

ПРИВАТНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХАРКІВСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
Кафедра фундаментальних загальнонаукових дисциплін

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
освітньої компоненти

**MEDICAL AND BIOLOGICAL PHYSICS**  
(«Медична і біологічна фізика» для студентів з англійською мовою навчання)

---

(назва освітньої компоненти)

підготовки другого (магістерського) рівня вищої освіти  
галузь знань 22 ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я  
спеціальність 222 МЕДИЦИНА  
освітньо-професійної програми МЕДИЦИНА

Курс \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_ Семестр \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_

Методичні матеріали до практичних занять розглянуто та затверджено на засіданні кафедри  
фундаментальних загальнонаукових дисциплін  
Протокол від «23» вересня 2022 року № 2

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ Тетяна КУДРЯВЦЕВА  
(підпис)

Затверджено на засіданні навчально-методичної комісії  
Протокол від «28» лютого 2023 року № 2 (наказ № 23 від 28.02.2023)

Голова \_\_\_\_\_ Жанна ДАВИДОВА  
(підпис)



## МЕТОДИЧНА КАРТКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ №№ 1(16)—2(17).

**Тема:** Mathematical models of medical and biological physics : One-compartment pharmacokinetics model

### **Актуальність теми:**

Studying the one-compartment pharmacokinetics model is important in medicine for several reasons:

- **Understanding drug action:** One-compartment pharmacokinetics model helps medical students understand how drugs are absorbed, distributed, metabolized, and eliminated from the body. This knowledge is essential for understanding the pharmacodynamics of drugs, which is how drugs produce their therapeutic effects and adverse reactions.
- **Dosing and administration:** Medical students need to learn how to determine the appropriate dose and frequency of drug administration to achieve the desired therapeutic effect while minimizing the risk of adverse effects. One-compartment pharmacokinetics model is a fundamental tool for calculating drug concentrations in the body over time and determining the optimal dosing regimen.
- **Interpreting drug concentrations:** Medical students need to learn how to interpret drug concentrations in the body to assess drug efficacy and toxicity. One-compartment pharmacokinetics model is useful for interpreting drug concentrations in blood, urine, and other biological fluids.
- **Clinical decision-making:** Medical students need to learn how to make clinical decisions based on pharmacokinetic principles. For example, they need to learn how to adjust drug doses in patients with impaired renal or hepatic function, as well as how to account for drug interactions that affect drug metabolism and elimination.

In summary, studying one-compartment pharmacokinetics model is essential for medical students to understand the basic principles of drug action, dosing and administration, interpreting drug concentrations, and clinical decision-making.

**Цілі заняття:** (сформовані загальні (ЗК) та спеціальні (фахові) (ФК) компетентності (відповідно до навчальної програми)

*General:*

- GC 2 - the ability to apply knowledge in practical situations;
- GC 3 - knowledge and understanding of the subject area and understanding of professional activity;
- GC 1 - the ability to abstract thinking, analysis and synthesis, the ability to learn and be modernly trained;
- GC 4 - the ability to make an informed decision; work in a team; interpersonal skills;
- GC 5 - certainty and persistence in terms of tasks and responsibilities;

*Professional:*

- the ability to determine the required list of instrumental research.

**Практичні результати навчання (ПРН):** (відповідно до навчальної програми)

- to master the physical, biophysical and mathematical knowledge and skills that are necessary for the direct formation of a professional doctor, as well as for the study of other theoretical and clinical disciplines in higher medical educational institutions;
- to acquire knowledge that is sufficient to understand the basic physical characteristics of medical and biological systems and physical processes that occur in living organisms;
- to solve practical problems in the field of healthcare with the use of modern physical theories and methods of research of living organisms and biological objects;
- to have general and special fundamental and professionally-oriented knowledge, skills,

abilities, competencies necessary to perform typical professional tasks related to activities in the medical field in the relevant position of PLO 9;

- apply the acquired knowledge, skills and understanding to solve typical problems of the doctor, the scope of which is provided by lists of syndromes and symptoms, diseases, emergencies, laboratory and instrumental research, medical manipulations;
- to replenish knowledge and understanding of the basic physical characteristics of medical and biological systems, physical bases of the processes occurring in living organisms;
- integrate basic knowledge of physics, chemistry, biology, mathematics, information technology to create a foundation of professional competencies;
- apply quantitative methods in the study of medical and biological processes;
- to interpret the general physical and biophysical laws that underlie the functioning of the human body.

**Обладнання та оснащення:** не вимагає використання спеціалізованого обладнання чи оснащення; передбачає використання студентами калькулятора чи відповідного програмного забезпечення для виконання розрахункової частини завдань.

