



# АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### 1) Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Комп'ютерні науки
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів (150 годин): лекції - 36 годин, лаб. роботи - 36 годин, самостійна робота - 78 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен, МКР, РГР, поточний контроль
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	к.т.н. Алхімова Світлана Миколаївна, контактний телефон: +380674045083, e-mail: alkhimova.svitlana@l11.kpi.ua
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Google classroom: <a href="https://classroom.google.com/c/MTQ0ODQzMjU2NTE4">https://classroom.google.com/c/MTQ0ODQzMjU2NTE4</a>

### 2) Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна «Аналіз медичних зображень» належить до циклу вибіркової підготовки навчального плану підготовки магістра.

**Предметом навчальної дисципліни** є система здатностей та умінь із розробки програмного забезпечення для аналізу медичних зображень, що необхідні під час виконання обов'язків, виробничих функцій та типових задач діяльності фахівця; а також практичні навички створення алгоритмів і програм для розробки робочих модулів програмного забезпечення аналізу медичних зображень.

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів цілісного уявлення про аналіз медичних зображень, підготовки їх до участі в створенні повнофункціональних графічних програмних застосунків аналізу медичних зображень для різних галузей медицини, розробки програмно-алгоритмічного та математичного забезпечення різних модулів таких програмних застосунків на основі алгоритмів та методів комп'ютерної графіки та цифрової обробки зображень.

**Програмні результати навчання.**

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають набути наступні компетентності.

### Інтегральні компетентності

**ІК** Здатність розв'язувати задачі в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерних наук, що передбачає як вільне володіння наявними знаннями, так і спроможність їх застосування у професійній практиці.

### Загальні компетентності

**ЗК 1** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК 2** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК 5** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

### Фахові компетентності

**ФК 2** Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

**ФК 3** Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

**ФК 4** Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими), для забезпечення якості прийняття проектних рішень.

**ФК 6** Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук

**ФК 18** Здатність до удосконалення та розробки алгоритмів комп'ютерної графіки, уміння застосовувати їх під час створення реалістичних зображень об'єктів навколишнього середовища для систем комп'ютерної графіки.

Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати наступні програмні результати навчання

**ПРН 2** Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

**ПРН7** Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.

**ПРН11** Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

**ПРН 16** Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

**Пререквізити.** Дисципліна належить до вибірових дисциплін циклу професійної підготовки.

**Постреквізити.** Навчальна дисципліна є основою для підготовки магістерських дисертацій за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Освітній компонент «Аналіз медичних зображень»

Розділ 1. Аналіз даних медичних зображень	
<b>Тема 1.1.</b>	Вступ до роботи з даними та алгоритмів аналізу медичних зображень
Робота з даними для аналізу медичних зображень, основні етапи аналізу медичних зображень, алгоритми для аналізу медичних зображень.	
<b>Тема 1.2.</b>	Інтерактивні інструменти аналізу медичних зображень
Огляд інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень, інструмент «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ», інструмент «ВІДСТАНЬ», інструмент «ПЕРЕХРЕСТЯ», інструмент «ЛІНІЙКА», інструмент «РЕШІТКА», інструмент «ЗБІЛЬШУЮЧИЙ РЕГІОН», інструмент «ПІКСЕЛНА ЛУПА». Алгоритми доступу у даним фізичних величин для аналізу медичних зображень за допомогою інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень, графічний інтерфейс користувача інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень, точність вимірювань інтерактивних інструментів. Сегменти мультипланарної реконструкції,	

специфіка їх побудови, просторова орієнтація сегмента мультипланарної реконструкції, аналіз піксельних даних зображень опорних сегментів мультипланарної реконструкції.	
<b>Розділ 2. Види аналізу медичних зображень</b>	
<b>Тема 2.1.</b>	<b>Аналіз зображень для потреб радіаційної терапії</b>
Основні поняття та етапи лікування в радіаційній терапії, методи розрахунку дози іонізуючого випромінювання, методи проведення лікування в радіаційній терапії, візуально керована радіаційна терапія.	
<b>Тема 2.2.</b>	<b>Аналіз зображень для потреб планування хірургічних операцій</b>
Планування хірургічних операцій, мета та задачі, специфіка доопераційного планування хірургічних втручань, специфіка інтраопераційного планування хірургічних втручань, хірургічні навігаційні системи, специфіка післяопераційного планування хірургічних втручань.	
<b>Тема 2.3.</b>	<b>Аналіз перфузійних зображень</b>
Основи перфузійних томографічних досліджень, результати аналізу перфузійних зображень, алгоритми зведеного оцінювання перфузії. Перфузійна комп'ютерна томографія, специфіка визначення перфузійної зони уваги на зображеннях перфузійної комп'ютерної томографії, алгоритми оцінювання перфузії за даними перфузійної комп'ютерної томографії. Динамічно-сприйнятлива контрастна магнітно-резонансна томографія (DSC-MRI), специфіка визначення перфузійної зони уваги на зображеннях динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії, алгоритми оцінювання перфузії за даними динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії. Магнітно-резонансна томографія з динамічним контрастуванням (DCE-MRI), специфіка визначення перфузійної зони уваги на зображеннях магнітно-резонансної томографії з динамічним контрастуванням, алгоритми оцінювання перфузії за даними магнітно-резонансної томографії з динамічним контрастуванням.	
<b>Тема 2.4.</b>	<b>Функціональний аналіз томографічних зображень серця</b>
Основи томографічних кардіо досліджень, функціональний аналіз томографічних кардіо зображень, мета та задачі, специфіка реалізації навігаційної системи для проведення функціонального аналізу томографічних кардіо зображень. Алгоритми сегментації еноконтра та епіконтра лівого шлуночка серця на томографічних кардіо зображеннях, алгоритми сегментації правого шлуночка серця на томографічних кардіо зображеннях, інтерактивних інструментів для проведення сегментації даних томографічних кардіо зображеннях. Алгоритми розрахунку характеристик функціонального аналізу томографічних кардіо зображень, схему розрахунку характеристик функціонального аналізу томографічних кардіо зображень, що визначаються за даними зміни в часі об'єму крові в лівому шлуночку, алгоритми розрахунку характеристик функціонального аналізу томографічних кардіо зображень, що визначаються за даними зміни в часі об'єму крові в лівому шлуночку. Способи подання інформації результатів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень, 17-сегментна АНА-модель серця, специфіка реалізації звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень у вигляді графіків, специфіка реалізації числових звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень.	
<b>Тема 2.5.</b>	<b>Аналіз кровотоку за даними томографічних зображень</b>
Основи магнітно-резонансного томографічного дослідження кровотоку, алгоритми розрахунку характеристик швидкості кровотоку під час проведення аналізу кровотоку за даними МР-зображень. Специфіка просторового аналізу кровотоку за даними магнітно-резонансного томографічного дослідження, тривимірної візуалізації кровотоку, алгоритми визначення площини простору для розрахунку характеристик швидкості кровотоку крізь переріз.	
<b>Тема 2.6.</b>	<b>Аналіз перфузійних томографічних зображень серця</b>
Основи перфузійного томографічного дослідження серця, алгоритми розрахунку характеристик перфузійного аналізу томографічних зображень серця.	
<b>Тема 2.7.</b>	<b>Аналіз магнітно-резонансних зображень серця з відкладеним контрастуванням</b>
Основи МРТ дослідження серця з відкладеним контрастуванням, алгоритми визначення зон нормальних та уражених тканин міокарда для аналізу МР-зображень серця з відкладеним контрастуванням, алгоритми розрахунку характеристик аналізу МР-зображень серця з відкладеним контрастуванням.	

