



Національний технічний
університет України
"Київський політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського"



Кафедра біомедичної
кібернетики

БІОМЕДИЧНА КІБЕРНЕТИКА.

Частина 1. Медична візуалізація

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|--|--|
| Рівень вищої освіти | Другий (магістерський) |
| Галузь знань | 12 Інформаційні технології |
| Спеціальність | 122 Комп'ютерні науки |
| Освітня програма | Комп'ютерні технології в біології та медицині |
| Статус дисципліни | обов'язкова (нормативна) |
| Форма навчання | очна (денна) |
| Рік підготовки, семестр | 1 курс, осінній семестр |
| Обсяг дисципліни | 4.5 кредити ЄКТС (135 год.), з них лекції 32 год., лабораторні 81 год., самостійна робота 36 год. |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | Екзамен. Модульна контрольна робота. Поточний контроль |
| Розклад занять | Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/ |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу/ викладачів | к.т.н. Алхімова Світлана Миколаївна, контактний телефон: +380674045083, e-mail: alkhimova.svitlana@lil.kpi.ua |
| Розміщення курсу | Посилання на дистанційний ресурс Google classroom: https://classroom.google.com/c/MTQ1NTgzMTkwODQ0 |

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Біомедична кібернетика. Частина 1. Медична візуалізація» належить до циклу професійної підготовки навчального плану підготовки магістра.

Предметом навчальної дисципліни є система здатностей та умінь із розробки програмного забезпечення для проведення візуалізації даних 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 медичної візуалізації.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів таких компетентностей:

- здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для рішення наукових і професійних завдань;
- здатність використовувати математичні методи для прийняття ефективних рішень під час розв'язання професійних задач в процесі розробки ІС та ІТ;
- здатність застосовувати сучасні парадигми програмування під час програмної реалізації професійних задач;
- здатність проектувати елементи математичного забезпечення для обробки біомедичних

даних та сигналів в інформаційних системах;

- здатність контролювати процес накопичення та зберігання масивів медико-біологічних даних, сигналів та зображень згідно з нормативними вимогами.

Це відбувається шляхом формування у студентів цілісного уявлення про проведення візуалізації даних медичних зображень, підготовки їх до участі в створенні повнофункціональних графічних програмних застосунків медичної візуалізації 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.

Загальні компетентності:

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5 Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 2 Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

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

СК 13 Здатність застосовувати методи і засоби аналізу та створення візуальних зображень внутрішніх органів з метою проведення клінічного аналізу і медичного втручання

Програмні результати навчання:

РН 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.

РН 6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.

РН 11 Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування

РН 16 Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.

РН 25 Здійснювати аналіз медичних зображень, проводити візуалізацію зображень внутрішніх органів з метою проведення клінічного аналізу і медичного втручання

РН 27 Використовувати технології обчислювального інтелекту при розробці систем прийняття рішень та інтелектуальних інформаційних систем

РН 29 Застосовувати прикладне програмне забезпечення комп'ютерного моделювання та обробки даних, методи розподіленого моделювання складних об'єктів і систем, інтелектуальні обчислення для оброблення великих даних, проектувати та програмно реалізовувати методи комп'ютерної обробки великих за обсягом даних.

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця навчальна дисципліна входить до переліку нормативних дисциплін, циклу загальної підготовки.

Пререквізити. Навчальна дисципліна базується на дисциплінах з підготовки «бакалавр» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за спеціалізацією «Комп'ютерні технології в біології та медицині»: «Теорія біомедичних сигналів», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика», «Математичний аналіз», «Алгоритмізація та програмування», «Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

Постреквізити. Навчальна дисципліна забезпечує наступні дисципліни: «Обробка медичних зображень», «Аналіз медичних зображень»; а також є основою для підготовки магістерських дисертацій за спеціальністю та в подальшій практичній роботі за фахом.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Дані медичної візуалізації

Тема 1.1. Вступ до роботи з даними та алгоритмів медичної візуалізації

Поняття обробки медичних зображень, зв'язок з суміжними сферами дослідження, історія розвитку цифрової візуалізації людського організму для потреб в діагностиці та лікуванні. Отримання зображень різними видами візуалізації в медичній діагностиці, мета та задачі обробки медичних зображень, огляд основних видів обробки медичних зображень, напрями, в яких застосовуються результати обробки медичних зображень.

Тема 1.2. Цифрові зображення в медицині

Цифрове зображення, поняття та визначення, роздільна здатність (ppi, dpi, lpi, spi), колір в зображеннях, глибина кольору, кількість градацій кольорного тону для відтворення на зображеннях безперервної зміни яскравості кольору, колірні канали, альфа канал, зберігання зображення в пам'яті, доступ до піксельної інформації.

Тема 1.3. Стандарт роботи з медичними зображеннями DICOM

Стандарт DICOM – основні положення, елементи DICOM, піксельні характеристики, орієнтація зображення.