**Глосарій теми:** one-compartment pharmacokinetics model, drug amount (concentration) in plasma serum, pharmacokinetic curves, elimination rate constant, half-life of the drug

#### **Зміст теми:**

Питання, які розглядаються на занятті:

1. Використання рівняння однокамерної фармакокінетичної моделі для пошуку часу напіввиведення препарату.
2. Використання рівняння однокамерної фармакокінетичної моделі для пошуку залишкового вмісту препарату в плазмі крові через певний час після його введення.
3. Використання однокамерної фармакокінетичної моделі для пошуку часу, необхідного для отримання певної дози препарату в плазмі крові.
4. Використання рівняння однокамерної моделі для дослідження фармакокінетики деяких реальних лікарських засобів.

#### **Список рекомендованих джерел інформації:**

1. Слайди лекції, конспект лекції з теми.
2. Shargel L. Chapter 3. One-compartment open model: intravenous bolus administration [Electronic resource] / L. Shargel, S. Wu-Pong, A.C. Yu // Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics. – 6<sup>th</sup> ed. – McGraw Hill, 2012. – Mode of access: <https://accesspharmacy.mhmedical.com/content.aspx?bookid=513&sectionid=41488021>. – Title from screen.
3. Knigavko V.G. Medical and biological physics: textbook for students studying the subject in English / V.G. Knigavko, O.V. Zaytseva, M.A. Bondarenko. – Kharkiv : KhNMU, 2016. – 556 p.
4. Knigavko V.G. Glossary of terms on Medical and Biological Physics / V.G. Knigavko, O.V. Zaytseva, M.A. Bondarenko. – Kharkiv : KhNMU, 2017. – 110 p.
5. Nelson P. Biological Physics / Philip Nelson. – [S. l.] : Freeman & Company, W.H., 2013. – 600 p.
6. Physical Biology of the Cell / R. Phillips [et al.]. – New York : Garland Science, 2013. – 1057 p.
7. Schellart Nico A.M. Compendium of medical physics, medical technology and biophysics for students, physicians and researchers / Nico A.M. Schellart. – Amsterdam : Dept. of Biomedical Engineering and Physics of Academic Medical Center University of Amsterdam, 2009. – 434 p.

## Хід заняття:

### 1. Контроль вхідного рівня знань з теми.

Запитання (повторення матеріалу, викладеного на лекції з теми):

1. Що таке однокамерна фармакокінетична модель?
2. Формула (рівняння), що описує зміну вмісту препарату в крові в однокамерній моделі.
3. Сенс основних параметрів рівняння.
4. Час напіввиведення препарату.
5. Зв'язок між часом напіввиведення і константою елімінації.
6. Обмеження на застосування однокамерної фармакокінетичної моделі.

### 2. Практична частина

Практичні завдання для послідовного виконання:

#### Task 1.

40 minutes after intravenous administrating of 125 mg of the drug, 100 mg of it remains in plasma serum. Find the half-life of the drug.

#### Task 2.

Half-life of the drug is 4.5 hours. Find the amount of drug in plasma serum 5 hours after intravenous administration of 42 mg.

#### Task 3.

Half-life of the drug is 7 hours and 15 minutes. How long does it take to get 15 mg of drug in plasma serum after intravenous administration of 80 mg?

#### Task 4.

Half-life of the drug is 10 hours. How long does it take for an intravenously administrated drug to decrease by 33% of the initial dose?

#### Task 5.

A patient was intravenously administrated 50 mg of **Cyclizine**.

- A. What amount of the drug can be detected in plasma serum 3.5 hours after injection?
- B. How long does it take to have 35 mg of Cyclizine in plasma serum?
- C. How long does it take for concentration of Cyclizine in plasma serum to decrease to 90% of the initial dose?

### 3. Заключна частина

3.1. Контроль виконаних завдань

3.2. Підведення підсумків (узагальнюємо підходи до розв'язання типових задач з теми)

3.3. Домашнє завдання для самостійної роботи (наголошуємо на правилах виконання і термінах здачі домашніх робіт).

*Примітка:* за цією темою передбачається самостійна робота з виконання практичних завдань (розв'язку задач) за темою. Перелік завдань до самостійної (домашньої) роботи наведено у методичних матеріалах до самостійної роботи за розділом.