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Освітній компонент «Аналіз медичних зображень»

Базова

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. – [2nd ed.]. – 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.
14. Turski, P., et. al. Neurovascular 4DFlow MRI (Phase Contrast MRA): emerging clinical applications // Neurovascular Imaging. – 2016. – V. 2, N. 1. – P.1-11.
15. Karim, R., et al. Evaluation of state-of-the-art segmentation algorithms for left ventricle infarct from

- late Gadolinium enhancement MR images // Medical image analysis. – 2016. – V. 30. – P. 95-107.
16. Souto, A.L., Souto, R.M., Teixeira, I.C., Nacif, M.S. Myocardial viability on cardiac magnetic resonance // Arquivos brasileiros de cardiologia. – 2017. – V. 108. – P.458-469.
  17. Лигун, А. О. Комп'ютерна графіка (Обробка та стиск зображень) [Текст] : навч. посіб. / А. О. Лигун, О. О. Шумейко ; ОКВНЗ "Ін-т підприємництва "Стратегія". - Д. : Біла К. О. [Видавець], 2010. – 114 с.
  18. Василюк, А. С. Комп'ютерна графіка [Текст] : навч. посібник ; рек. Науково-метод. рада Нац. ун-ту "Львівська політехніка" / А. С. Василюк, Н. І. Мельникова ; МОН України, Національний ун-т "Львівська політехніка". – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. – 306 с.
  19. Тотосько О.В. Комп'ютерна графіка : навчальний посібник : в 2-х кн.1. для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : О.В. Тотосько, А.Г. Микитишин, П.Д. Стухляк. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 304 с.
  20. Веселовська, Г. В. Комп'ютерна графіка: навч. посіб. для студентів ВНЗ / [Текст] // Г. В. Веселовська, В. Є. Ходаков, В. М. Веселовський; під ред. В. Є. Ходаков. – Херсон : Олді-Плюс, 2017. – 581 с.
  21. Маценко, В. Г. Комп'ютерна графіка [Текст] : навч. посібник / В. Г. Маценко ; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 343 с.

### Інформаційні ресурси

1. DICOM: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.dicomstandard.org/>
2. DICOM Standard Browser by Innolitics: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dicom.innolitics.com>
3. DICOMLookup : Quick access to common DICOM information: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dicomlookup.com/>
4. SPIE Digital Library: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.spiedigitallibrary.org/>

## 3) Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) і самостійна робота студента

#### Освітній компонент «Аналіз медичних зображень»

##### Лекції

#### Лекція 1. Вступ до аналізу медичних зображень.

*Питання, що розглядаються:*

- 1) аналіз медичних зображень, його призначення;
- 2) різновиди аналізу медичних зображень відповідно до курсу.

*Література:*

основна – [2 (С. 7-12); 5(С. 73-125)];  
додаткова – [2, 12, 15-18, 20].

*Завдання на СРС:*

знати, що таке аналіз медичних зображень, його призначення, різновиди аналізу медичних зображень відповідно до курсу; проаналізувати та обрати середовище розробки програмних застосунків, мову програмування та необхідні сторонні бібліотеки для роботи.

#### Лекція 2. Робота з даними та алгоритми аналізу медичних зображень.

*Питання, що розглядаються:*

- 1) робота з даними для аналізу медичних зображень;
- 2) основні етапи аналізу медичних зображень;
- 3) алгоритми для аналізу медичних зображень.

*Література:*

основна – [1 (С. 213-242), 2-3];  
додаткова – [1 (С. 1-22)].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити особливості роботи з даними для проведення аналізу медичних зображень; знати основні етапи аналізу медичних зображень та відповідні їм алгоритми.

#### Лекція 3. Інтерактивні інструменти аналізу медичних зображень.

*Питання, що розглядаються:*

- 1) огляд інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень;
- 2) інструмент «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ»;
- 3) інструмент «ВІДСТАНЬ»;

- 4) інструмент «ПЕРЕХРЕСТЯ»;
- 5) інструмент «ЛІНІЙКА»;
- 6) інструмент «РЕШІТКА»;
- 7) інструмент «ЗБІЛЬШУЮЧИЙ РЕГІОН»;
- 8) інструмент «ПІКСЕЛНА ЛУПА».

*Література:*

основна – [1-3],  
додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; вивчити різновиди інтерактивних інструментів для аналізу медичних зображень; розглянути особливості роботи різних інтерактивних інструментів для аналізу медичних зображень та визначити специфіку реалізації найбільш розповсюджених інструментів.

#### **Лекція 4. Алгоритми роботи інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) алгоритми доступу до даних фізичних величин для аналізу медичних зображень за допомогою інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень;
- 2) графічний інтерфейс користувача інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень;
- 3) точність вимірювань інтерактивних інструментів.

*Література:*

основна – [1-3],  
додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити елементи стандарту DICOM, що необхідні для розрахунку фізичних величин для аналізу медичних зображень за допомогою інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень; розглянути особливості графічного інтерфейсу користувача інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень та визначити специфіку його програмно-алгоритмічної реалізації; навчитись визначати від чого залежить точність вимірювань інтерактивних інструментів.

#### **Лекція 5. Мультипланарна реконструкція для аналізу медичних зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) сегменти мультипланарної реконструкції, специфіка їх побудови;
- 2) просторова орієнтація сегмента мультипланарної реконструкції;
- 3) аналіз піксельних даних зображень опорних сегментів мультипланарної реконструкції.

*Література:*

основна – [1-3],  
додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; розглянути мультипланарну реконструкцію, як основне джерело піксельних даних для аналізу медичних зображень; навчитись будувати сегменти мультипланарної реконструкції; навчитись визначати просторову орієнтацію сегмента мультипланарної реконструкції та проводити програмно-алгоритмічну реалізацію одержання піксельних даних зображення; вивчити специфіку аналізу піксельних даних зображень опорних сегментів мультипланарної реконструкції.

#### **Лекція 6. Аналіз зображень для потреб радіаційної терапії.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основні поняття та етапи лікування в радіаційній терапії;
- 2) методи розрахунку дози іонізуючого випромінювання;
- 3) методи проведення лікування в радіаційній терапії;
- 4) візуально керована радіаційна терапія.