Розділ 2. Види візуалізації в медичній діагностиці

Тема 2.1. Візуалізація рентгенівським методом

Характеристика рентгенівського випромінювання, механізми утворення рентгенівських променів, специфіка рентгенівських медичних зображень. Рентгенівський апарат, рентгенівський випромінювач, живильний пристрій, пристрої для візуалізації і реєстрації рентгенівського зображення, пристрої для формування потоку випромінювання, штативні пристрої, системи захисту і управління. Класифікація рентгенівських апаратів залежно від конструкції і умов експлуатації, класифікація рентгенівських апаратів в залежності від способу обробки інформації, класифікація рентгенівських апаратів залежно від призначення.

Тема 2.2. Візуалізація методом рентгенівської комп'ютерної томографії

Метод рентгенівської комп'ютерної томографії, числа Хаунсфілда, КТ-зображення, їх специфіка, реконструкція КТ зображень, перетворення Радона. Покоління КТ-сканерів, технології КТ-сканування. Основні складові комп'ютерного томографа, особливості деяких частин комп'ютерного томографа.

Тема 2.3. Візуалізація методом магнітно-резонансної томографії

Явище ядерно-магнітного резонансу, поняття прецесії та нутації. Візуалізація за допомогою ядерно-магнітного резонансу, протонна щільність, час релаксації (час повторення, час відлуння), T1-зважені зображення (спін-гратчаста релаксація), T2-зважені зображення (спін-спінова релаксація), T2*-зважені зображення. Основні складові магнітно-резонансного томографа, магніти магнітно-резонансного томографа, градієнтні котушки магнітно-резонансного томографа. Котушки шимування магнітно-резонансного томографа, радіочастотні котушки магнітно-резонансного томографа, комп'ютер в керуванні роботою магнітно-резонансного томографа.

Тема 2.4. Візуалізація ультразвуковим методом

Ультразвук, основні характеристики ультразвукових хвиль, етапи отримання ультразвукового зображення, способи отримання та характер відтворення ультразвукових даних. Основні складові ультразвукового сканера, ультразвукові датчики. Класифікація ультразвукових сканерів в залежності від призначення і

функціональних можливостей, різновиди універсальних сканерів, різновиди спеціалізованих сканерів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Потреби освітнього компонента відносно спеціального матеріально-технічного та інформаційного забезпечення: мультимедійне обладнання; доступ до мережі Internet. При дистанційному / змішаному режимі навчання використовуються сервіси Zoom/Google meet/Classroom.

Базова література

1. Ковальський, О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика [Текст] : підручник / О. В. Ковальський, Д. С. Мечев, В. П. Данилевич ; МОЗ України. – [2-е вид.]. – Вінниця : Нова книга, 2017. – 512 с.
2. Обробка медичних зображень. Робота з даними та алгоритми для медичної візуалізації : метод. вказівки до виконання комп'ютерних практикумів для студ. спец. 122 «Комп'ютерні науки» спец. «Інформаційні технології в біології та медицині» / Уклад.: С. М. Алхімова. – К.: Вид-во «Політехніка», КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 40 с.
3. 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.
4. Azhari, H., Kennedy, J. A., Weiss, N., Volokh, L. From Signals to Image : A Basic Course on Medical Imaging for Engineers / Haim Azhari, John A. Kennedy, Noam Weiss, Lana Volokh. – Cham, Switzerland : Springer Nature Switzerland AG, 2021. – 474 p.
5. Hornegger, J., Christlein, V., Steidl, S. Medical Imaging Systems / Joachim Hornegger , Vincent Christlein , Stefan Steidl. – Saint Philip Street Press, 2020. – 264 p.

Допоміжна література

1. Системи відображення в медицині: Навч. посібник для студ., що навч. за напрямком “Акустотехніка” та за спец. “Фізична та біомедична електроніка” / В. Г.Абакумов, О.І.Рибін, Й.Сватош, Ю.С.Синєкоп. – К. : ТОО “ВЕК +”, 1999. – 316 с.
2. Абакумов, В. Г. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. / Абакумов В. Г., Рибін О. І., Сватош Й. – К. : Нора-прінт, 2001. – 516 с.
3. Козіна, О. А. Комп'ютерні системи медичної діагностики: навч. посібник для студ. напряму “Комп'ютерна інженерія” вищих навч. закл.: у 2 ч. / О.А. Козіна, А.І.Поворознюк, Г.С.Філатова; Національний технічний ун-т “Харківський політехнічний ін-т”. –Х. : НТУ “ХПІ”, 2007. – Ч. 1. – 224 с.
4. Методи променевої діагностики : навчальний посібник для студентів / уклад. Н.В. Туманська, К.С. Барська, І.П Джос – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2016. – 92 с.
5. Методи та засоби комп'ютерної реконструктивної томографії : навч. посібник / Б. І. Яворський, Т. М. Рафа. – Тернопіль: ТНТУ, 2010. – 107 с.
6. Медична апаратура спеціального призначення : навч. посібник / [С. М. Злепко, Л. Г. Коваль, Н. М. Гаврілова та ін]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 159 с.
7. Розробка графічних програмних додатків медичного спрямування [Текст]: метод. вказівки до викон. лаборатор. робіт з дисципліни «Віртуальні інформаційні технології в медицині-1» для студ. спец. «Інформаційні управляючі системи та технології» / Уклад.: В. П. Яценко, С. М. Алхімова. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 48 с.
8. 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.
9. 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.

