



ПРИЛАДИ ДЛЯ ЗАМІЩЕННЯ ЖИТТЄВО-ВАЖЛИВИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G22 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Регенеративна та біофармацевтична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС / 120 годин (16 год- лекцій, 30 год - практичні, 74 год - СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i><u>Лектор:</u> д. м. н., проф. кафедри БМІ Максименко Віталій Борисович , e-mail – maksymenko.vitaliy@gmail.com <u>Практичні:</u> к.т.н., доц., кафедри БМІ Сичик Марина Михайлівна, e-mail – sychykmm@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський» - курс «Прилади для заміщення життєво- важливих функцій організму»</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Основною метою навчальної дисципліни «Прилади для заміщення життєво-важливих функцій організму» є формування у студентів здатності проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико - технічні та біоінженерні вироби, здатні ефективно замінювати втрачені функції організму, оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно - технічних і біоінженерних об'єктів з фізіологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив.

Метою викладання дисципліни є надання студентам теоретичних знань та формування у них практичних умінь і навичок щодо історії розробки засобів протезування функцій організму і окремих органів, основних вимог до штучних органів, ступінь наближення їх можливостей до фізіологічних потреб, існуючі і перспективні технології екстракорпорального та інтракорпорального протезування органів і функцій людського організму, вимоги щодо біосумісності застосовуваних сировинних матеріалів та енергозабезпечення штучних органів. Дисципліна охоплює, також, питання конструктивних рішень, що використовуються при створенні штучних органів та систем їх керування, проблеми відторгнення імплантованих пристроїв, травми і незгортання крові, інтерфейс із ЦНС та виконавчими органами, організацію виробництва і сервісного обслуговування.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- виявлення сучасних потреб і проблем створення штучних органів;
- засвоєння фундаментально-прикладних, медико-фізичних та біоінженерних основ технологій для протезування фізіологічних процесів людини;
- оволодіння методами розрахунку та вибору класичних та новітніх конструкцій, біоматеріалів, елементів, приладів і систем для заміщення функцій організму;
- оволодіння методами проектування і конструювання біосумісних автономних штучних органів що імплантуються;
- набуття знань загальних принципів та основних методів оцінки функціонального стану органів та систем людини, який передбачає використання штучних органів;
- оволодіння методами вимірювання основних показників функціонування штучних органів та оцінки результатів їх застосування.

Оскільки дисципліна є вибірковою, то для її вивчення необхідні знання основ розроблення експлуатаційної документації.

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

Навчальна дисципліна відноситься до циклу вибірових навчальних дисциплін, тому її нормативний (обов'язковий) зв'язок із іншими дисциплінами в структурно-логічній схемі навчання не передбачено.

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Тема 1. Загальна характеристика штучних органів. Класифікація медичних засобів, що належать до штучних органів. Принципи взаємодії штучних органів з організмом. Основні медично-орієнтовані напрями досліджень. Розуміння принципів роботи штучних органів, їх класифікації та взаємодії з організмом у контексті медичної інженерії.

Тема 2. Принципи ендопротезування. Біоматеріали для ендопротезів. CAD/CAM технології. Остеоінтегративні технології. Ендопротези сенсорних систем. Сучасні підходи до ендопротезування, вибір біоматеріалів і використання цифрових технологій для створення інтегрованих з організмом протезів.

Тема 3. Газотранспортна функція легень. Принципи масопереносу в біологічних системах (закон Фіка, закон Генрі). Природна вентиляція легень. Газообмін через альвеолярну мембрану. Штучні легені (оксигенатори крові). Основні функціональні вузли АШК. Конструкція і характеристики сучасних оксигенаторів. Штучні біонічні легені. Фізіологічні й інженерні основи газообміну в легенях та принципи створення штучних систем дихання, зокрема оксигенаторів і біонічних легень.