*Література:*

основна – [1-3],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; вивчити основні поняття, що використовуються в радіаційній терапії (радіаційна терапія, іонізуюче випромінювання, радіочутливість); встановити та вивчити специфіку кожного з етапів лікування в радіаційній терапії; вивчити суть методів розрахунку дози іонізуючого випромінювання (метод тонкого променя, метод згортки-суперпозицій, Монте Карло); вивчити методи проведення лікування в радіаційній терапії (тривимірна конформна променева терапія, тривимірна променева терапія з модуляцією інтенсивності дози, стереотаксична радіохірургія); вивчити особливості програмно-алгоритмічної реалізації візуально керованої радіаційної терапії.

#### **Лекція 7. Аналіз зображень для потреб планування хірургічних операцій.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) планування хірургічних операцій, мета та задачі;
- 2) специфіка доопераційного планування хірургічних втручань;
- 3) специфіка інтраопераційного планування хірургічних втручань;
- 4) хірургічні навігаційні системи;
- 5) специфіка післяопераційного планування хірургічних втручань.

*Література:*

основна – [1-3],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити потреби проведення аналізу медичних зображень під час проведення планування хірургічних операцій, вивчити мету та задачі планування хірургічних операцій; визначити специфіку проведення доопераційного планування хірургічних втручань та особливості проведення програмно-алгоритмічної реалізації аналізу зображень цього етапу; визначити специфіку проведення операційного планування хірургічних втручань та особливості проведення програмно-алгоритмічної реалізації аналізу зображень цього етапу; вивчити основні різновиди хірургічних навігаційних систем; визначити специфіку проведення післяопераційного планування хірургічних втручань та особливості проведення програмно-алгоритмічної реалізації аналізу зображень цього етапу.

## **Лекція 8. Аналіз перфузійних зображень (зведені перфузійні характеристики).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основи перфузійних томографічних досліджень.
- 2) результати аналізу перфузійних зображень.
- 3) алгоритми зведеного оцінювання перфузії.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С. 23-28)];  
додаткова – [4-7].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; вивчити основи перфузійних томографічних досліджень, основні терміни та поняття; вивчити принцип Фіка та принцип центрального об'єму; визначити специфіку проведення програмно-алгоритмічної реалізації кількісного та візуального оцінювання результатів аналізу перфузійних зображень; вивчити алгоритми зведеного оцінювання перфузії та визначити їх специфіку програмно-алгоритмічної реалізації.

## **Лекція 9. Аналіз перфузійних зображень динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії (DSC-MRI).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) динамічно-сприйнятлива контрастна магнітно-резонансна томографія (DSC-MRI);
- 2) специфіка даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ;
- 3) алгоритми попередньої обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ;
- 4) послідовність обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ;
- 5) метод деконволюції;
- 6) результати обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ.

*Література:*

основна – [1-3];  
додаткова – [4 (С. 1-20), 17].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; знати призначення динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії; вивчити специфіку одержання даних динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії; знати основні алгоритми попередньої обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ, специфіку їх проведення; знати покрокову послідовність обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ; вивчити метод деконволюції, його застосування під час проведення перфузійного аналізу; вивчити теоретичні основи алгоритмів оцінювання перфузійних характеристик за даними динамічно-сприйнятливої контрастної магнітно-резонансної томографії; знати, що є результатами обробки даних динамічно-сприйнятливої контрастної МРТ.

## **Лекція 10. Аналіз перфузійних зображень магнітно-резонансної томографії з динамічним контрастуванням (DCE-MRI).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) магнітно-резонансна томографія з динамічним контрастуванням (DCE-MRI);
- 2) специфіка даних МРТ з динамічним контрастуванням;
- 3) алгоритми попередньої обробки даних МРТ з динамічним контрастуванням;
- 4) послідовність обробки даних МРТ з динамічним контрастуванням;
- 5) загальне оцінювання типу кривих зміни інтенсивності сигналу з часом;
- 6) аналіз зведених перфузійних характеристик;
- 7) аналіз кількісних перфузійних характеристик відповідно до фармакокінетичної моделі.

*Література:*

основна – [1-3];  
додаткова – [5 (С. 554-577), 17].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; знати призначення магнітно-резонансна томографія з динамічним контрастуванням; вивчити специфіку одержання даних магнітно-резонансної томографії з динамічним контрастуванням (DCE-MRI); знати основні алгоритми попередньої обробки даних МРТ з динамічним контрастуванням, специфіку їх проведення; знати покрокову послідовність обробки даних МРТ з динамічним контрастуванням; розглянути специфіку та особливості проведення загального оцінювання типу кривих зміни інтенсивності сигналу з часом на даних МРТ з динамічним контрастуванням; знати

специфіку та особливості проведення аналізу зведених перфузійних характеристик за даними МРТ з динамічним контрастуванням; вивчити основи компартментного аналізу для визначення перфузійних характеристик відповідно до фармакокінетичної моделі; знати, що є результатами аналізу даних МРТ з динамічним контрастуванням.

### **Лекція 11. Основи проведення томографічних кардіо досліджень та навігація за даними функціонального дослідження серця.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основи томографічних кардіо досліджень;
- 2) функціональний аналіз томографічних кардіо зображень, мета та задачі;
- 3) специфіка реалізації навігаційної системи для проведення функціонального аналізу томографічних кардіо зображень.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [8-12].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити специфіку проведення томографічних кардіо досліджень; вивчити основні поняття та визначення функціонального аналізу томографічних кардіо зображень; визначити специфіку реалізації алгоритмів роботи із серіями томографічних зрізів для проведення функціонального аналізу зображень серця; визначити специфіку програмно-алгоритмічної реалізації навігаційної системи для проведення функціонального аналізу томографічних кардіо зображень; вивчити алгоритми визначення часу кінця діастолі (ED), часу кінця систолі (ES), базальної (base) та апікальної (apex) частин серця в подібній навігаційній системі.

### **Лекція 12. Сегментація анатомічних структур серця для проведення функціонального аналізу томографічних кардіо зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) анатомічні структури на томографічних кардіо зображеннях.
- 2) алгоритми сегментації лівого шлуночка серця на томографічних кардіо зображеннях.
- 3) алгоритми сегментації правого шлуночка серця на томографічних кардіо зображеннях.
- 4) шнтерактивних інструментів для проведення сегментації даних томографічних кардіо зображеннях

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [8-12].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; знати анатомічні структури серця, присутні на зрізах часової SA серії МРТ зображень; вивчити алгоритми сегментації ендоконтур та епіконтур лівого шлуночка серця на МРТ зображеннях; знати різницю між отриманням ендоконтур та відкоректованого ендоконтур лівого шлуночка; вивчити алгоритми сегментації правого шлуночка серця на МРТ зображеннях; визначити специфіку програмно-алгоритмічної реалізації інтерактивних інструментів для проведення сегментації даних томографічних кардіо зображеннях.

