цитогенетичних протокол.	1
5.	Приготування цитогенетичних препаратів кісткового мозку дрібних гризунів (миші, щури) та їх фарбування.	1
6.	Аналіз нормального каріотипу клітин кісткового мозку мишевидних гризунів та щурів, аналіз цитогенетичних пошкоджень в них.	1
<b>Семінарські заняття</b>		
7.	Порівняльна характеристика тест-систем і методів, що використовуються для індикації і дозиметрії впливу радіації на людину. Можливості цитогенетичної дозиметрії опромінення людини за нестабільними і стабільними абераціями хромосомного типу. Переваги і недоліки методів.	2
8.	Цитогенетичний моніторинг природних популяцій та його задачі. Характеристика основних тест-систем і методів для цитогенетичного моніторингу довкілля.	2

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

### МЕТА І ЗАВДАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Головна мета проведення самостійної роботи полягає у необхідності більш широкого огляду тематики курсу з використанням матеріалів підручників, періодичних видань, наукових праць, монографій з окремих питань дисципліни.

Важливою складовою самостійної роботи студентів є виконання індивідуальних робіт.

- закріплення знань теоретичного курсу;
- набуття навичок опрацювання наукової літератури (монографій, наукових статей);
- напрацювання вмінь та навичок користування програмами для статистичного обрахунку Dosa Estimation або OriginPro ;
- навчання ефективному використанню радіобіологічних довідників, енциклопедій (включно з on-line інформацією) і т. ін.

№	Назва теми	Види навчальної роботи (в годинах)	
		Самостійна робота	завдання
<b>Змістовний модуль 1 Матеріальні основи спадковості.</b>			
	<b>Тема 1.1</b> Клітинний цикл як основа структурно-функціональних перетворень хромосом у процесі реалізації генетичної програми.	5	Поглибити знання про клітинний цикл. радіочутливість клітин на різних стадіях мітотичного циклу, зміни структури хромосом індуковані радіацією на різних стадіях циклу та типи аберацій хромосом
	<b>Тема 1.2</b> Хромосома як предмет цитогенетичних досліджень.	8	
	<b>Тема 1.3</b> Особливості іонізуючого випромінювання (ІВ), як мутагена.	3	Уміти визначати залежності частоти аберацій хромосом від дози, потужності дози опромінення та ЛПЕ
	<b>Разом за змістовний модуль 1</b>	16	

	<b>Тема 2.1.</b> Загальна теорія радіаційного мутагенезу.	7	Поглибити знання про спонтанний та індукований мутагенез, його залежність від частоти радіаційної індукції аберацій, вікового фактора. Уміти відрізнити дію ІВ та хімічних мутагенів
	<b>Тема 2.2.</b> Проблема оцінки цитогенетичних ефектів малих доз ІВ.	7	Порівняти методи цитогенетичної дозиметрії (аналіз дицентричних і кільцевих хромосом, флуоресцентна гібридизація <i>in situ</i> – FISH, мікроядерний тест з блокуванням цитокінезу, передчасна конденсація хромосом
	<b>Тема 2.3</b> Цитогенетична індикація та дозиметрія опромінення людини.	20	Навчитися використовувати статистичні програми для обрахунку поглинених доз та застосовувати отримані калібрувальні криві доза-ефект отримані ін. вітро
	<b>Разом за змістовний модуль 2</b>	34	
	<b>Змістовний модуль 3 Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля.</b>		
	<b>Тема 3.1</b> Радіаційна генетика природних популяцій. Формування цитогенетичних ефектів на популяційному рівні	10	Чітко знати характеристику основних тест-систем для цитогенетичного моніторингу довкілля. Розуміти проблему екстраполяції на людину даних отриманих на тваринах і рослинах
	<b>Разом за змістовний модуль 3</b>	10	
	Всього	60	

## ФОРМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

**Поточний** контроль – оцінює ступінь засвоєння теоретичного і практичного матеріалу та рівень знань студентів з відповідних розділів дисципліни.

*Оцінюється в балах по кожному із передбачених видів практичних завдань окремо.*

– *володіння.*

Згідно поточного оцінювання рейтинг аспіранта розраховується як сума балів за всіма видами завдань.

Аспіранти, поточні знання яких оцінені на “незадовільно” (0-29 балів), вважаються не атестованими і до іспиту з дисципліни не допускаються. Аспіранти, які за роботу в семестрі та на іспиті набрали 30-59 балів мають право на перескладання.

**Підсумковий** контроль здійснюється наприкінці семестру шляхом складання заліку.

До заліку допускаються аспіранти, які мають необхідний рівень поточних знань.

Залік проводиться в змішаній формі, по завданнях які складені на основі програми курсу та мають однаковий рівень складності. На підготовку відводиться 2 академічні години. Під час проведення заліку дозволяється користуватися конспектом.

## ЗАПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Предмет і задачі радіаційної генетики. Роль вітчизняних і закордонних вчених у становленні радіаційної генетики.
2. Основи клітинної теорії. Хромосома, як предмет цитогенетичних досліджень. Функції хромосом у процесі реалізації спадкової програми.
3. Метафазні хромосоми людини. Будова і класифікація. Каріотип людини. Групове і індивідуальне каріотипування хромосом людини.
4. Структурні пошкодження хромосом та їх класифікація. Хроматидні та хромосомні аберації.
5. Кількісні (геномні) пошкодження хромосом. Поліплоїдія, анеуплоїдія.
6. Клітинний цикл. Радіочутливість клітин на різних стадіях мітотичного циклу.
7. Зміни структури хромосом індуковані радіацією на різних стадіях клітинного циклу. Тип аберацій хромосом характерний для певної стадії клітинного циклу.
8. Особливості і механізми мутагенної дії різних видів ІВ.
9. Спонтанний та індукований мутагенез, його природа.
10. Залежність частоти радіаційної індукції аберацій хромосом від вікового фактора.
11. Особливості ІВ як мутагена. Порівняння пошкоджуючої дії ІВ і хімічних мутагенів.
12. Залежності частоти аберацій хромосом від дози, потужності дози опромінення та ЛПЕ випромінювання. Відносна генетична ефективність випромінювання.
13. Дозова залежність частоти аберацій хромосом у діапазоні малих доз ІВ. Проблема оцінки.
14. Пострадіаційне відновлення. Генетична нестабільність у віддалений період після опромінення.
15. Нестабільність генома у нащадків опромінених батьків.
16. Немішенні ефекти ІВ. Радіаційний гормезис.
17. Поняття цитогенетична індикація та цитогенетична дозиметрія.
18. Загальна характеристика методів цитогенетичного аналізу.
19. Методи цитогенетичної дозиметрії (аналіз дицентричних і кільцевих хромосом, флуоресцентна гібридизація *in situ* – FISH, мікроядерний тест з блокуванням цитокінезу, передчасна конденсація хромосом) та порівняння їх інформативності.



20. Порівняльна характеристика тест-систем, що використовуються для цитогенетичної індикації і дозиметрії радіаційного впливу на людину. Вимоги до них.
21. Цитогенетична оцінка дози опромінення людини. Побудова калібрувальних кривих доза-ефект при опроміненні крові *in vitro*.
22. Розрахунок дози за складних сценаріїв опромінення : переопромінення в низькій дозі, нерівномірне опромінення тіла, пролонговане або фракціоноване опромінення.
23. Проблема оцінки факту і дози опромінення людини при інкорпорації гамма-, бета- і альфа- випромінюючих радіонуклідів.
24. Цитогенетичні наслідки Чорнобильської катастрофи. Гострий і віддалений період.
25. Приклади використання цитогенетичних методів для індикації і дозиметрії радіаційного впливу на людину внаслідок аварійних аварій, професійного опромінення та проживання на радіаційно-забруднених територіях.
26. Роль цитогенетичного аналізу у біологічному моніторингу довкілля. Закономірності і особливості формування цитогенетичних ефектів на популяційному рівні в умовах хронічної дії ІВ.
27. Характеристика основних тест-систем для цитогенетичного моніторингу довкілля.
28. Особливості використання тварин і рослин, як тест-об'єктів генетичного моніторингу.
29. Проблема екстраполяції на людину даних отриманих на тваринах і рослинах.

### **КРИТЕРІЇ СКЛАДАННЯ ЗАЛІКУ**

Кожне завдання для проведення заліку має бути однакової складності. Зміст питань та завдань має бути розрахований на письмову підготовку аспіранта протягом двох академічних годин.

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної університетської шкали оцінювання в національну 4-бальну шкалу та шкалу ECTS.

За шкалою університету	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 – 100	5 (відмінно)	Зараховано	A (відмінно)
81 – 90	4 (добре)		B (дуже добре)
71 – 80			C (добре)
66 – 70			D (задовільно)
60 – 65	3(задовільно)		E (достатньо)
30 – 59	2 (незадовільно)	Не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 29			F (незадовільно – з обов’язковим повторним курсом)