10. Маценко, В. Г. Комп'ютерна графіка [Текст] : навч. посібник / В. Г. Маценко ; Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 343 с.
11. Променева діагностика / Коваль Г.Ю., Мечев Д.С., Мірошниченко С.І., Шармазанова О.П. та ін./За ред. Г.Ю. Коваль.— К.: Медицина України: Т. І. — 2018.— 302 с.
12. Променева діагностика / Коваль Г.Ю., Мечев Д.С., Мірошниченко С.І., Шармазанова О.П. та ін./За ред. Г.Ю. Коваль.— К.: Медицина України: Т.2. - 2020. — 768 с.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Методи та засоби радіаційної медицини» для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 8.05140201 – біомедична інженерія / Упоряд. В.П. Старенький, Л.О. Авер'янова, Л.Л. Васильєв – Харків, ХНУРЕ, 2014. – 43 с.
14. Медична та біологічна фізика : підручник для студ. вищих мед. (фарм.) навч. заклад. / [О. В. Чалий, Я. В. Цехмістер, Б. Т. Агапов та ін.] ; за ред. проф. О. В. Чалого. – [Вид. 2-ге.]. – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 528 с.
15. Апаратні методи досліджень в біології та медицині [Текст] : навч. посіб. / В. П. Олійник ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". – Харків : ХАІ, 2021. – 111 с.
16. Гнатушенко В.В., Вовк С.М., Бондаренко М.В. Методи обробки зображень та комп'ютерний зір : навч. посіб. / В.В. Гнатушенко, С.М. Вовк, М.В. Бондаренко. – Д. : ЛІРА, 2016. – 148 с.
17. Bankman, I. Handbook of Medical Image Processing and Analysis / I. Bankman. – London : Academic Press, 2008. – 978 p.
18. Birkfellner, W. Applied Medical Image Processing : A Basic Course / Wolfgang Birkfellner. – [2nd ed.]. – Bosa Roca, United States : Taylor & Francis, 2014, – 455 p.
19. Szabo, T. L. Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out / Thomas Szabo. – [2nd ed.]. – San Diego, United States : Elsevier Science Publishing Co Inc, 2013. – 832 p.
20. Suetens P. Fundamentals of Medical Imaging / Paul Suetens. – [3rd ed.]. – Cambridge, United Kingdom : Cambridge University Press, 2017. – 268 p.
21. Edelman, S. K. Understanding ultrasound physics / Sidney K. Edelman. Woodlands, Texas: ESP Ultrasound, 2012. – 578 p.

Інформаційні ресурси мережі Інтернет

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/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

Лекція 1. Вступ до медичної візуалізації.

Питання, що розглядаються:

- 1) визначення поняття медичної візуалізації та зв'язку з суміжними сферами дослідження;
- 2) історія розвитку цифрової візуалізації людського організму для потреб в діагностиці та лікуванні;
- 3) отримання зображень різними методами медичної візуалізації.

Література:

- основна – [1 (С. 3-7, 27-46, 243-267), 2 (С.22-40)];

додаткова – [1-3, 6, 15, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити поняття медичної візуалізації; визначити суміжні до медичної візуалізації сфери дослідження; вивчити різні методи візуалізації для отримання зображень в медичній діагностиці; визначити основні задачі медичної візуалізації; встановити, в чому полягає мета медичної візуалізації; розглянути коротку історію та що покладено в основу найпоширеніших методів отримання зображень в медицині.

Лекція 2. Цифрові зображення в медицині.

Питання, що розглядаються:

- 1) цифрове зображення, поняття та визначення;
- 2) роздільна здатність (rri, dpi, lpi, spi);
- 3) колір в зображеннях.

Література:

основна – [2; 3 (С. 74-141)];

додаткова – [1-3, 6, 15, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; знати поняття дискретизації, поняття роздільної здатності (dpi, rri, lpi, spi та їх застосування), поняття кольору (хроматичні та ахроматичні кольори, їх характеристики), поняття колірної моделі та колірного простору; вивчити основні колірні моделі та вміти розраховувати переходи для кольорів між різними моделями; визначити особливості роздільної здатності медичних зображень.

Лекція 3. Програмні підходи до роботи із цифровими зображенням в медицині.

Питання, що розглядаються:

- 1) глибина кольору;
- 2) кількість градацій колірного тону для відтворення на зображеннях безперервної зміни яскравості кольору;
- 3) колірні канали, альфа канал;
- 4) зберігання зображення в пам'яті, доступ до піксельної інформації.

Література:

основна – [2; 3 (С. 74-141)];

додаткова – [1-3, 6, 15, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; знати поняття глибини кольору; навчитись розраховувати необхідну кількість градацій колірного тону для відтворення на зображеннях безперервної зміни яскравості кольору; знати поняття колірного каналу та альфа каналу; навчитися отримувати доступ до піксельної інформації зображення, що зберігається в пам'яті, під час роботи із кодом програми.

Лекція 4. Стандарт DICOM.