### **Лекція 13. Характеристики функціонального аналізу томографічних кардіо зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основні характеристик функціонального аналізу лівого шлуночка;
- 2) систолічні та діастолічні функціональні характеристики, що визначаються за даними зміни в часі об'єму крові в лівому шлуночку;
- 3) характеристик функціонального аналізу правого шлуночка;
- 4) деякі референтні значення характеристик функціонального аналізу серця.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [8-12].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; вивчити алгоритми розрахунку характеристик функціонального аналізу томографічних кардіо зображень; знати як визначити такі основні характеристики функціонального аналізу лівого шлуночка, як об'єм крові, товщина стінки, товщення стінки, рух стінки, маса стінки, час максимальної товщини, площа, час кінця діастолі, об'єм крові на кінець діастолі, час кінця систолі, об'єм крові на кінець систолі, ударний об'єм крові, площа поверхні тіла, ударний індекс, фракція викиду, серцевий викид (хвилинний об'єм крові), серцевий індекс; знати алгоритм побудови кривої зміни в часі об'єму крові в лівому шлуночку та першої похідної до цієї кривої; знати систолічні та діастолічні функціональні характеристики, що визначаються за даними зміни в часі об'єму крові в лівому шлуночку; знати як визначити такі основні характеристики функціонального аналізу правого шлуночка, як об'єм крові на кінець діастолі, об'єм крові на кінець систолі, ударний об'єм крові, ударний індекс, фракція викиду, маса стінки правого шлуночка.

### **Лекція 14. Результати функціонального аналізу томографічних кардіо зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) способи подання інформації результатів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень;
- 2) сегментні моделі шлуночків серця;



- 3) специфіка реалізації звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень у вигляді графіків;
- 4) специфіка реалізації числових звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень;
- 5) специфіка реалізації звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень у вигляді діаграм.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [8-12].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; вивчити формат, призначення та особливості реалізації основних способів подання інформації результатів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень; визначити специфіку роботи з сегментарними моделями лівого та правого шлуночків; знати особливості алгоритмів побудови 17-сегментної моделі за рекомендацією Американської асоціації серця, її призначення для аналізу томографічних кардіо зображень; визначити специфіку реалізації звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень у вигляді графіків; визначити специфіку реалізації числових звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень; визначити специфіку реалізації звітів функціонального аналізу томографічних кардіо зображень у вигляді діаграм.

### **Лекція 15. Аналіз кровотоку за даними магнітно-резонансних зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основи магнітно-резонансного томографічного дослідження кровотоку;
- 2) специфіка роботи із фазовими та магнітудними зображеннями для аналізу кровотоку;
- 3) алгоритми розрахунку характеристик для аналізу кровотоку за даними фазо-контрастної магнітно-резонансної томографії.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [13, 14].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити специфіку проведення магнітно-резонансного томографічного дослідження кровотоку; визначити специфіку роботи із фазовими та магнітудними зображеннями для аналізу кровотоку; вивчити алгоритми розрахунку характеристик для аналізу кровотоку за даними фазо-контрастної магнітно-резонансної томографії.

### **Лекція 16. Просторовий аналіз та візуалізація кровотоку за даними магнітно-резонансних зображень.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) специфіка просторового аналізу кровотоку за даними магнітно-резонансного томографічного дослідження;
- 2) попередня обробка даних;
- 3) тривимірна візуалізація кровотоку;
- 4) кількісна характеристика для аналізу кровотоку.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [13, 14].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити специфіку проведення просторового аналізу кровотоку за даними магнітно-резонансного томографічного дослідження; знати особливості проведення попередньої обробки даних; визначити специфіку програмно-алгоритмічної реалізації проведення тривимірної візуалізації кровотоку, вивчити основні алгоритми; визначити специфіку реалізації алгоритмів визначення площини простору для розрахунку характеристик швидкості кровотоку крізь переріз; знати алгоритми розрахунку характеристика для аналізу кровотоку.

### **Лекція 17. Аналіз перфузійних томографічних зображень серця.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основи перфузійного томографічного дослідження серця;
- 2) алгоритми роботи із серіями томографічних зрізів серця у стані спокою та в період навантаження для проведення перфузійного аналізу;
- 3) характеристики перфузійного аналізу томографічних зображень серця.

*Література:*

основна – [4];  
додаткова – [15, 16].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити специфіку проведення перфузійного томографічного дослідження серця; визначити специфіку програмно-алгоритмічної реалізації роботи із серіями томографічних зрізів серця у стані спокою та в період навантаження для проведення перфузійного аналізу; вивчити алгоритми розрахунку характеристик перфузійного аналізу томографічних зображень серця.

### **Лекція 18. Аналіз магнітно-резонансних зображень серця з відкладеним контрастуванням.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) основи МРТ дослідження серця з відкладеним контрастуванням;

- 2) алгоритми визначення зон нормальних та уражених тканин міокарда для аналізу МР зображень серця з відкладеним контрастуванням;
- 3) алгоритми розрахунку характеристик аналізу МР зображень серця з відкладеним контрастуванням.

*Література:*

основна – [4];

додаткова – [15, 16].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції; визначити специфіку проведення МРТ дослідження серця з відкладеним контрастуванням; визначити специфіку програмно-алгоритмічної реалізації роботи із серіями магнітно-резонансних томографічних зрізів з відкладеним контрастуванням для проведення аналізу зображень серця; вивчити алгоритми визначення зон нормальних та уражених тканин міокарда для аналізу МР-зображень серця з відкладеним контрастуванням; вивчити алгоритми розрахунку характеристик аналізу МР зображень серця з відкладеним контрастуванням.

## **Лабораторні роботи**

**Основна ціль лабораторних робіт** полягає в опануванні студентами математичних і алгоритмічних основ аналізу медичних зображень та отриманні практичних знань із проєктування та розробки програмних застосунків для аналізу медичних зображень.

### **Лабораторна робота 1. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (аналіз даних медичних зображень, бібліотеки для аналізу медичних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) робота з даними для інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень;
- 2) аналіз даних для інтерактивних інструментів аналізу медичних зображень;
- 3) сучасні бібліотеки для аналізу медичних зображень;
- 4) переваги і недоліки бібліотеки для аналізу медичних зображень.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С.6-15)],

додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття; знати що таке процес аналізу медичних зображень; ознайомитися з основними розробка графічних застосунків медичного спрямування, що призначені для аналізу медичних зображень; вміти обґрунтовувати переваги та недоліки сучасних бібліотек для аналізу медичних зображень.