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

#### Рекомендовані джерела

##### Базова література:

- [1] International Atomic Energy Agency. Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment. Vienna (2001).
- [2] International Atomic Energy Agency. Cytogenetic dosimetry: applications in preparedness for and response to radiation emergencies. Vienna (2011) 229 p. <https://www.iaea.org/ru/publications/10455/cytogenetic-dosimetry-applications-in-preparedness-for-and-response-to-radiation-emergencies>
- [3] Л.К. Бездробная др. Использование цитогенетической дозиметрии для контроля потенциального переоблучения персонала подрядных предприятий ГСП ЧАЭС. Ядерна фізика та енергетика. 17(2) (2016) 166. <https://doi.org/10.15407/jnpae2016.02.166>.
- [4] E. A. Ainsbury et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionizing radiation exposures. Radiation Protection Dosimetry 147(4) (2011) 573 doi: 10.1093/rpd/ncq499.
- [5] ICRP. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (WR). ICRP Publication 92. Ann ICRP 33(4) (2003). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2092>
- [6] United Nations, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), UNSCEAR 2000 Report, Vol. I, Sources, Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2000) [https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000\\_1.html](https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html)
- [7] ICRP. Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 56, Part 1; Annuals of the ICRP 20(2) (1989). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2056>
- [8] International Commission on Radiological Protection. Age dependent doses to members of the public from intake of radionuclides. Part 2; Ingestion dose coefficients. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 67, Part 1; Annuals of the ICRP 23(3/4) (1993). <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2067>
- [9] International Commission on Radiological Protection. Limits for intakes of radionuclides by workers. Oxford: Pergamon Press. ICRP Publication 30, Part 1; Annuals of the ICRP 2(3/4)(1979) [https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2030%20\(Part%201\)](https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2030%20(Part%201))
- [10] International Commission on Radiological Protection. Relative biological effectiveness (RBE), quality factor (Q), and radiation weighting factor (WR). ICRP Publication 92. Ann ICRP 33(4) (2003) <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2092>
- [11] М. А. Пилинская *Спецкурс по радиационной цитогенетике*. Київ, ННЦПМ НАМН України (2007) 53с.
- [12] E.A. Ainsbury, D.C. Lloyd. Dose estimation software for radiation biodosimetry. Health Phys. 98(2) (2010) 290 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20065696>
- [13] E. A. Ainsbury et al. Review of retrospective dosimetry techniques for external ionizing radiation exposures. Radiation Protection Dosimetry 147(4) (2011) 573 doi: 10.1093/rpd/ncq499.

##### Допоміжна література:

- [1] International Organisation for Standardisation. Radiation protection—performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics. International Standard ISO 19238. ISO (2014a)
- [2] International Organisation for Standardisation. Radiological protection—performance criteria for laboratories using the cytokinesis block micronucleus (CBMN) assay in peripheral blood lymphocytes for biological dosimetry. International Standard ISO 17099. ISO (2014b).
- [3] E. Ainsbury et al. Uncertainty on radiation doses estimated by biological and retrospective physical methods. Radiat Prot Dosimetry 178 (2018) 382. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncx125>

- [4] U. Yadav et al. Refined premature chromosome condensation (G0-PCC) with cryo-preserved mitotic cells for rapid radiation biodosimetry *Scientific Reports* 11 (2021) <https://www.nature.com/articles/s41598-021-92886-6>
- [5] C. Lindholm et al. Premature chromosome condensation (PCC) assay for dose assessment in mass casualty accidents. *Radiat Res* 173 (2010) 71. PMID: 20041761 doi: 10.1667/RR1843.1
- [6] C. Lindholm et al. Biodosimetry after accidental radiation exposure by conventional chromosome analysis and FISH. In: *J of Rad. Biol.* 70 (1996) 647. PMID: 8980661 doi: 10.1080/095530096144527
- [7] C. Lindholm et al. Persistence of translocations after accidental exposure to ionizing radiation. *Int. J of Radiat. Biol.* 74 (1998) 565. PMID: 9848275 doi: 10.1080/095530098141140
- [8] Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації “Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об’єкта дослідження”. [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/990\\_005](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/990_005)
- [9] Е. А. Дьоміна. Залежність доза/ефект в радіаційній цитогенетиці людини *Проблеми радіаційної медицини та радіобіології*.24 (2019). ISSN 2304\_8336.
- [10] В. А. Курочкіна та ін.. Калібрувальна залежність «доза-ефект» за частотою нестабільних хромосомних обмінів у лімфоцитах людини за гострого гамма-опромінення  $^{137}\text{Cs}$  в низьких дозах для біологічної дозиметрії. *Ядерна фізика та енергетика* 22 (2021) <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.02.167>
- [11] L. K. Bezdobna, M. V. Strilchuk, V. A. Kurochkina, V. I. Fedorchenko, I. A. Khomych, T. V. Tsyganok. Simulation of conditions for external and internal exposure of human blood to low doses of caesium-137 radionuclide in vitro to study its genotoxicity. *Ядерна фізика та енергетика* 21(2020) 166. <https://doi.org/10.15407/jnpae2020.02.166>
- [12] В. А. Курочкіна, Л. К. Бездробна, Т. В. Циганок, М. В. Стрільчук, І. А. Малюк. Хромосомні аберації у лімфоцитах людини за зовнішнього та/або внутрішнього опромінення зразків крові  $^{137}\text{Cs}$  у модельних експериментах in vitro. *Ядерна фізика та енергетика* 22(2021). <https://doi.org/10.15407/jnpae2021.03.300>