Питання, що розглядаються:

- 1) стандарт DICOM – основні положення;
- 2) елементи DICOM;
- 3) головні атрибути зображення в стандарті DICOM;
- 4) піксельні характеристики;
- 5) орієнтація зображення.

Література:

основна – [2, 4 (С. 104-121)];

додаткова – [1-3, 6, 15, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; розглянути основні положення стандарту DICOM та визначити ієрархію визначення інформації об'єкту зображення (IOD); вивчити специфіку роботи із тегом, типом даних VR (Value Representation), довжиною (Length) та значенням (Value Field) елементів DICOM; вивчити піксельні характеристики, що зберігають інформацію про зображення в форматі DICOM; розглянути особливості зчитування та інтерпретації в програмному коді даних з елементів Rows (0028,0010),

Columns (0028, 0011), Pixel Spacing (0028, 0030), Samples Per Pixel (0028, 0002), Photometric Interpretation (0028, 0004), Planar configuration (0028, 0006), Bits Allocated (0028, 0100), Bits Stored (0028, 0101), High Bit (0028, 0102), Number of Frames (0028, 0008), Pixel Data (7FE0, 0010); вивчити алгоритм визначення просторової орієнтації зображення за даними, що зберігають інформацію про зображення в форматі DICOM: Image Orientation (0020, 0037), Patient position (0018, 5100), Image Position (0020, 0032), Spacing Between Slices (0018, 0088), Slice Thickness (0018, 0050), Slice Location (0020, 1041).

Лекція 5. Рентгенівська медична візуалізація.

Питання, що розглядаються:

- 1) характеристика рентгенівського випромінювання;
- 2) механізми утворення рентгенівських променів;
- 3) взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною;
- 4) специфіка рентгенівських медичних зображень.

Література:

основна – [1 (С. 47-65), 4, 5];

додаткова – [4-6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити характеристики рентгенівського випромінювання, що воно собою являє; знати принцип рентгенівського методу дослідження; розглянути механізми утворення рентгенівських променів; вивчити гальмівне (суцільний спектр) рентгенівське випромінювання та характеристичне (лінійчатий спектр) рентгенівське випромінювання; знати особливості взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною; розуміти фотоелектричний та комптонівський ефекти; вивчити специфіку рентгенівських медичних зображень (розуміти результуюче зображення як тінь).

Лекція 6. Конструкція рентгенівського апарату.

Питання, що розглядаються:

- 1) рентгенівський апарат;
- 2) рентгенівський випромінювач;
- 3) живильний пристрій;
- 4) пристрої для візуалізації і реєстрації рентгенівського зображення;
- 5) пристрої для формування потоку випромінювання;
- 6) штативні пристрої;
- 7) системи захисту і управління.

Література:

основна – [1 (С. 47-65), 4, 5];

додаткова – [4-6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити поняття рентгенівського апарату та його конструкцію; визначити конструкцію та принцип роботи рентгенівської трубки, види трубки; визначити особливості живильного пристрою; визначити особливості пристроїв для візуалізації і реєстрації рентгенівського зображення; визначити особливості, призначення та принцип роботи пристрої для формування потоку випромінювання; визначити особливості конструкції штативних пристроїв; визначити особливості систем захисту і управління рентгенівського апарату.

Лекція 7. Класифікація рентгенівських апаратів.

Питання, що розглядаються:

- 1) класифікація рентгенівських апаратів залежно від конструкції і умов експлуатації;
- 2) класифікація рентгенівських апаратів в залежності від способу обробки інформації;
- 3) класифікація рентгенівських апаратів залежно від призначення.

Література:

основна – [1 (С. 47-65), 4, 5];

додаткова – [4-6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити різні види рентгенівських апаратів залежно від конструкції і умов експлуатації; знати особливості стаціонарних, пересувних і переносних рентгенівських апаратів; знати особливості рентгенографічного і рентгеноскопічного способів отримання інформації; знати особливості прямого і непрямго способів фіксації інформації у рентгенівських системах; знати різницю між аналоговими і цифровими рентгенівськими апаратами, переваги останніх; знати класифікація рентгенівських апаратів в залежності від способу обробки інформації; знати класифікація рентгенівських апаратів в залежності від призначення; знати специфіку роботи рентгенодіагностичних апаратів загального призначення, інтервенційних рентгенівських систем (операційних С-арок), ангиографів, дентальних рентгенівських апаратів, ортопантомографічних апаратів, рентгенівських мамографів, флюорографів, рентгенівських денситометрів (остеоденситометрів).

Лекція 8. Рентгенівська комп'ютерна томографія.

Питання, що розглядаються:

- 1) метод рентгенівської комп'ютерної томографії;
- 2) числа Хаунсфілда;
- 3) КТ-зображення, їх специфіка;
- 4) реконструкція КТ зображень, перетворення Радона.

Література:

основна – [1 (С. 66-98); 4, 5];
додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; визначити принцип методу рентгенівської комп'ютерної томографії, обґрунтувати його переваги; вивчити поняття чисел Хаунсфілда, шкали Хаунсфілда; розгляну нульове значення, верхню та нижню границі шкали Хаунсфілда; вивчити основні поняття КТ (воксел, ізотропне зображення, анізотропне зображення); вивести формули прямого та зворотного перетворення Радона; розглянути специфіку зображень сінограм; вміти пояснити реконструкцію зображення на прикладі.