## МЕТОДИЧНА КАРТКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 3(18).

**Тема:** Mathematical models of medical and biological physics : Multi-compartment models of kinetics of drugs

### **Актуальність теми:**

Studying multi-compartment pharmacokinetics models is important for medical students for several reasons:

- Understanding drug distribution: Multi-compartment pharmacokinetics models can help medical students understand how drugs are distributed throughout the body and how different tissues, organs and systems may have varying rates of uptake and elimination of a drug.
- Understanding drug metabolism: The models can provide insight into how the liver and other organs metabolize drugs and how the metabolites of a drug are eliminated from the body.
- Predicting drug interactions: Multi-compartment models can be used to predict drug-drug interactions and to understand how different drugs can affect each other's distribution and elimination from the body.
- Optimizing drug dosing: Multi-compartment models can be used to optimize drug dosing regimens by taking into account the different rates of uptake and elimination of a drug in different tissues, organs and systems of living organisms.
- Understanding drug toxicity: Multi-compartment models can help medical students understand how drugs can accumulate in certain tissues, organs and systems of living organisms and cause toxicity.

In summary, studying multi-compartment pharmacokinetics models is important for medical students because it provides a more accurate understanding of drug distribution, metabolism, interactions, and toxicity, and can be used to optimize drug dosing regimens.

**Цілі заняття:** (сформовані загальні (ЗК) та спеціальні (фахові) (ФК) компетентності (відповідно до навчальної програми))

### *General:*

- GC 2 - the ability to apply knowledge in practical situations;
- GC 3 - knowledge and understanding of the subject area and understanding of professional activity;
- GC 1 - the ability to abstract thinking, analysis and synthesis, the ability to learn and be modernly trained;
- GC 4 - the ability to make an informed decision; work in a team; interpersonal skills;
- GC 5 - certainty and persistence in terms of tasks and responsibilities;

### *Professional:*

- the ability to determine the required list of instrumental research.

**Практичні результати навчання (ПРН):** (відповідно до навчальної програми)

- to master the physical, biophysical and mathematical knowledge and skills that are necessary for the direct formation of a professional doctor, as well as for the study of other theoretical and clinical disciplines in higher medical educational institutions;
- to acquire knowledge that is sufficient to understand the basic physical characteristics of medical and biological systems and physical processes that occur in living organisms;
- to solve practical problems in the field of healthcare with the use of modern physical theories and methods of research of living organisms and biological objects;
- to have general and special fundamental and professionally-oriented knowledge, skills, abilities, competencies necessary to perform typical professional tasks related to activities in the medical field in the relevant position of PLO 9;

- apply the acquired knowledge, skills and understanding to solve typical problems of the doctor, the scope of which is provided by lists of syndromes and symptoms, diseases, emergencies, laboratory and instrumental research, medical manipulations;
- to replenish knowledge and understanding of the basic physical characteristics of medical and biological systems, physical bases of the processes occurring in living organisms;
- integrate basic knowledge of physics, chemistry, biology, mathematics, information technology to create a foundation of professional competencies;
- apply quantitative methods in the study of medical and biological processes;
- to interpret the general physical and biophysical laws that underlie the functioning of the human body.

**Обладнання та оснащення:** не вимагає використання спеціалізованого обладнання чи оснащення.

**Глосарій теми:** multi-compartment pharmacokinetics model, drug amount (concentration) in plasma serum, differential equations, derivative of drug amount as elimination rate.

#### **Зміст теми:**

Питання, які розглядаються на занятті:

1. Зв'язок ідеї, що лежить в основі побудови однокамерної фармакокінетичної моделі, із ідеєю опису фармакокінетики у вигляді багатокамерної моделі.
2. Представлення організму у вигляді множини камер, кожна з яких має свої характеристики поглинення і виведення певної речовини.
3. Диференціальні рівняння. Сенс похідної. Використання похідної для відображення зміни концентрації препарату в різних органах, тканинах і системах організму з часом.
4. Правила побудови систем диференціальних рівнянь для багатокамерної фармакокінетичної моделі.

#### **Список рекомендованих джерел інформації:**

1. Слайди лекції, конспект лекції з теми.
8. Shargel L. Chapter 4. Multicompartment models: intravenous bolus administration [Electronic resource] / L. Shargel, S. Wu-Pong, A.C. Yu // Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics. – 6<sup>th</sup> ed. – McGraw Hill, 2012. – Mode of access: <https://accesspharmacy.mhmedical.com/content.aspx?bookid=513&sectionid=41488022>. – Title from screen.
9. Knigavko V.G. Medical and biological physics: textbook for students studying the subject in English / V.G. Knigavko, O.V. Zaytseva, M.A. Bondarenko. – Kharkiv : KhNMU, 2016. – 556 p.
10. Knigavko V.G. Glossary of terms on Medical and Biological Physics / V.G. Knigavko, O.V. Zaytseva, M.A. Bondarenko. – Kharkiv : KhNMU, 2017. – 110 p.
11. Nelson P. Biological Physics / Philip Nelson. – [S. l.] : Freeman & Company, W.H., 2013. – 600 p.
12. Physical Biology of the Cell / R. Phillips [et al.]. – New York : Garland Science, 2013. – 1057 p.
13. Schellart Nico A.M. Compendium of medical physics, medical technology and biophysics for students, physicians and researchers / Nico A.M. Schellart. – Amsterdam : Dept. of Biomedical Engineering and Physics of Academic Medical Center University of Amsterdam, 2009. – 434 p.

