

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і
технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2



Д.М. Крицький
(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2021 р.

**СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**АПАРАТИ ТА СИСТЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ВТРАЧЕНИХ ОРГАНІВ
ТА ФУНКЦІЙ ЛЮДИНИ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій

Освітня програма: усі освітні програми за відповідними спеціальностями

Рівень вищої освіти: другий (магістерській)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

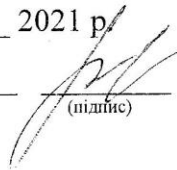
Розробник: Порван А. П., доцент, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
Радіoeлектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій
(№ 502)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О.В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представниками здобувачів освіти:

студентська група 554 м


(підпис)

О.В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Порван Андрій Павлович, к.т.н., доцент кафедри. З 2019 року викладає в університеті наступні дисципліни:

«Основи проектування медичних комплексів»;
«Системи управління базами даних»;
«Схемотехніка та архітектура обчислювальних систем»;
«Основи комп'ютерних технологій»;
«Медична інформатика»

Напрями наукових досліджень: медична інформатика та кібернетика, чисельні методи оптимізації, математичне моделювання та методи прийняття рішень в медицині.

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1

Обсяг дисципліни: 5 кредитів ЄКТС/150 годин, у тому числі аудиторних – 64 год., самостійної роботи здобувачів – 86 год.

Форма здобуття освіти – денна

Дисципліна вибіркова

Види навчальної діяльності – лекції - 32, лабораторні роботи – 32

Види контролю – модульний контроль, іспит

Мова викладання – українська

Пререквізити: –

Кореквізити: *дисципліни, пов'язані з розробкою та експлуатацією складних систем та спеціалізованого устаткування, дипломне проектування.*

3. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: метою курсу «Апарати та системи заміщення втрачених органів та функцій людини» є оволодіння навичками аналізу та синтезу систем заміщення органів людини на підставі врахування індивідуальних особливостей.

Завдання: вивчення фізіологічних, біомеханічних та біотехнічних основ та методичних аспектів побудови систем заміщення органів людини (СЗОЛ), що втратили свою функцію повністю або частково.

Компетентності, які набуваються:

- здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук.
- здатність створювати інформаційно-вимірювальні системи медичного призначення;

- здатність створювати і вдосконалювати методи та засоби біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медикотехнічного призначення;
- здатність організовувати та виконувати роботи з технологічної підготовки виробництва біотехнічних та медичних апаратів і систем;
- здатність використовувати набуті знання в експериментальній і теоретичній діяльності.

Очікувані результати навчання:

- знати основні фізіологічні та біотехнічні основи і методологічні аспекти побудови систем заміщення органів людини, що повністю або частково втратили свою функцію;
- вміти аналізувати СЗОЛ для їх розробки на підставі врахування індивідуальних особливостей людини, виявляти відхилення діяльності систем відносно їх нормального функціонування;
- вміти застосовувати знання фундаментальних дисциплін, принципи, алгоритми організації та побудови медичних АПК в рамках медико-технічних задач, що були поставлені;
- вміти створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення;
- вміти використовувати математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.

4. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Електрокардіостимулятори, системи регулювання рівня глюкози в крові та штучного дихання.

Тема 1. Живий організм з позицій функціонування технічних систем.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: дослідження функцій біотехнічної системи рефлексодіагностики при аналізі порушень органів та систем людини.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 8*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення, прилад типу BAT-02, АПК "RefleCom".*

Вступ. Мета та структура курсу. Особливості структурної організації і функціонування біосистем. Функціональні системи організму в нормі та при патології. Аналогія між організмом людини та машиною. Аналіз і моделювання систем заміщення і відновлення втрачених функцій організму людини.

Тема 2. Кардіостимуляція та електрокардіостимулятори.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема лабораторної роботи: дослідження функцій комп'ютерного кардіологічного комплексу при аналізі порушень серцево-судинної системи людини.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 11 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення, АПК "CardioLab".*

Загальні питання клінічного застосування електричної стимуляції серця. Типи кардіостимуляторів і режими стимуляції. Алгоритми роботи та принципи побудови електрокардіостимуляторів (ЕКС). Основні критерії оцінки ЕКС, що імплантуються. Вимоги до ЕКС для тимчасової стимуляції.

Тема 3. Системи регулювання рівня глюкози в крові.