Лекція 9. Покоління КТ-сканерів та технології КТ-сканування.

Питання, що розглядаються:

- 1) покоління КТ-сканерів;
- 2) технології КТ-сканування.

Література:

основна – [1 (С. 66-98); 4, 5],
додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; розглянути основні покоління КТ-сканерів; визначити та вивчити специфіку роботи КТ-сканерів різних поколінь; розглянути недоліки КТ-сканерів першого покоління та визначити як були вирішені основні проблеми таких сканерів; розглянути основні відмінності геометрії сканерів третього покоління; визначити в чому полягала проблема з артефактами у вигляді кільця для сканерів третього покоління і як вона була вирішена у сканерах четвертого покоління; специфіка роботи сканерів п'ятого покоління для дослідження роботи серця; розглянути апаратні зміни шостого та сьомого покоління КТ-сканерів та визначити переваги таких конфігурацій; вивчити основні технології КТ-сканування; розглянути принципи дії спірального та мультиспирального КТ-сканування та визначити їх переваги; розглянути режим КТ-сканування з двома джерелами випромінювання та визначити його переваги; вивчити принцип проведення дослідження в режимі сканування з контрастним посиленням, різновиди введення контрастної реовини.

Лекція 10. Конфігурація комп'ютерного томографа.

Питання, що розглядаються:

- 1) основні складові комп'ютерного томографа.
- 2) особливості деяких частин комп'ютерного томографа.

Література:

основна – [1 (С. 66-98), 4, 5],

додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити основні складові комп'ютерного томографа; розглянути специфіку роботи із основними складовими комп'ютерного томографа: столом для сканування, кільцеподібним штативом «гентрі» з джерелом випромінювання, системами для збору, посилення сигналу і передачі інформації на консоль, пультом керування установкою, комп'ютером для обробки та збереження інформації (консоль оператора); встановити як налаштування складових частин комп'ютерного томографа впливають на якість візуалізації; вивчити особливості роботи та визначити вплив на візуалізацію детекторів, коліматорів джерела та коліматорів детекторів.

Лекція 11. Магнітно-резонансна томографія.

Питання, що розглядаються:

- 1) метод магнітно-резонансної томографії;
- 2) явище ядерно-магнітного резонансу.

Література:

основна – [1 (С. 99-144), 4, 5];
додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; знати основи методу магнітно-резонансної томографії; вивчити поняття ядерно-магнітного резонансу; розглянути фізичні принципи ядерно-магнітного резонансу; вивчити поняття прецесії та нутації, розглянути основні формули.

Лекція 12. Специфіка зображень магнітно-резонансної томографії.

Питання, що розглядаються:

- 1) візуалізація за допомогою ядерно-магнітного резонансу;
- 2) поздовжня (спін-гратчаста) релаксація T1;
- 3) поперечна (спін-спінова) релаксація T2;
- 4) поперечна релаксація T2*;
- 5) магнітно-резонансні характеристики об'єкта дослідження.

Література:

основна – [1 (С. 99-144); 4, 5];
додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити, що лежить в основі візуалізації за допомогою використання ефекту ядерно-магнітного резонансу; знати специфіку поздовжньої (спін-гратчастої) релаксації T1; знати специфіку поперечної (спін-спінової) релаксації T2; знати специфіку поперечної релаксації T2*; розглянути специфіку зображень, що характеризують протонну щільність досліджуваного об'єкта; визначити специфіку T1-зважених зображень, T2-зважених зображень, T2*-зважених зображень.

Лекція 13. Конфігурація магнітно-резонансного томографа.

Питання, що розглядаються:

- 1) основні складові магнітно-резонансного томографа.
- 2) магніти магнітно-резонансного томографа.
- 3) градієнтні котушки магнітно-резонансного томографа.
- 4) котушки шимування магнітно-резонансного томографа.
- 5) радіочастотні котушки магнітно-резонансного томографа.
- 6) комп'ютер в керуванні роботою магнітно-резонансного томографа.

Література:

основна – [1 (С. 99-144); 4, 5];
додаткова – [5, 6, 11-13].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; розглянути основні складові магнітно-резонансного томографа та визначити їх призначення; розглянути різновиди МР-томографів в залежності від величини постійного магнітного поля, визначити, використання яких

полів в клінічній практиці вважається потенційно небезпечними; розглянути різновиди МР-томографів за типом джерела основного магнітного поля, визначити їх переваги та недоліки; розглянути різновиди МР-томографів за видом їх конструкції; вивчити, для чого призначені градієнтні котушки, визначити їх різновиди; вивчити, для чого призначені радіочастотні котушки, визначити їх різновиди; вивчити, для чого призначені котушки шимування, визначити їх різновиди; визначити та вивчити основні функції, що виконує комп'ютер в керуванні роботою магнітно-резонансного томографа.

Лекція 14. Ультразвукова візуалізація.