### **Лабораторна робота 2. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (мультипланарна реконструкція томографічних зрізів для проведення аналізу медичних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) аналіз роботи мультипланарної реконструкції томографічних зрізів;
- 2) специфіка завантаження серії зображень томографічного дослідження в форматі DICOM;
- 3) специфіка відображення та навігації зображень томографічного дослідження в режимі мультипланарної реконструкції;
- 4) проєктування модуля мультипланарної реконструкції томографічних зрізів для проведення аналізу медичних зображень;
- 5) проєктування алгоритмів і частин програми для завантаження серії зображень томографічного дослідження в форматі DICOM;
- 6) проєктування алгоритмів і частин програми для відображення та навігації зображень томографічного дослідження в режимі мультипланарної реконструкції.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С.6-15)],

додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: що таке мультипланарна реконструкція зображення, яке її призначення; із яких сегментів складається мультипланарна реконструкція зображень у більшості програмних застосунків для роботи з медичними зображеннями; призначення кожного з сегментів мультипланарної реконструкції зображень у програмних застосунках для роботи з медичними зображеннями; умови, за яких сегмент мультипланарної реконструкції зображень стає активним; мати змогу спроектувати модуль мультипланарної реконструкції томографічних зрізів для проведення аналізу медичних зображень.

### **Лабораторна робота 3. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (графічний інтерфейс інтерактивних інструментів для проведення аналізу медичних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) різновиди графічного інтерфейсу інтерактивних інструментів для проведення аналізу медичних зображень;
- 2) аналіз подій, при обробці яких надається можливість застосовувати інструмент до зображення будь-якої з площин мультипланарної реконструкції;
- 3) аналіз графічного інтерфейсу інтерактивних інструментів для проведення аналізу медичних зображень;
- 4) проектування розробки подій, при обробці яких надається можливість застосовувати інструмент до зображення будь-якої з площин мультипланарної реконструкції.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С.6-15)],  
 додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: призначення інструменту «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ»; які існують види інструменту «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ»; що містять дані аналізу для інструменту «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ»; для чого призначений інструмент «ВІДСТАНЬ»; як можна задати відстань на зображенні; що містять дані аналізу для інструменту «ВІДСТАНЬ»; призначення інструменту «КУТОМІР»; що містять дані аналізу для інструменту «КУТОМІР»; для чого використовується інструмент «ЛНІЙКА»; що таке інструмент «РЕШТКА»; для чого він використовується; для чого використовується інструмент «ЗБІЛЬШУЮЧИЙ РЕГІОН»; призначення інструменту «ПІКСЕЛНА ЛУПА»; специфіка проектування інструменту «ЗОНА ДОСЛІДЖЕННЯ»; специфіка проектування інструменту «ВІДСТАНЬ»; специфіка проектування інструменту «КУТОМІР»; специфіка проектування інструменту «ЛНІЙКА»; специфіка проектування інструменту «РЕШТКА»; специфіка проектування інструменту «ЗБІЛЬШУЮЧИЙ РЕГІОН»; специфіка проектування інструменту «ПІКСЕЛНА ЛУПА».

**Лабораторна робота 4. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (алгоритми роботи з інтерактивними інструментами для проведення аналізу медичних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) алгоритми для проведення аналізу даних за допомогою інтерактивних інструментів;
- 2) аналіз даних на площині мультипланарної реконструкції за допомогою інтерактивних інструментів;
- 3) перевірка результатів аналізу під час розробки інтерактивних інструментів.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С.6-15)],  
 додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: від чого залежить точність вимірювань інтерактивних інструментів; які існують інтерактивні інструменти аналізу медичних зображень.

**Лабораторна робота 5. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (реалізація роботи інтерактивного інструменту для проведення аналізу медичних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) специфіка реалізації алгоритмів для проведення аналізу даних за допомогою інтерактивних інструментів;
- 2) реалізація алгоритмів аналізу даних на площині мультипланарної реконструкції за допомогою інтерактивних інструментів;
- 3) аналіз події, при обробці якої виникає можливість виконати задану дію користувача для інтерактивних інструментів;
- 4) специфіка оновлення даних аналізу інструменту в режимі реального часу залежно від виконуваних користувачем дій;
- 5) проектування подій, при обробці яких виникає можливість виконати задану дію користувача для інтерактивних інструментів;
- 6) проектування розробки оновлення даних інструменту в режимі реального часу залежно від виконуваних користувачем дій.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С.6-15)],  
 додаткова – [1, 17-21].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: специфіка реалізації алгоритмів для проведення аналізу даних за допомогою інтерактивних інструментів; обробку яких подій слід реалізовувати для інтерактивних інструментів; як правильно реалізувати оновлення даних аналізу інструменту в режимі реального часу залежно від виконуваних користувачем дій; яка специфіка проектування модуля обробки подій для інтерактивних інструментів.

## **Лабораторна робота 6. Розрахунок параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії (аналіз роботи оптичної системи для візуально керованої хірургії).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) специфіка робота оптичної системи для візуально керованої хірургії;
- 2) основні складові оптичної системи для візуально керованої хірургії.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.16-19)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: які основні складові оптичної системи для потреб візуально керованої хірургії; які є види систем відстеження хірургічних інструментів; який вид систем відстеження хірургічних інструментів є найбільш розповсюдженим та чому саме.

## **Лабораторна робота 7. Розрахунок параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії (проекування оптичної системи для візуально керованої хірургії).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) проектування оптичної системи для візуально керованої хірургії;
- 2) проектування основних складових оптичної системи для візуально керованої хірургії;
- 3) аналіз взієморозташування камер та цільової точки в тривимірному просторі;
- 4) точки проєкції від цільової точки на фокусні площини камер;
- 5) математична модель та розрахунок координат цільової точки в тривимірному просторі.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.16-19)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: яка специфіка проектування основних складових оптичної системи для потреб візуально керованої хірургії; чому для визначення координатного розташування цільової точки в тривимірному просторі не достатньо однієї камери; вивести формули для розрахунку координат цільової точки в оптичній системі; який вимірювальний принцип використовується в роботі оптичної системи відстеження хірургічних інструментів.

## **Лабораторна робота 8. Розрахунок параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії (реалізація алгоритмів роботи оптичної системи для візуально керованої хірургії).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) реалізація алгоритмів взієморозташування камер та цільової точки в тривимірному просторі;
- 2) реалізація алгоритму проектування точки від цільової точки на фокусні площини камер;
- 3) реалізація математичної моделі та алгоритму розрахунку координат цільової точки в 3D просторі.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.16-19)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: реалізація формули для розрахунку координат цільової точки в оптичній системі; специфіка реалізації алгоритмів визначення координат цільової точки в тривимірному просторі для оптичної системи відстеження хірургічних інструментів.

## **Лабораторна робота 9. Розрахунок параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії (аналіз результатів тестування та валідація даних).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) специфіка тестування налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії;
- 2) планування валідації даних розрахунку параметрів налаштування оптичної системи;
- 3) аналіз результатів тестування розрахунку параметрів налаштування оптичної системи;
- 4) аналіз результатів валідації даних розрахунку параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.16-19)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: як виконують аналіз результатів тестування розрахунку параметрів налаштування

оптичної системи для візуально керованої хірургії; як виконують аналіз результатів валідації даних розрахунку параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії.