Тема 4. Штучне серце. Принципи механічної підтримки серця. Насоси крові різних типів. Їх переваги та недоліки. Штучне серце (механічне і біонічне). Ендопротези для серця і судин. Протези серцевих клапанів. Інженерні рішення для підтримки та заміщення серцевої функції, зокрема штучним серцем, насосами крові та клапанними протезами.

Тема 5. Штучні водії серцевого ритму. Судинні протези і стенти. Наукові основи функціонування штучних водіїв ритму та принципи проектування судинних протезів і стентів для забезпечення електрофізіологічної стабільності та відновлення гемодинаміки.

Тема 6. Штучна нирка. Масообмінна функція нирки. Техніка і технологія гемодіалізу. Біонічна штучна нирка. Наукові основи створення штучних і біонічних ниркових систем для замісної

терапії, зокрема гемодіалізу.

Тема 7. Штучна печінка. Будова та функція печінки. Техніка і технологія штучної печінки. Регенеративне відновлення печінки. Бофізіологічні основи функціонування печінки та сучасні технології створення штучних систем і методів регенеративної терапії для відновлення її функцій.

Тема 8. Гібернація і штучна терморегуляція. Апарати для транспортування донорських органів. Етичні і деонтологічні принципи застосування штучних органів і трансплантатів. Розуміння технологічних та етичних аспектів трансплантології й медичної інженерії для якісного забезпечення пацієнтів штучними органами. Вміння працювати у міждисциплінарній команді інженерів, лікарів, реабілітологів, та дозвільних інстанцій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Протезування та штучні органи: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біореґенеративна та біофармацевтична інженерія» / І. Ю. Худецький, Ю. В. Антонова-Рафі, Г. В. Мельник, Є. В. Сніцар ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,124Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 184 с.
2. Протезування та штучні органи: навчальний посібник для самостійної роботи студентів за спеціальністю 163 Біореґенеративна та біофармацевтична інженерія. Укладачі: Коренівська О.Л. Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 26с.
3. Вступ до біомедичної інженерії : підручник. | Шуаїбов О. К., Грицак Р. В., Малініна А. О. Ужгород : ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла», 2023 р. 169 с.
4. Біомеханічні основи протезування та ортезування: навчальний посібник / А.Д. Салєєва, В.В. Семенець, Т.В. Носова, І.М. Василенко, П.О. Баєв, С.В. Корнєєв, О.М. Литвиненко, І.В. Карпенко, І.М. Чернишова, І.В. Кабаненко. – Харків: ХНУРЕ, 2022. – 352 с.

Допоміжна

1. Біосумісні матеріали для медичних виробів: навч. посіб. /Уварова І.В., Максимова В.Б. – К.: КІМ, 2018. – 123 с.
2. Апарати і системи заміщення втрачених органів та функцій організму людини: навч. Посібник / Мустецов М.П., Висоцька О.В., Порван А.П. — Х.: ХНУРЕ, 2018. – 248 с.
3. 3D друк в умовах біомедичного використання [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «3D друк в умовах біомедичного використання» для студентів спеціальності 163 «Біореґенеративна та біофармацевтична інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. Б. В. Єфременко. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2019. – 56 с.
4. Конспект лекцій з вивчення дисципліни «Регенеративна медицина та 3D друк для біомедичної інженерії» для студентів спеціальності 163 - Біореґенеративна та біофармацевтична інженерія освітня програма Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії / Уклад. С.В. Тимчик. Д.Х. Штофель. – Вінниця: ВНТУ, 2020.
5. Artificial Organ Engineering / Annesini M.C., Marrelli L., Piemonte V., Turchetti L. - London, Springer-Verlag, 2017. – 300 p. Національний стандарт України: Вироби медичні. Класифікація залежно від потенційного ризику застосування. Загальні вимоги. ДСТУ 4388:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 16 с.
6. Saltzman W. M. Biomedical Engineering. Bridging Medicine and Technology. - Cambridge, Cambridge University Pres, 2009. – 620 p.
7. Miller G.E. Artificial Organs. – Virginia, Morgan & Claypool publ., 2006. – 60 p.
8. Biomaterials, artificial organs and tissue engineering. Eds. Hench L.L., Jones J.R. - Cambridge, Woodhead Publ. Ltd., 2006. – 306 p.