Питання, що розглядаються:

- 1) ультразвук, основні характеристики ультразвукових хвиль;
- 2) етапи отримання ультразвукового зображення;
- 3) способи отримання та характер відтворення ультразвукових даних.

Література:

основна – [1 (С. 145-183), 3, 4];
додаткова – [14, 19, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити поняття ультразвуку та основні характеристики ультразвукових хвиль; визначити причини втрати інтенсивності ультразвукової хвилі під час її проходження через тканини тіла; вивчити поняття акустичного опору, формулу його визначення; розглянути основні етапи отримання ультразвукового зображення, визначити специфіку кожного із них; визначити, які існують різновиди ультразвукових пристроїв залежно від способу отримання діагностичної інформації та характеру її відтворення; розглянути специфіку різних типів ультразвукової візуалізації: від одновимірних приладів з індикацією типу А, від одновимірних приладів з індикацією типу М, від двовимірних приладів з індикацією типу В, від приладів на основі ефекту Доплера; вивчити формулу визначення доплеровського зсуву.

Лекція 15. Конфігурація ультразвукових сканерів.

Питання, що розглядаються:

- 1) основні складові ультразвукового сканера;
- 2) ультразвукові датчики;
- 3) комп'ютер для обробки та збереження інформації.

Література:

основна – [1 (С. 145-183), 3, 4];
додаткова – [19, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; розглянути основні складові ультразвукового сканера та визначити їх призначення; розглянути різновиди ультразвукових датчиків в залежності від методу формування ультразвукових коливань та формату отриманого зображення на екрані монітора; визначити специфіку ультразвукової візуалізації під час використання лінійних датчиків, секторних датчиків, конвексних датчиків, об'ємних датчиків з одновимірною ґраткою п'єзоелементів, об'ємних датчиків з двовимірною ґраткою п'єзоелементів; знати яке призначення комп'ютера як складової ультразвукового сканера.

Лекція 16. Класифікація ультразвукових сканерів.

Питання, що розглядаються:

- 1) класифікація ультразвукових сканерів залежно від конструкції і умов експлуатації;
- 2) класифікація ультразвукових сканерів залежно функціональних можливостей;
- 3) класифікація ультразвукових сканерів залежно від призначення.

Література:

основна – [1 (С. 145-183), 3, 4];
додаткова – [19, 20].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції; вивчити різні види і специфіку ультразвукових сканерів в залежності від конструкції і умов експлуатації; вивчити різні види і специфіку

ультразвукових сканерів в залежності від режимів, в яких вони працюють; вивчити різні види ультразвукових сканерів залежно від призначення; розглянути різновиди спеціалізованих ультразвукових сканерів та визначити специфіку їх роботи.

5.2. Лабораторні роботи

Основна ціль лабораторних робіт полягає у закріпленні теоретичного матеріалу з алгоритмічних основ медичної візуалізації; отриманні практичних знань із проектування та розробки програмних застосунків для медичної візуалізації; закріпленні знань основ об'єктно-орієнтованого програмування; вивчення бібліотек для візуалізації і роботи із файлами мед. зображень в форматі DICOM.

Лабораторна робота 1. Сучасні бібліотеки для роботи з графічними динами.

Питання, що розглядаються:

- 1) графічні бібліотеки для розробки графічних застосунків медичного спрямування;
- 2) математичний апарат графічного застосунку.

Література:

основна – [1 (С. 3-7), 2];
додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

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

Лабораторна робота 2. Математичний апарат візуалізації геометричних примітивів (алгоритми).

Питання, що розглядаються:

- 1) основи математичного апарату візуалізації геометричних примітивів;
- 2) системи координат, що застосовуються при розробці графічних програмних застосунків;
- 3) алгоритми роботи з растровими зображеннями;
- 4) алгоритм Брезенхейма для побудови лінії, кола.

Література:

основна – [1 (С. 3-7), 2];
додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: як визначити математичний апарат візуалізації геометричних примітивів під час розробки програм медичної візуалізації; як переводити координати між різними системами, що застосовуються при розробці графічних програмних застосунків; чим пояснюється необхідність отримання растрового подання геометричних об'єктів при розробці графічних програмних застосунків; в чому полягають недоліки найпростіших алгоритмів отримання растрового подання лінії; в чому полягає основна ідея алгоритму Брезенхейма для отримання растрового подання лінії; в чому полягає основна ідея алгоритму Брезенхейма для отримання растрового подання кола.

Лабораторна робота 3. Математичний апарат візуалізації геометричних примітивів (тестування та валідація результатів).

Питання, що розглядаються:

- 1) специфіка тестування растрового подання геометричних примітивів на зображеннях;
- 2) валідація даних алгоритмів растеризації.

Література:

основна – [1 (С. 3-7), 2];
додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: в який чин проводять тестування растрового подання геометричних примітивів на зображеннях; як виконують валідацію даних алгоритмів растрезації.

Лабораторна робота 4. Формалізація уявлень про медичні зображення (алгоритми).