## Хід заняття:

1. Обговорення результатів виконання практичних завдань до самостійної роботи (домашніх завдань) з попередньої теми.

2. Контроль вхідного рівня знань з теми.

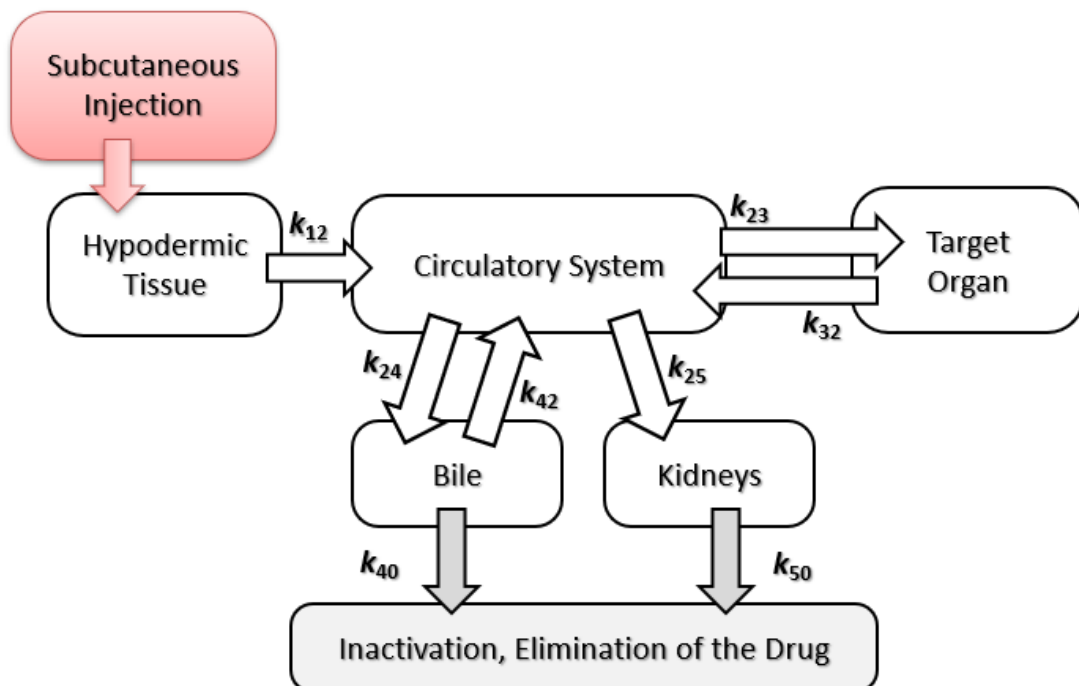
Запитання (повторення матеріалу, викладеного на лекції з теми):

1. Обмеження на застосування однокамерної фармакокінетичної моделі. (В яких випадках використання однокамерної моделі не є доречним)
2. Що таке багатокамерна фармакокінетична модель?
3. Яке математичне перетворення (операція) відображує швидкість зміни фізичного параметру?
4. Яким математичним поняттям виразити швидкість зміни концентрації речовини з часом?
5. Яким терміном позначаються окремі тканини, органи та системи організму в рамках застосування багатокамерної фармакокінетичної моделі?
6. Чи константи абсорбції/елімінації однакові для усіх тканин, органів і систем живого організму?
7. Системи диференціальних рівнянь для опису багатокамерної моделі фармакокінетики.
8. Правила складання систем диференціальних рівнянь для багатокамерних фармакокінетичних моделей.

## 3. Практична частина

Практичний тренінг:

Write down the system of differential equations that describe the multicompartment pharmacokinetics model:





#### 4. *Заключна частина*

3.1. Контроль виконаних завдань

3.2. Підведення підсумків (узагальнюємо підходи до розв'язання типових задач з теми)

3.3. Домашні завдання для самостійної роботи (наголошуємо на правилах виконання і термінах здачі домашніх робіт):

3.3.1. Практичні завдання на складання систем диференціальних рівнянь для багатокамерної моделі фармакокінетики (перелік завдань див. у методичних матеріалах до самостійної роботи за розділом)

3.3.2. Тестові завдання за розділом (посилання на проходження тестування: <https://onlinetestpad.com/piqkaeaybkhve>)