Інформаційні ресурси

1. Електронний каталог бібліотеки КПІ: <http://library.kpi.ua/resources/databases/tutorials>
2. Електронний каталог Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського:

- http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21CNR=20&Z21ID=
3. Електронний каталог Державної науково-технічної бібліотеки України: http://rs.gntb.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Z21ID
4. <https://www.the-scientist.com/artificial-organs-innovating-to-replace-donors-and-dialysis-70907>
5. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/artificial-organ>
6. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6322143/>
7. <https://www.ebsco.com/research-starters/biotechnology/artificial-organs>
8. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-5456-4_7?fromPaywallRec=true
9. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/360050011.pdf>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1.	Загальна характеристика штучних органів. Класифікація медичних засобів, що належать до штучних органів. Принципи взаємодії штучних органів з організмом. Основні медично-орієнтовані напрями досліджень. Розуміння принципів роботи штучних органів, їх класифікації та взаємодії з організмом у контексті медичної інженерії.	ПРН 1	Практична робота 1-2	1-й тиждень
2.	Принципи ендопротезування. Біоматеріали для ендопротезів. CAD/CAM технології. Остеоінтегративні технології. Ендопротези сенсорних систем. Сучасні підходи до ендопротезування, вибір біоматеріалів і використання цифрових технологій для створення інтегрованих з організмом протезів.	ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14	Практична робота 3-4	2-й тиждень
3.	Газотранспортна функція легень. Принципи масопереносу в біологічних системах (закон Фіка, закон Генрі). Природна вентиляція легень. Газообмін через альвеолярну мембрану. Штучні легені (оксигенатори крові). Основні функціональні вузли АШК. Конструкція і характеристики сучасних оксигенаторів. Штучні біонічні легені. Фізіологічні й інженерні основи газообміну в легенях та принципи створення штучних систем дихання, зокрема оксигенаторів і біонічних легень.	ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14	Практична робота 5-6	3-4-й тиждень
4.	Штучне серце. Принципи механічної підтримки серця. Насоси крові різних типів. Їх переваги та недоліки. Штучне серце (механічне і біонічне). Ендопротези для серця і судин. Протези серцевих клапанів. Інженерні рішення для підтримки та заміщення серцевої функції, зокрема штучним серцем, насосами крові та клапанними протезами.	ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14	Практична робота 7-8	5-6-й тиждень

5.	<i>Штучні водії серцевого ритму. Судинні протези і стенти. Наукові основи функціонування штучних водіїв ритму та принципи проєктування судинних протезів і стентів для забезпечення електрофізіологічної стабільності та відновлення гемодинаміки.</i>	<i>ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14</i>	<i>Практична робота 9-10</i>	<i>7-8-й тиждень</i>
6.	<i>Штучна нирка. Масообмінна функція нирки. Техніка і технологія гемодіалізу. Біонічна штучна нирка. Наукові основи створення штучних і біонічних ниркових систем для замісної терапії, зокрема гемодіалізу.</i>	<i>ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14</i>	<i>Практична робота 11-12</i>	<i>9-10-й тиждень</i>
7.	<i>Штучна печінка. Будова та функція печінки. Техніка і технологія штучної печінки. Регенеративне відновлення печінки. Бофізіологічні основи функціонування печінки та сучасні технології створення штучних систем і методів регенеративної терапії для відновлення її функцій.</i>	<i>ПРН 2 ПРН 4 ПРН 5 ПРН 7 ПРН 13 ПРН 14</i>	<i>Практична робота 13</i>	<i>11-12-й тиждень</i>
8.	<i>Гібернація і штучна терморегуляція. Апарати для транспортування донорських органів. Етичні і деонтологічні принципи застосування штучних органів і трансплантатів. Розуміння технологічних та етичних аспектів трансплантології й медичної інженерії для якісного забезпечення пацієнтів штучними органами. Вміння працювати у міждисциплінарній команді інженерів, лікарів, реабілітологів, та дозвільних інстанцій.</i>	<i>ПРН 9 ПРН 12 ПРН 15 ПРН 16</i>	<i>Практична робота 14</i>	<i>13-14-й тиждень</i>
9	<i>Модульна контрольна робота</i>		<i>Практична робота 15</i>	<i>15-й тиждень</i>
10	<i>Залік</i>			<i>15-й тиждень</i>

