

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДУ «ІНСТИТУТ ФАРМАКОЛОГІЇ ТА ТОКСИКОЛОГІЇ НАМН УКРАЇНИ»**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ДУ «Інститут
фармакології та токсикології НАМН
України» д.біол.н.



Олег ЯДЛОВСЬКИЙ

09 2023р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи комп'ютерного аналізу патологічних зображень»

Освітньо-наукова програма вищої освіти підготовки фахівців «Фармакологія»

Третій (освітньо - науковий) рівень вищої освіти

Доктор філософії

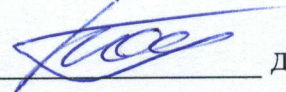
091 «Біологія»

Київ, 2023

РОЗРОБНИК ТА УКЛАДАЧ:

Викладач: д.біол.н. Ядловський Олег Євгенович
yadlovskyi.oleg@gmail.com

проф., д.біол.н. Павлов Сергій Васильович
svpavlov1980@gmail.com

Гарант освітньо-наукової програми  д. біол. н. Бондаренко Л. Б.

Завідувачка відділу науково-методичної,
інформаційної та патентно-ліцензійної роботи  к. мед. н. Таніна С. С.

Обговорено та затверджено на засіданні
Центральної методичної ради
ДУ «Інститут фармакології та токсикології
НАМН України»
«07» вересня 2023, протокол № 3

1. Анотація курсу:

Обсяг: загальний обсяг – 90; лекцій – 10; семінарські заняття – 24;

самостійна робота – 56.

Навчальна дисципліна «Методи комп'ютерного аналізу патологічних зображень» призначена для здобувачів вищої освіти 3 рівня спеціальності 091 «Біологія». Основною метою курсу є ознайомлення з методами та техніками обробки та аналізу медичних зображень, зокрема патологічних (рентгенівських зображень, зображень МРТ, КТ, гістологічних зразків тощо), а також використання цих методів для підтримки діагностики та лікування різноманітних захворювань. Курс охоплює теоретичні основи, алгоритми обробки зображень та їх застосування в біології та медицині.

Курс «Методи комп'ютерного аналізу патологічних зображень» надає аспірантам знання з основних принципів обробки та аналізу медичних зображень, таких як рентгенівські зображення, МРТ, КТ та гістологічні зображення. Студенти вивчатимуть сучасні методи комп'ютерного зору, машинного навчання та штучного інтелекту, які застосовуються для автоматичного виявлення патологій, таких як пухлини, ушкодження тканин, аномалії в будові органів та інші аномалії. Курс передбачає теоретичні та практичні заняття, які дозволяють розвивати навички використання програмного забезпечення для обробки та аналізу медичних зображень.

Метою курсу є навчити аспірантів основам методів комп'ютерного аналізу патологічних зображень, ознайомити їх з сучасними інструментами для обробки та інтерпретації медичних зображень, а також підготувати до практичного застосування отриманих знань у медичній діагностиці.

Опанування цієї навчальною дисципліною забезпечить наступні **результати вивчення дисципліни:**

РН1. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі біологічних наук та бути здатним застосовувати їх у професійній діяльності.

РН2. Вміти проєктувати і здійснювати комплексні дослідження на базі цілісного системного наукового світогляду з використанням

знань гуманітарного блоку та його сплайсінг з фундаментальними біологічними знаннями.

РН3. Демонструвати безперервний розвиток власного інтелектуального, загальнокультурного, професійного рівня. Дотримуватися академічної доброчесності, нести відповідальність за достовірність отриманих наукових результатів.

РН4. Інтерпретувати та аналізувати інформацію з використанням новітніх інформаційних технологій.

РН5. Виявляти невирішені проблеми у предметній області, формувати питання та визначати шляхи їх рішення.

РН6. Формулювати наукові гіпотези, мету і завдання наукового дослідження.

РН7. Розробляти дизайн та план наукового дослідження.

РН8. Виконувати оригінальне наукове дослідження.

РН9. Пояснювати принципи, специфічність та чутливість методів дослідження, інформативність обраних показників.

РН10. Володіти, вдосконалювати та впроваджувати нові методи дослідження за обраним напрямом наукового проєкту та освітньої діяльності

РН11. Аналізувати результати наукових досліджень, використовувати методи статистичного дослідження.

РН12. Впроваджувати результати наукових досліджень у освітній процес, професійну діяльність та суспільство.

РН13. Презентувати результати наукових досліджень у формі презентації, постерних доповідей, публікацій.

РН14. Розвивати комунікації в професійному середовищі й громадській сфері.

РН15. Організовувати та оцінювати ефективність освітнього процесу.

РН16. Координувати роботу колективу (здобувачів вищої освіти, колег, міждисциплінарної команди).

РН17. Дотримуватися етичних принципів при роботі з лабораторними тваринами, культурами клітин та тканин

Необхідні навчальні компоненти (пререкізити, кореквізити і постреквізити): в межах третього (освітньо-наукового) рівня.

2. Зміст дисципліни:

Лекційні заняття:

Теми лекцій

Тема 1. Введення в комп'ютерний аналіз зображень.