**Лабораторна робота 10. Розрахунок параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування (проектування модулів обробки параметрів досліджуваних ділянок медичного зображення, роботи з гистограмою розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення, розрахунку розподілу частот, що характеризують розподіл значень яскравості першого та другого порядку, та розрахунок статистичних характеристик досліджуваної ділянки).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) проектування модуля розрахунку різних параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення;
- 2) проектування алгоритмів проведення аналізу квадратної ділянки довільного зрізу із завантаженої серії;
- 3) проектування алгоритмів розрахунку гистограми розподілу значень яскравості;
- 4) проектування модуля обробки подій, при обробці яких можна ввімкнути та вимкнути відображення гистограми в розробленому програмному застосунку;
- 5) аналіз візуалізації гистограми розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення;
- 6) проектування модуля розрахунку розподілу частот, що характеризують розподіл значень яскравості першого та другого порядку;
- 7) проектування модуля розрахунку статистичних характеристик досліджуваної ділянки;
- 8) проектування модуля обробки подій, при обробці яких можна ввімкнути та вимкнути відображення розрахованих статистичних характеристик.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.20-22)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб вміти проектувати модуль розрахунку різних параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення, модуль розрахунку та візуалізації гистограми розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення, модуль розрахунку розподілу частот, що характеризують розподіл значень яскравості першого та другого порядку, та модуля розрахунку статистичних характеристик для досліджуваної ділянки.

**Лабораторна робота 11. Розрахунок параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування (характеристика параметрів досліджуваних ділянок медичного зображення, реалізація роботи з гистограмою розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) реалізації розрахунку різних параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення;
- 2) проведення аналізу квадратної ділянки довільного зрізу із завантаженої серії;
- 3) реалізація розрахунку гистограми розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення;
- 4) реалізація модуля обробки подій, при обробці яких можна ввімкнути та вимкнути відображення гистограми в розробленому програмному застосунку;
- 5) візуалізація гистограми розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.20-22)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб вміти проводити програмно-алгоритмічну реалізацію розрахунку різних параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення, вміти проводити програмно-алгоритмічну реалізацію розрахунку та візуалізації гистограми розподілу значень яскравості для досліджуваної ділянки зображення.

**Лабораторна робота 12. Розрахунок параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування (алгоритми розрахунку розподілу частот, що характеризують розподіл значень яскравості першого та другого порядку, та розрахунку статистичних характеристик досліджуваної ділянки).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) алгоритми розрахунку розподілу частот, що характеризують розподіл значень яскравості першого та другого порядку;
- 2) оптимізація алгоритмів розрахунку статистичних характеристик для досліджуваної ділянки.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.20-22)],  
додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб вміти проводити програмно-алгоритмічну реалізацію розрахунку розподілу частот, що характеризують

розподіл значень яскравості першого та другого порядку, та розрахунку статистичних характеристик досліджуваної ділянки; вміти відповісти на питання: чи можна розраховувати статистичні характеристики за даними, що отримані після проведення гістограмних перетворень зображення; як обрати точність для відображення даних статистичних характеристик.

### **Лабораторна робота 13. Розрахунок параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування (аналіз результатів тестування та валідація даних).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) специфіка тестування розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування;
- 2) валідація даних розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення;
- 3) аналіз результатів тестування розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування;
- 4) аналіз результатів валідації даних розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування.

*Література:*

основна – [1-3, 5(С.20-22)],

додаткова – [1, 2].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: в який чин проводять аналіз результатів тестування розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування; як виконують аналіз результатів валідації даних розрахунку параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування.

### **Лабораторна робота 14. Аналіз зображень перфузійних досліджень (проведення аналізу перфузійних зображень, модуля інтерактивного інструменту для розрахунку та відображення час-концентрація кривої, алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) проведення аналізу перфузійних зображень з метою отримання зведених параметрів перфузії;
- 2) відображення перфузійних зображень, що відповідають першій часовій позиції, в режимі мультипланарної реконструкції;
- 3) проектування модуля для проведення аналізу перфузійних зображень з метою отримання зведених параметрів перфузії;
- 4) специфіка проектування алгоритмів відображення перфузійних зображень, що відповідають першій часовій позиції, в режимі мультипланарної реконструкції;
- 5) проектування модуля розрахунку час-концентрація кривої;
- 6) проектування графічного інтерфейсу інстр-у для розрахунку та відображення час-концентрація кривої;
- 7) проектування модуля обробки подій для роботи з час-концентрація кривою;
- 8) проектування алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії;
- 9) проектування модуля обробки подій для візуалізації розрахунків зведених параметрів перфузії.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С. 23-28)];

додаткова – [4-7].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: які дані необхідні для проведення аналізу перфузійних зображень томографічного дослідження; як оцінюють зони гіпер- та гіпоперфузії тканин в програмних застосунках для роботи з медичними зображеннями; навіщо для проведення аналізу перфузійних зображень необхідне визначення інтервалу першого проходу контрасту на час-концентрація кривих; що впливає на обмеження часового інтервалу для розрахунку початкового значення сигналу baseline; вміти проектувати модуль для проведення аналізу перфузійних зображень з метою отримання зведених параметрів перфузії; вміти проектувати алгоритми для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії.

### **Лабораторна робота 15. Аналіз зображень перфузійних досліджень (графічний інтерфейс інтерактивного інструменту для перегляду 4D-серій перфузійних зображень).**

*Питання, що розглядаються:*

- 4) специфіка завантаження 4D-серії зображень томографічного перфузійного дослідження в DICOM;
- 5) специфіка сортування 4D-серії зображень томографічного перфузійного дослідження, визначивши просторову та часову позицію для кожного із зображень;
- 6) аналіз графічного інтерфейсу інтерактивного інструменту для перегляду 4D-серій перфузійних зображень в режимі мультипланарної реконструкції;
- 7) проектування алгоритмів завантаження 4D-серії зображень томографічного перфузійного дослідження;
- 8) проектування алгоритмів сортування 4D-серії зображень томографічного перфузійного дослідження, визначивши просторову та часову позицію для кожного із зображень;

- 9) проектування графічного інтерфейсу інтерактивного інструменту для перегляду 4D-серій перфузійних зображень в режимі мультипланарної реконструкції.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С. 23-28)];

додаткова – [4-7].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб знати специфіку графічного інтерфейсу інтерактивного інструменту для перегляду 4D-серій перфузійних зображень в режимі мультипланарної реконструкції; вміти проводити проектування завантаження та сортування 4D-серії зображень томографічного перфузійного дослідження в форматі DICOM; вміти відповісти на питання: навіщо потрібні просторова та часова навігації 4D серій перфузійних зображень.