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції	Кількість відведених годин
Лекція 1	<i>Загальна характеристика штучних органів. Класифікація медичних засобів, що належать до штучних органів. Принципи взаємодії штучних органів з організмом. Основні медично-орієнтовані напрями досліджень. Розуміння принципів роботи штучних органів, їх класифікації та взаємодії з організмом у контексті медичної інженерії</i>	2
Лекція 2	<i>Принципи ендопротезування. Біоматеріали для ендопротезів. CAD/CAM технології. Остеоінтегративні технології. Ендопротези сенсорних систем. Сучасні підходи до ендопротезування, вибір біоматеріалів і використання цифрових технологій для створення інтегрованих з організмом протезів</i>	2
Лекція 3	<i>Газотранспортна функція легень. Принципи масопереносу в біологічних системах (закон Фіка, закон Генрі). Природна вентиляція легень. Газообмін через альвеолярну мембрану. Штучні легені (оксигенатори крові).</i>	2

	Основні функціональні вузли АШК. Конструкція і характеристики сучасних оксигенаторів. Штучні біонічні легені. Фізіологічні й інженерні основи газообміну в легенях та принципи створення штучних систем дихання, зокрема оксигенаторів і біонічних легень.	
Лекція 4	Штучне серце. Принципи механічної підтримки серця. Насоси крові різних типів. Їх переваги та недоліки. Штучне серце (механічне і біонічне). Ендопротези для серця і судин. Протези серцевих клапанів. Інженерні рішення для підтримки та заміщення серцевої функції, зокрема штучним серцем, насосами крові та клапанними протезами.	2
Лекція 5	Штучні водії серцевого ритму. Судинні протези і стенти. Наукові основи функціонування штучних водіїв ритму та принципи проєктування судинних протезів і стентів для забезпечення електрофізіологічної стабільності та відновлення гемодинаміки.	2
Лекція 6	Штучна нирка. Масообмінна функція нирки. Техніка і технологія гемодіалізу. Біонічна штучна нирка. Наукові основи створення штучних і біонічних ниркових систем для замісної терапії, зокрема гемодіалізу.	2
Лекція 7	Штучна печінка. Будова та функція печінки. Техніка і технологія штучної печінки. Регенеративне відновлення печінки. Бофізіологічні основи функціонування печінки та сучасні технології створення штучних систем і методів регенеративної терапії для відновлення її функцій.	2
Лекція 8	Гібернація і штучна терморегуляція. Апарати для транспортування донорських органів. Етичні і деонтологічні принципи застосування штучних органів і трансплантатів. Розуміння технологічних та етичних аспектів трансплантології й медичної інженерії для якісного забезпечення пацієнтів штучними органами. Вміння працювати у міждисциплінарній команді інженерів, лікарів, реабілітологів, та дозвільних інстанцій.	2
	Всього	16

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: закріплення на практиці основних положень навчальної дисципліни «Прилади для заміщення життєво-важливих функцій організму» шляхом виконання спеціально сформульованих завдань і варіантів штучних органів людини та приладів для заміщення життєво важливих функцій. Практичне заняття включає проведення контролю знань, вмінь та навичок, розгляд приладів з їх обговоренням, вирішення контрольних завдань, їх перевірка та оцінювання.