Історія та етапи розвитку комп'ютерного аналізу зображень. Основи роботи з медичними зображеннями. Типи зображень в медицині (рентгенівські, ультразвукові, МРТ, КТ, гістологічні тощо). Основи обробки зображень

Тема 2. Основи обробки зображень.

Операції з зображеннями: фільтрація, порогова обробка, морфологічні операції. Перетворення зображень у різні форми (градації сірого, кольорові зображення). Способи збереження та обробки медичних зображень (формати DICOM, TIFF, JPEG).

Тема 3. Методи сегментації зображень.

Методи виявлення об'єктів на зображеннях. Алгоритми сегментації: методи на основі порогів, активних контурів, регіональних методів. Використання методів сегментації в патогістології.

Тема 4. Алгоритми класифікації зображень.

Основи класифікації зображень та машинне навчання. Алгоритми класифікації: К-ближчих сусідів, дерева рішень, підтримка векторних машин (SVM). Використання нейронних мереж для класифікації патологічних зображень.

Тема 5. Аналіз текстурних властивостей зображень.

Методи аналізу текстури (матриця співвідношення суміжних пікселів,

фрактали, гистограми). Застосування текстурного аналізу для виявлення аномалій на зображеннях.

Тема 6. Методи відновлення зображень.

Методи шумозаглушення та фільтрація. Відновлення зображень: інтерполяція, апроксимація. Застосування в медичних зображеннях (відновлення деталей на КТ, МРТ).

Тема 7. Методи зменшення розмірності зображень.

Принципи зменшення розмірності (PCA, LDA). Застосування методів зменшення розмірності для покращення ефективності аналізу зображень.

Тема 8. Обробка об'ємних медичних зображень.

Особливості обробки 3D-зображень (КТ, МРТ). Методи реконструкції 3D-зображень з 2D-серій.

Тема 9. Моделювання та симуляція патологічних процесів.

Моделювання зростання пухлин та інших патологічних процесів за допомогою комп'ютерних методів. Використання математичних моделей для прогнозування розвитку захворювань.

Тема 10. Системи підтримки прийняття рішень в медицині.

Системи штучного інтелекту для аналізу медичних зображень. Програмні продукти для діагностики та автоматизації аналізу зображень.

Практичні заняття:

Тема 1. Введення в обробку медичних зображень. Робота з форматами зображень.

Тема 2. Фільтрація зображень: застосування лінійних та нелінійних фільтрів.

Тема 3. Геометричні трансформації та корекція зображень: масштабування, обертання, зсув.

Тема 4. Сегментація зображень: застосування методів порогових значень та кластеризації.

Тема 5. Алгоритми виявлення контурів та країв на медичних зображеннях.

Тема 6. Використання алгоритмів класифікації для виявлення патологій на зображеннях.

Тема 7. Робота з програмами для автоматизованої класифікації медичних зображень.

Тема 8. Ідентифікація об'єктів на зображеннях за допомогою методів машинного навчання.

Тема 9. Аналіз та класифікація гістологічних зображень.

Тема 10. Використання нейронних мереж для виявлення аномалій на медичних зображеннях.

Тема 11. Аналіз радіологічних зображень: виявлення пухлин та інших патологій.

Тема 12. Розробка автоматизованої системи для підтримки прийняття медичних рішень на основі зображень.

Види навчальних занять: лекції, семінарські заняття, самостійна робота аспірантів, індивідуальні консультації; дистанційне навчання, залучення здобувачів вищої освіти до міжнародно визнаних курсів та освітніх ресурсів.

Форма навчання: денна, вечірня, заочна.

Форми підсумкового контролю: залік (1 семестр).

Засоби контролю успішності навчання: написання тестових, ситуаційних, творчих завдань; реферативні доповіді, участь у дискусії, питання для підсумкового контролю.

Мова навчання: українська.

3. Оцінювання:

Оцінка за модуль визначається як сума оцінок поточної навчальної діяльності (у балах) та оцінки підсумкового модульного контролю (ПМК) (у балах), яка виставляється при оцінюванні теоретичних знань та практичних навичок відповідно до переліків, визначених програмою навчальної дисципліни.

Максимальна кількість балів, яку аспірант може набрати при вивченні кожного модуля, становить 200, в тому числі за поточну навчальну діяльність – 120 балів. ПМК здійснюється по завершенню вивчення всіх тем модуля на останньому контрольному занятті з модуля. Форми проведення ПМК мають бути стандартизованими і включати контроль теоретичної та практичної підготовки. Максимальна кількість балів, яку може набрати аспірант при складанні ПМК, становить 80. ПМК вважається зарахованим, якщо аспірант набрав не менше 50 балів. Для оцінювання поточної навчальної діяльності встановлюється єдина шкала, яка визначає фіксовані значення для максимально можливої та мінімально необхідної кількості балів (110 балів, якщо поточні оцінки – «відмінно» та 60 балів, якщо поточні – «задовільно». До 110 максимальних балів можуть додаватись бали за індивідуальну роботу – не більше 10). Бали за поточну успішність прив'язуються до середньої арифметичної оцінки за традиційною чотирибальною системою незалежно від кількості занять в модулі. При цьому враховуються усі види робіт, передбачені методичною розробкою для запланованої теми. Залік здійснюється після завершення вивчення всіх тем на останньому занятті. До ПМК допускаються аспіранти, які відвідали усі передбачені навчальною програмою з дисципліни аудиторні заняття, та при вивченні модуля набрали кількість балів, не меншу за мінімальну.