Питання, що розглядаються:

- 1) особливості збереження медичних зображень;
- 2) формат DICOM;
- 3) основні теги, що зберігають інформацію про обстеження;
- 4) основні теги, що необхідні для побудови зображення.
- 5) бібліотеки для зчитування графічної та текстової інформації із файлів у форматі DICOM;
- 6) правила збереження та відображення графічних даних;
- 7) поняття текстури;
- 8) координати пацієнта, текстурні, вікна, світові.

Література:

основна – [2, 4 (С. 104-121)];

додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: призначення формату DICOM; що таке таблиці тегів, як в них знайти необхідну інформацію; особливості завантаження файлі в DICOM форматі за допомогою бібліотеки GDCM; як завантажити піксельні дані DICOM файлу в оперативну пам'ять; чи можна зберігати дані типу з рухомою крапкою в файлах формату DICOM; як зберігаються кольорові зображення в DICOM файлі.

Лабораторна робота 5. Формалізація уявлень про медичні зображення (тестування та валідація результатів).

Питання, що розглядаються:

- 1) специфіка тестування зчитування та відображення графічної та текстової інформації із файлів у форматі DICOM;
- 2) валідація даних відображення інформації, що зберігається в файлах у форматі DICOM.

Література:

основна – [2, 4 (С. 104-121)];

додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: в який чин проводять тестування зчитування та відображення графічної та текстової інформації із файлів у форматі DICOM; як виконують валідацію даних відображення інформації, що зберігається в файлах у форматі DICOM.

Лабораторна робота 6. Піксельні дані в медичних зображеннях (алгоритми).

Питання, що розглядаються:

- 1) специфіка зберігання піксельних даних в форматі DICOM;
- 2) Bits Allocated (0028, 0100);
- 3) Bits Stored (0028, 0101);
- 4) High Bit (0028, 0102);
- 5) програмно-алгоритмічна реалізація зчитування і відображення піксельних даних медичних зображень.

Література:

основна – [2; 3 (С. 74-141)];

додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: яка специфіка зберігання піксельних даних в форматі DICOM; яку інформацію і з яких елементів DICOM необхідно врахувати для реалізації правильної роботи з піксельними даними зображення.

Лабораторна робота 7. Піксельні дані в медичних зображеннях (тестування та валідація результатів).

Питання, що розглядаються:

- 1) специфіка тестування відображення піксельних даних зображення, що зберігаються в певному типі даних;
- 2) валідація відображення піксельних даних зображення, що зберігаються в певному типі даних.

Література:

основна – [2; 3 (С. 74-141)];
додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: в який чин проводять тестування відображення піксельних даних зображення, що зберігаються в певному типі даних; як виконують валідацію відображення піксельних даних зображення, що зберігаються в певному типі даних.

Лабораторна робота 8. Фізичні розміри та просторове положення медичних зображень (алгоритми).

Питання, що розглядаються:

- 1) елементи DICOM Image Orientation (0020, 0037), Patient position (0018, 5100), Image Position (0020, 0032), Slice Location (0020, 1041), Spacing Between Slices (0018, 0088), Slice Thickness (0018, 0050);
- 2) напрямки осей, що визначають орієнтацією пацієнта;
- 3) система LPS (Left, Posterior, Superior);
- 4) позиція пацієнта щодо сканера;
- 5) координати першого вокселя (0,0,0) з буфера даних зображення в анатомічній системі координат пацієнта;
- 6) розрахунок вектора просторового положення зображення;
- 7) алгоритм визначення просторової орієнтації зображення;
- 8) орієнтири просторового положення зображення під час відображення в трьох основних проєкціях.

Література:

основна – [2, 3 (С. 425-451); 4 (С. 8-39, 104-121)];
додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: за якими елементами Dicom визначається інформація про положення зображення; за якими елементами Dicom визначається інформація про орієнтацію зображення; що таке координати першого вокселя origin, як розраховується відстань до нього; як розрахувати вектор просторового положення зображення; як реалізувати алгоритм визначення просторової орієнтації зображення, яку інформацію та з яких елементів файлу DICOM слід врахувати під час реалізації алгоритму.

Лабораторна робота 9. Фізичні розміри та просторове положення медичних зображень (тестування та валідація результатів).

Питання, що розглядаються:

- 1) специфіка тестування визначення просторової орієнтації зображення;
- 2) валідація даних відображення інформації, щодо просторової орієнтації зображення.

Література:

основна – [2, 3 (С. 425-451); 4 (С. 8-39, 104-121)];

додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб відповісти на питання: в який чин проводять тестування визначення просторової орієнтації зображення; як виконують валідацію даних відображення інформації, щодо просторової орієнтації зображення.

Лабораторна робота 10. Розміщення даних томографічних зображень у тривимірному просторі.

Питання, що розглядаються:

- 1) розміри об'єму;
- 2) положення об'єму в просторі;
- 3) орієнтація площини зрізу в просторі;
- 4) положення площини зрізу відносно об'єму;
- 5) положення точки в просторі.

Література:

основна – [2, 3 (С. 425-451); 4 (С. 8-39, 104-121)];

додаткова – [8-10, 16].