- *Форма занять: лекції, лабораторні роботи, самостійна робота.*
- *Теми лабораторних робіт: застосування алгоритму регулювання рівня глюкози в крові у хворих цукровим діабетом для апарату «Штучна β -клітина», застосування алгоритму регулювання рівня глюкози в крові у хворих цукровим діабетом для розімкненої системи регуляції інсуліну.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 12*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення.*

Медичні аспекти регулювання рівня глюкози в крові. Фізіологічні системи регуляції рівня цукру в крові. Загальні відомості про системи регулювання рівня цукру крові. Замкнуті системи регулювання рівня глюкози в крові. Апарат «Штучна β -клітина». Алгоритми регулювання рівня глюкози в крові. Розімкнуті системи регулювання цукру крові. Інсулінові помпи Assu-Chek, Medtronic Minimed, Paradigm.

Тема 4. Апарати та системи штучного дихання.

- *Форма занять: лекції, лабораторні роботи, самостійна робота.*
- *Теми лабораторних робіт: визначення основних параметрів штучного дихання для апарату штучної вентиляції легень, дослідження функцій комп'ютерної системи спірографії при аналізі порушень системи дихання людини.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 12 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 15*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення, АПК "SpiroCom".*

Основні відомості про роботу і параметри легенів. Біомеханіка дихальних рухів та її порушення. Електрична аналогія системи «Апарат ШВЛ – легені пацієнта». Методи штучної вентиляції легенів. Ідентифікація дихальної активності пацієнта. Апарати штучної вентиляції легенів. Конструктивні особливості побудови апаратів штучної вентиляції легень.

Модульний контроль – 2 години.

Змістовний модуль 2. Системи штучного очищення крові та штучного кровообігу, екстракорпоральна допоміжна штучна печінка

Тема 5. Апарати та системи штучного очищення крові.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Теми лабораторних робіт: застосування аналітичних методів оцінки ефективності окремих етапів процесу гемодіалізу.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 11*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення.*

Методи штучного очищення крові. Гемодіаліз як технологічний процес екстракорпорального заміщення. Аналітичні методи оцінки ефективності окремих етапів процесу гемодіалізу. Принципи побудови систем штучного очищення крові. Апарат «Штучна нирка». Визначення критерію оптимального управління в гемодіалізній системі.

Тема 6. Екстракорпоральна допоміжна штучна печінка.

- *Форма занять: лекції, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 12.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*

Основні відомості про роботу печінки і перфузійні методи лікування гострої печінкової недостатності. Екстракорпоральна перфузійна система з

використанням ізольованих гепатоцитів. Апарат «Допоміжна штучна печінка з біодіалізатом В.Е. Рябініна», апарат для альбуміново-печінкового діалізу «MARS».

Тема 7. Апарати та системи штучного кровообігу.

- *Форма занять: лекції, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Теми лабораторних робіт: дослідження функцій системи комп'ютерної обробки реограм при аналізі порушень кровообігу людини.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 17*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи, вивчення матеріалу за додатковою літературою.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК для лабораторної роботи, прикладне програмне забезпечення, АПК "ReoCom".*

Моделювання системи гемодинаміки. Загальний підхід до побудови систем штучного кровообігу. Апарати допоміжного і повного кровообігу. Апарат штучного кровообігу «AUTOTRANS BT 795/P». Гібридне штучне серце.

Модульний контроль – 2 години.

5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальні завдання не передбачені навчальною програмою.

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Вивчення дисципліни "Апарати та системи заміщення втрачених органів та функцій людини" здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій, використовуються в лабораторних роботах, що проводяться у аудиторіях, які обладнані сучасними комп'ютерними та мультимедійними засобами, а також під час самостійної роботи.

7. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Захист лабораторних робіт, письмовий та/або комп'ютерний модульний контроль, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	7	0...14
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	7	0...14
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного оцінювання й за наявності допуску до іспиту (виконання та захист усіх лабораторних робіт).

Білет для *іспиту* складається з 2 теоретичних питань та практичного завдання. Максимальна кількість балів за теоретичне питання дорівнює 30 балів, за розв'язання практичного завдання – 40 балів.

Під час складання семестрового *іспиту* здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Оцінку «задовільно» заслуговує студент, який виявив мінімум знання основного змісту матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за напрямом (спеціальністю), який справився з виконанням усіх лабораторних занять (робіт), що передбачені програмою, але у звітах (результатах домашніх і аудиторних робіт) і відповіді на запитання є похибки.