### **Лабораторна робота 16. Аналіз зображень перфузійних досліджень (специфіка роботи з інтерактивним інструментом для розрахунку та відображення час-концентрація кривої, (реалізація роботи модуля для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) реалізація алгоритмів розрахунку час-концентрація кривої;
- 2) специфіка роботи інструменту для розрахунку та відображення час-концентрація кривої;
- 3) обробка подій для роботи з час-концентрація кривою;
- 4) розробка та реалізація алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії;
- 5) реалізація модуля обробки подій для візуалізації результатів зведених параметрів перфузії.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С. 23-28)];

додаткова – [4-7].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб знати специфіку роботи інтерактивного інструменту для розрахунку та відображення час-концентрація кривої; вміти провести програмно-алгоритмічну реалізацію проведення розрахунків зведених параметрів перфузії.

### **Лабораторна робота 17. Аналіз зображень перфузійних досліджень (аналіз алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії, аналіз результатів тестування та валідації даних).**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) аналіз алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії;
- 2) оптимізація алгоритмів для проведення розрахунків зведених параметрів перфузії;
- 3) специфіка планування тестування розрахунку зведених параметрів перфузії;
- 4) планування валідації даних розрахунку зведених параметрів перфузії.
- 5) аналіз результатів тестування розрахунку зведених параметрів перфузії;
- 6) аналіз результатів валідації даних розрахунку зведених параметрів перфузії.

*Література:*

основна – [1-3, 5 (С. 23-28)];

додаткова – [4-7].

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: які параметри розраховують для проведення зведеного оцінювання перфузії; у якому випадку стає неможливим однозначне визначення значення максимального підсилення сигналу PE; навести принцип та алгоритм розрахунку для визначення моменту часу на дискретно представленій час-концентрація кривій, що відповідає певному значенню зміни величини сигналу (наприклад, певному відсотку від розмаху сигналу); як відсоток від розмаху сигналу для знаходження моменту часу надходження контрасту  $t_0$  впливає на оцінку значення часу надходження контрасту TTA; навіщо додатково до такого параметру, як час до моменту максимального підсилення TTP, розраховується його відносна характеристика  $rTTP$ ; що характеризують коефіцієнти надходження  $WiR$  та вимивання  $WoR$  контрастної речовини; навести принцип та алгоритм розрахунку площі під час-концентрація кривою AUC через взяття інтегралу комбінованим методом із знаходженням зваженої суми інтеграторів за методами прямокутників та трапецій; в який чин проводять аналіз результатів тестування зведених параметрів перфузії; як виконують аналіз результатів валідації даних розрахунку зведених параметрів перфузії.

### **Лабораторна робота 18. Проведення МКР.**

*Питання, що розглядаються:*

- 1) Вступ до аналіз медичних зображень
- 2) Інтерактивні інструменти аналізу медичних зображень
- 3) Аналіз зображень для потреб радіаційної онкології
- 4) Аналіз зображень для потреб хірургії
- 5) Аналіз перфузійних зображень

- 6) Функціональний аналіз томографічних зображень серця
- 7) Аналіз кровотоку за даними томографічних зображень
- 8) Аналіз перфузійних томографічних зображень серця
- 9) Аналіз томографічних зображень серця з відкладеним контрастуванням.

*Література:*

основна – [1-5];

додаткова – [1-20].

*Перелік дидактичних засобів:*

- 1) навчально-методичні матеріали за всіма темами.

*Завдання на СРС:*

вивчити конспект лекцій та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за всіма темами.

## Розрахунково-графічна робота



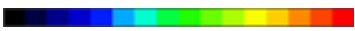







**Основна ціль розрахунково-графічної роботи** полягає у вирішенні практичного завдання щодо розрахунку даних гістограми зображення після його перетворення з використанням мапи кольорів.

### Завдання на розрахунково-графічну роботу:

1. Розробити програмний застосунок для завантаження серії зображень томографічного дослідження в форматі DICOM відповідно до варіанту.

Номер варіанта а	Модальність	Анатомічна ділянка	Орієнтація	Кількість зображень в серії
1	CT	BRAIN	SAG	174
2	MR	BRAIN	COR	200
3	CT	CHESTANDPELVIS	TRA	101
4	MR	BRAIN	SAG	180
5	CT	CHEST	TRA	115
6	MR	LEG	TRA	46
7	CT	KIDNEY	COR	78
8	MR	BRAIN	TRA	140
9	CT	LIVER	TRA	154
10	CT	HEADNECK	COR	172

2. Реалізувати відображення та навігацію зображень томографічного дослідження в режимі мультипланарної реконструкції (один піксель зображення має відповідати одному пікселю екрана).
3. Створити події, при обробці яких можна окремо виконати операцію, що призведе до зміни відображення поточного зрізу з активного сегмента мультипланарної реконструкції відповідно до LUT схеми із варіанту, та відновити оригінальне відображення завантаженого томографічного зрізу.

Номер варіанта	LUT схема	
1	GE-Rainbow	
2	GE-Inv-Rainbow	
3	Hitachi-Block	
4	Hitachi-Pallete	
5	Siemens-CT	
6	Siemens-MR	
7	Terarecon	
8	Toshiba-MRI	
9	Toshiba-CT-Rainbow	
10	Toshiba-CT-Rainbow-Red	

4. Реалізувати розрахунок гістограми для зрізу з активного сегмента мультипланарної реконструкції відповідно до правил, зазначених у варіанті.



Номер варіанта	Визначення піксельних даних для аналізу	Формула визначення інтервалів гистограми
1	$\begin{cases} R < G \\ R < B \end{cases}$	формула Стерджеса
2	$\begin{cases} R > G \\ R > B \end{cases}$	формула Скотта
3	$\begin{cases} G > R \\ B = 0 \\ G > B \\ R = 0 \end{cases}$	формула Фрідмана-Діаконіса
4	$\begin{cases} R > G \\ B = 0 \\ B > G \\ R = 0 \end{cases}$	формула Стерджеса
5	$\begin{cases} B < R \\ B < G \end{cases}$	формула Скотта
6	$\begin{cases} B > R \\ B > G \end{cases}$	формула Фрідмана-Діаконіса
7	$\begin{cases} R > B \\ B > G \\ R > G \\ B = 0 \end{cases}$	формула Стерджеса
8	$\begin{cases} G = 0 \\ R \neq 0 \\ B \neq 0 \\ G > R \\ G > B \end{cases}$	формула Скотта
9	$\begin{cases} G > R \\ G > B \end{cases}$	формула Фрідмана-Діаконіса
10	$\begin{cases} G > R \\ R > B \\ G > B \\ B > R \end{cases}$	формула Стерджеса

5. Створити події, при обробці яких можна ввімкнути та вимкнути відображення гистограми в розробленому програмному застосунку. Візуалізація гистограми має містити візуалізацію розподілу значень досліджуваних пікселів зображення, а також положення та масштаб значень координатних вісей.

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Форми організації освітнього процесу, види навчальних занять і оцінювання результатів навчання регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського».

**Правила відвідування занять.** Відвідування є обов'язковим (за винятком випадків, коли існує поважна причина, наприклад, хвороба чи дозвіл працівників деканату). Якщо студент не може бути присутнім на заняттях, він все одно несе відповідальність за виконання завдань, що проводились в комп'ютерному класі.