Програма заліку включає обов'язкову і варіативну частини.

Обов'язкова частина охоплює:

- теоретичне завдання, яке передбачає письмову відповідь на питання, що дає можливість оцінити теоретичний рівень підготовки;
- аналітичне завдання, яке передбачає реалізацію набутих навичок роботи та розв'язання ситуаційних задач.

Варіативна частина стосується наукових та практичних аспектів обробки та презентації наукових даних відповідно до обраного напрямку дисертаційної роботи.

4. Політика курсу: обов'язкове дотримання аспірантами академічної доброчесності, а саме:

- самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни;
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Paulsen, R. R., Moeslund, T. B. Introduction to Medical Image Analysis / Rasmus R. Paulsen, Thomas B. Moeslund. - Cham, Switzerland : Springer Nature Switzerland AG, 2020. – 186 p.
2. Medical Image Analysis and Informatics : Computer-Aided Diagnosis and Therapy / Edited by Paulo Mazzoncini de Azevedo-Marques, Arianna Mencattini, Marcello Salmeri, Rangaraj M. Rangayyan. -London, United Kingdom : Taylor & Francis Ltd, 2019. – 518 p.
3. Toennies, K. D. Guide to medical image analysis: methods and algorithms / Klaus D. Toennies. – [2nded.]. – England, United Kingdom : Springer London Ltd, 2018. – 589 p.
4. Basic Principles of Cardiovascular MRI: Physics and Imaging Techniques / Edited by Mushabbar A.Syed, Subha V. Raman, Orlando P. Simonetti. – Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG, 2018. – 338 p.

5. Обробка медичних зображень. Робота з даними та алгоритми для аналізу медичних зображень: метод. вказівки до практ. занять для студ. спец. 122 «Комп'ютерні науки та технології» спец. «Інформаційні технології в біології та медицині» / Уклад.: С. М. Алхімова. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка, 2017. – 32 с.

ДОПОМІЖНА

1. Suetens P. Fundamentals of Medical Imaging / Paul Suetens. – [3rd ed.]. – Cambridge, United Kingdom : Cambridge University Press, 2017. – 268 p.
2. IMRT, IGRT, SBRT: Advances in the Treatment Planning and Delivery of Radiotherapy / Edited by W. Hinkelbein, J. L. Meyer. - Basel, Switzerland : S Karger AG. – 2011. – 496 p.
3. Fieselmann, Andreas, et al. Deconvolution-based CT and MR brain perfusion measurement : theoretical model revisited and practical implementation details / Andreas Fieselmann, Markus Kowarschik, Arundhuti Ganguly, Joachim Hornegger, and Rebecca Fahrig // Journal of Biomedical Imaging. – 2011. – V.14. – P.1-20.
4. Алхімова С. М. Оцінка точності розрахунків кількісних параметрів зведеного оцінювання перфузії / С. М. Алхімова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №6/9. – С. 4–9.
5. Wu, O., et al. Tracer arrival timing-insensitive technique for estimating flow in MR perfusion-weighted imaging using singular value decomposition with a block-circulant deconvolution matrix // Magnetic Resonance in Medicine: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine. – 2003. – V. 50, N. 1. – P.164-74.
6. Alkhimova, S. M. Impact of perfusion ROI detection to the quality of CBV perfusion map // Technology Audit and Production Reserves. – 2019. – V. 5, N. 2 (49). – P.27-30.
7. Alkhimova, S. M. Analysis of effectiveness of thresholding in perfusion ROI detection on T2-weighted MR images with abnormal brain anatomy // KPI Science News. – 2019. – V. 126, N. 4. – P.35-43.

8. Clinical Cardiac MRI / Edited by Jan Bogaert, Steven Dymarkowski, Andrew M. Taylor, Vivek Muthurangu. . – [2nd ed.]. – Berlin, Germany : Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co, 2017. – 709 p.
9. Bernard. O., et al. Deep learning techniques for automatic MRI cardiac multi-structures segmentation and diagnosis: Is the problem solved? // IEEE transactions on medical imaging. – 2018. – V. 37, N. 11. – P.2514-2525.
10. Petitjean, C., et al. Right ventricle segmentation from cardiac MRI: a collation study // Medical image analysis. – 2015. – V. 19, N. 1. – P.187-202.
11. Petitjean, C., Dacher, J.N. A review of segmentation methods in short axis cardiac MR images // Medical image analysis. – 2011. – V. 15, N. 2. – P.169-184.
12. American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association // Circulation. – 2002. – V. 105, N. 4. – P.539-542.
13. Köhler, B., et al. A survey of cardiac 4D PC-MRI data processing // Computer Graphics Forum. – 2017. – V. 36, N. 6. – P.5-35.