Добре (75 - 89). Оцінку «добре» заслуговує студент, який виконав усі домашні завдання, відпрацював усі лабораторні заняття, який виявив повне знання програмного матеріалу, вірно розкрив суть проблем та у цілому розв'язав завдання лабораторних занять, але у змісті відповіді є незначні помилки, або недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання з лекційного матеріалу з дисципліни, з матеріалу лабораторних занять та матеріалу з самостійної роботи.

Відмінно (90 - 100). Оцінку «відмінно» заслуговує студент, який виявив всебічні чіткі, систематичні та глибокі знання теоретичного та практичного навчального матеріалу з дисципліни, вірно розкрив суть і достатньо обґрунтував своє ставлення до запропонованих питань, виявив вміння вільно виконувати практичні завдання, що передбачені програмою, а

також безпомилково виконав вправи, вмів аналізувати і систематизувати інформацію

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

9. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

У разі невиконання учбового плану (відсутності на лекціях чи лабораторних роботах) студент зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій чи лабораторних робіт через підручники та методичну літературу самостійно. Контроль якості опрацювання здійснюється через написання рефератів або виконання додаткових завдань у строки, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch fld=&author fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

• Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням сайті кафедри за посиланням: <https://nk502.xai.edu.ua/ru/>

• Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Апарати та системи заміщення втрачених органів та функцій людини" для магістрів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. С. М. Куліш. - Харків, 2019. - 23 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_01A_Aparati.pdf

• Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Біомедичні прилади, апарати, системи і комплекси. Частина 3. Медичні комплекси та системи» / Упоряд.: О.В. Висоцька, А.П. Порван, М.О.Щукін – Харьков: ХНУРЕ, 2015. – 106 с.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Мустецов М. П. Апарати і системи заміщення втрачених органів та функцій організму людини: навч. посіб. для студ. денної та заочної форм навчання напряму "Біомедична інженерія" / М. П. Мустецов, О. В. Висоцька, А. П. Порван ; ХНУРЕ. – Харків, 2010. – 248 с.

2. Хронічна хвороба нирок. Замісна ниркова терапія : навчальний посібник для аудиторної та позааудиторної роботи студентів медичних факультетів / В.А. Візір, О.В. Деміденко, А.С. Садовов, І.Б.Приходько. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2021. – 89 с.

3. Maria Cristina Annesini, Luigi Marrelli, Vincenzo Piemonte & Luca Turchetti., Artificial Organ Engineering. *Springer*. 2017, 265 p.

4. Rüdiger Kramme, Klaus-Peter Hoffmann, Robert S. Pozos. Handbook of Medical Technology. *Springer*. 2011. 415 p.

Допоміжна

1. Анестезіологія та інтенсивна терапія: підручник / Ф. С. Глумчер, Л. П. Чепкий, Л. В. Новицька-Усенко та ін.; за ред. Ф. С. Глумчера. – К. : ВСВ «Медицина», 2020. – 360 с.

2. Myer Kutz. Biomedical Engineering and Design. Handbook, Volume 2. *The McGraw-Hill Companies, Inc.*, 2009. 749 p.

3. Anthony W. C. Chow, Alfred E. Buxton. Implantable cardiac pacemakers and defibrillators : all you wanted to know. *BMJ Books*. 2006. 186 p. - ISBN-13: 978-0-7279-1566-5

4. Joseph D. Bronzino. The Biomedical Engineering HandBook. Second Edition. *Boca Raton: CRC Press LLC*, 2000. 3024 p.

5. Glenn P. Gravlee. Cardiopulmonary Bypass: Principles and Practice, 2nd edition. *LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS*. 2000. 498 p.

6. Ардашев А. В., Джанджгава А. О., Желяков Е. Г., Шаваров А. А. Постоянная электрокардиостимуляция и дефибрилляция в клинической практике. – М.: Медпрактика, 2007 г. – 228 с.

7. Рябинин В.Е., Анощенко Б.Г. Методология построения и использования аппарата «Вспомогательная искусственная печень». – Челябинск: МЕТЕОР, 2000. – 224 с.

8. Древетняк Д. Г. Методы и средства конструирования аппаратов искусственной вентиляции легких. – М.: Наука, 1996. – 238 с.

9. Шумаков В. И. Искусственные органы. - М.: Медицина, 1990. – 356 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Artificial organs [electronic resource] / Gerald E. Miller. - San Rafael, Calif.: Morgan & Claypool Publishers, 2006. – 66 p.

2. Диализное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://donnefron.jimdo.com/диализное-оборудование/>

3. Інформаційний портал кафедри 502, <https://nk502.xai.edu.ua/ru/>