**Правила поведінки на заняттях.** Під час виконання лабораторних робіт студент може користуватися ноутбуком, мобільним телефоном або іншими пристроями для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті. Проте під час лекційних занять та обговорення завдань лабораторних робіт зазначеними раніше пристроями користуватися неможна. Це відволікає викладача і студентів групи та перешкоджає навчальному процесу. Якщо мається намір використовувати ноутбук або інший пристрій для аудіо- чи відеозапису, необхідно заздалегідь отримати дозвіл викладача. Під час лекційних занять заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції або відведений для цього час.

#### **Виконання завдань контрольних заходів**

Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Всі лабораторні роботи студенти мають виконувати самостійно із використанням рекомендованої літератури й отриманих знань та навичок. Цитування в письмових роботах допускається тільки із відповідним посиланням на авторський текст. Недопустимі підказки і списування у ході захисту лабораторних робіт, на модульній контрольній роботі, на екзамені.

Лабораторні роботи захищаються особисто з попередньою перевіркою теоретичних знань, які необхідні для виконання завдань за темою лабораторної роботи. Перевірка практичних результатів включає перевірку коду та виконання програмного застосунку.

Модульна контрольна робота проводиться письмово без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети, література та ін.) за принципом хронометражу часу виконання: доступ до контрольного завдання МКР відкривається викладачем у заздалегідь оголошений момент на визначений період часу. Результати модульної контрольної роботи оголошуються студентам на наступному занятті.

Екзамен проводиться письмово. На екзамені студенту не дозволяється користуватись будь-якими матеріалами.

**Порядок зарахування пропущених занять.** Відпрацювання пропущеного заняття з лекційного курсу здійснюється шляхом підготовки і захисту реферату за відповідною темою. Захист реферату відбувається відповідно до графіку консультацій викладача, з яким можна ознайомитись на кафедрі. Відпрацювання пропущеної лабораторної роботи здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до графіку консультацій викладача.

**Політика щодо академічної доброчесності.** Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

**Норми етичної поведінки.** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### Освітній компонент «Аналіз медичних зображень»

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова шкала.

Стартовий рейтинг студента (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- виконання та захист лабораторних робіт із 4 тем:
  1. Інтерактивні інструменти для аналізу медичних зображень (Тема 1.2. Інтерактивні інструменти аналізу медичних зображень)
  2. Розрахунок параметрів налаштування оптичної системи для візуально керованої хірургії (Тема 2.1. Аналіз зображень для потреб радіаційної терапії)
  3. Розрахунок параметрів досліджуваної ділянки медичного зображення для планування хірургічного лікування (Тема 2.2. Аналіз зображень для потреб планування хірургічних операцій)
  4. Аналіз зображень перфузійних досліджень (Тема 2.3. Аналіз перфузійних зображень)
- одну модульну контрольну роботу;
- одну розрахунково-графічну роботу.

Максимальна сума вагових балів за всі контрольні заходи протягом семестру  $R_C$  складає:

$$R_C = 4 \text{ лабораторні роботи} \cdot 10 \text{ балів} + 1 \text{ МКР} \cdot 8 \text{ питань} \cdot 0.5 \text{ бали} + 1 \text{ РГР} \cdot 6 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

### Поточний контроль

#### Лабораторні роботи

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $10 \text{ балів} \cdot 4 = 40 \text{ бали}$ .

*Критерії оцінювання:*

<b>10 балів</b>	–	вірно виконані реалізація алгоритмів, розрахункова частина роботи; досконало проведений аналіз отриманих результатів і оформлено відповідний звіт;
<b>7.0 ... 9.9 балів</b>	–	вірно виконані реалізація алгоритмів та розрахункова частина роботи, але з недостатньо проведеним аналізом отриманих результатів та теоретичним обґрунтуванням; звіт про виконання завдання оформлено з недоліками;
<b>6.0 ... 6.9 балів</b>	–	робота виконана з грубими помилками; звіт оформлено з помилками;
<b>0 балів</b>	–	невірна виконана робота, відсутність обов'язкових частин звіту про виконання завдання.

#### Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює  $1 \text{ МКР} \cdot 8 \text{ питань} \cdot 0.5 \text{ бали} = 4 \text{ бали}$

*Критерії оцінювання:*

<b>0.5 бали</b>	–	повна вірна відповідь на питання (відповідь містить не менше ніж 90 % необхідної інформації);
<b>0.4 бали</b>	–	неповна або невірна відповідь на питання (відповідь містить 70% .. 90% необхідної інформації відповідно);
<b>0.3 бали</b>	–	неповна або невірна відповідь на питання (відповідь містить не менше ніж 60 % необхідної інформації);
<b>0 балів</b>	–	відсутність відповіді або невірна відповідь на питання (менше 60% необхідної інформації).

#### Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за РГР дорівнює  $6 \text{ балів} \cdot 1 = 6 \text{ балів}$ .

*Критерії оцінювання:*

<b>6.0 балів</b>	–	повний вірний розв'язок всіх задач;
<b>4.2...5.9 балів</b>	–	неповний або невірний розв'язок однієї задачі;
<b>3.6...4.1 бали</b>	–	неповний розв'язок або помилки у задачах;
<b>0 балів</b>	–	відсутність відповідей або невірний розв'язок всіх задач.

### Календарний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Умовою першої атестації є отримання не менше 12 балів та захист всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації є отримання не менше 24 балів та захист всіх лабораторних робіт (на час атестації).

## Семестровий контроль

Умовами допуску до екзамену є:

- зарахування всіх лабораторних робіт;
- написана МКР;
- зарахування розрахунково-графічної роботи;
- стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

Кількість запитань у кожному білеті – 3. Ваговий бал першого запитання – 10, другого – 20, третього – 20. Максимальна кількість балів за всі питання екзаменаційного білета дорівнює:

$$10+20+20 = 50 \text{ балів.}$$

*Критерії оцінювання першого запитань на екзамені:*

<b>9...10 балів</b>	–	змістовна відповідь на теоретичне питання білетабілету;
<b>7...8 балів</b>	–	добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями;
<b>6 балів</b>	–	задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді);
<b>0 балів</b>	–	більше двох грубих помилок/незнання питання

*Критерії оцінювання другого та третього запитання на екзамені:*

<b>17...20 балів</b>	–	змістовна відповідь на теоретичне питання білета;
<b>13...16 балів</b>	–	добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями;
<b>12 балів</b>	–	задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді);
<b>0 балів</b>	–	більше двох грубих помилок/незнання питання

### Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не написана МКР або стартовий рейтинг менше 30 балів	Не допущено

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

**Дистанційне навчання.** В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій).

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри БМК, к.т.н., Алхімовою Світланою Миколаївною

Ухвалено кафедрою біомедичної кібернетики (протокол № 18 від 24.06.2024 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №9 від 26.06.2024 року)