Завдання на СРС:

вивчити конспект лекції та ознайомитися з навчально-методичними матеріалами за темою заняття, щоб вміти проводити програмну реалізацію визначення просторового положення площини зрізу та тривимірних координат піксельних даних томографічних зображень; реалізовувати графічне відображення координатних осей із початком координат в ізоцентрі сканера; границь об'єму, який визначає отримана під час дослідження серія томографічних зображень; площини томографічного зображення та положення пікселя в просторі; знати призначення і принципи визначення просторового положення площини томографічного зображення за даними 0020,0032 Image Position та 0020,0037 Image Orientation, просторових характеристик зрізу за даними 0028,0010 Rows, 0028,0011 Columns, 0028,0030 Pixel Spacing, 0018,0050 Slice Thickness, 0018,0088 Spacing Between Slices, номеру отримання зрізу в послідовності зображень серії та загальної кількості отриманих зображень в серії дослідження, а також координатами пікселя в площині зображення, що визначають його положення.

Лабораторна робота 11. Проведення МКР.

Питання, що розглядаються:

- 1) візуалізація рентгенівським методом;
- 2) візуалізація методом рентгенівської комп'ютерної томографії;
- 3) візуалізація методом магнітно-резонансної томографії;
- 4) візуалізація ультразвуковим методом

Література:

основна – [1-5];

додаткова – [1-21].

Завдання на СРС:

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

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студентам рекомендується дотримуватись правил відвідування занять, поведінки на них та підготовки до них.

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 не можна. 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

Плагиат 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 заняття. 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 графіка консультацій викладача, з яким можна ознайомитись на кафедрі. Відпрацювання пропущеної лабораторної роботи здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до графіка 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 (РСО)

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 6 тем:

1. Сучасні бібліотеки для роботи з графічними динами (Тема 1.1. Вступ до роботи з даними та алгоритмів медичної візуалізації).
 2. Математичний апарат візуалізації геометричних примітивів (Тема 1.2. Цифрові зображення в медицині).
 3. Формалізація уявлень про медичні зображення (Тема 1.3. Стандарт роботи з медичними зображеннями DICOM).
 4. Пікселні дані в медичних зображеннях (Тема 1.3. Стандарт роботи з медичними зображеннями DICOM).
 5. Фізичні розміри та просторове положення медичних зображень (Тема 1.3. Стандарт роботи з медичними зображеннями DICOM).
 6. Розміщення даних томографічних зображень у тривимірному просторі (Тема 1.3. Стандарт роботи з медичними зображеннями DICOM).
- одну модульну контрольну роботу.

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

$$R_C = 6 \text{ лабораторних робіт} \cdot 7 \text{ балів} + 1 \text{ МКР} \cdot 4 \text{ питання} \cdot 2 \text{ бали} = 50 \text{ балів.}$$

Поточний контроль

Лабораторні роботи

Ваговий бал – 7.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $7 \text{ балів} \times 6 = 42 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

- 7 балів** – вірно виконані реалізація алгоритмів, розрахункова частина роботи; досконало проведений аналіз отриманих результатів і оформлено відповідний звіт; своєчасний захист та подання звіту про виконання завдання на перевірку викладачу;
- 5.6..7.9 балів** – вірно виконані реалізація алгоритмів та розрахункова робота, але з недостатньо проведеним аналізом отриманих результатів та теоретичним обґрунтуванням; звіт про виконання завдання оформлено з недоліками;
- 4.2..5.5 балів** – робота виконана з грубими помилками; звіт оформлено з помилками; несвоєчасний захист роботи; несвоєчасне подання звіту про виконання завдання на перевірку викладачу;
- 0 балів** – невірна виконана робота, відсутність обов'язкових частин звіту про виконання завдання.

Якщо студент не з'явився на контрольний захід, його результат оцінюється нулем.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює – $2 \text{ бали} \times 4 \text{ питання} \times 1 \text{ МКР} = 8 \text{ балів}$

Критерії оцінювання:

- 2 бали** – повна вірна відповідь на питання (відповідь містить не менше ніж 90 % необхідної інформації);
- 1.3..1.9 балів** – неповна або невірна відповідь на питання (відповідь містить 70% .. 90% необхідної інформації відповідно);
- 1.2 бали** – неповна або невірна відповідь на питання (відповідь містить не менше ніж 60 % необхідної інформації);
- 0 балів** – відсутність відповіді або невірна відповідь на питання (менше 60% необхідної інформації).

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;
- 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:

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

Критерії оцінювання другого та третього запитання на екзамені:

- 17...20 балів** – змістовна відповідь на теоретичне питання білета;
- 13...16 балів** – добра відповідь на питання, але з невеликими зауваженнями;
- 12 балів** – задовільна відповідь на питання (є декілька грубих помилок у відповіді);
- 0 балів** – 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:

| Кількість балів | Оцінка |
|--|---------------|
| 95...100 | Відмінно |
| 85...94 | Дуже добре |
| 75...84 | Добре |
| 65...74 | Задовільно |
| 60...64 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску до семестрового контролю | Не допущено |

9. 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).

Інклюзивне навчання

Допускається

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою біомедичної кібернетики (протокол №2 від 29 серпня 2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ФБМІ (протокол № 1 від 31.08.2022 р.)