Оцінки, одержані студентом за окремі практичні заняття вносяться до журналу занять навчальної групи та враховуються при визначенні підсумкової оцінки (рейтингу) з даної навчальної дисципліни.

Практичні заняття проходять у формі аналізу природного органу людини та розробці концепції його штучного аналога.

Мета роботи: закріпити знання з анатомії, фізіології, біофізики та інженерного проєктування шляхом аналізу функцій природного органу і формування технічного завдання на створення його штучного замінника.

Результат роботи: студент повинен продемонструвати здатність аналізувати фізіологію органу; формулювати інженерні вимоги; застосовувати фізичні закони у біомедичному проєктуванні; оцінювати перспективи клінічного застосування штучного органу.

№ з/п	Назва теми заняття	Кільк.
-------	--------------------	--------

		годин
1	Опис природного органу: анатомічна будова органу; фізіологічні механізми роботи; основні функції; ключові параметри, які необхідно відтворити у штучному аналозі (тиск, потік, електрична активність, швидкість фільтрації тощо).	6
2	Формування технічного завдання (ТЗ): обґрунтування медичної потреби створення штучного органу; функціональні вимоги до пристрою; технічні характеристики (механічні, електричні, матеріальні, енергетичні); - використання фізичних законів і формул для обґрунтування параметрів; структурна схема роботи пристрою; вимоги до безпеки, біосумісності, довговічності.	6
3	Аналіз існуючих рішень: приклади механічних систем; приклади електронних або електромеханічних пристроїв; приклади біоінженерних або клітинних технологій; короткий опис принципу їх роботи.	8
4	Методи розробки та дослідження: математичне та комп'ютерне моделювання; експериментальні методи дослідження; лабораторні та доклінічні випробування; оцінка ефективності та безпеки.	8
5	Модульна контрольна робота	2
Всього		30

6. Самостійна робота студента

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Прилади для заміщення життєво-важливих функцій організму» є підготовка до лекцій, практичних робіт, експрес- контрольних робіт / тестових завдань та Індивідуальних контрольних завдань.

Види самостійної роботи:

№ з/п	Види робіт, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Повторення лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до практичних занять	28
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
4	Вивчення питань, що винесені на самостійну роботу	28
5	Підготовка до заліку	6
	Всього	74

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних занять не є обов'язковим. Відвідування практичних занять є бажаним, оскільки на них виконуються тестові завдання, а також відбувається пояснення виконання наступних практичних робіт та їх задача.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи (захист практичних робіт) обов'язково відпрацьовуються на наступних заняттях за умови виконання завдання, яке заплановано на поточному занятті, або на консультаціях. Пропущене написання модульної контрольної роботи не відпрацьовується.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Пройдення дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачем	10 балів
Оформлення наукової роботи для участі у конкурсі студентських наукових робіт	10 балів
Написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни	10 балів

Неформальна освіта

За бажанням здобувача, в умовах, що не сприяють регулярному відвідуванню занять, допускається вивчення окремих змістовних частин дисципліни в асинхронному режимі, зокрема через опанування дистанційних курсів та інших форм неформального навчання. Для врахування в рейтинговій системі оцінювання балів за такі курси, вони мають змістовно відповідати певним темам силабусу, а їх проходження узгоджене з викладачем дисципліни. На підтвердження проходження неформального навчання студент має надати відповідний документ (сертифікат) із зазначенням назви курсів та їх обсягу в годинах. Визнання результатів неформальної освіти відбувається у порядку визначеному у відповідному Положенні КПІ ім. Ігоря Сікорського: <https://osvita.kpi.ua/node/179>.

Зокрема, рекомендується навчання на безкоштовній освітній онлайн-платформі «Coursera» за посиланням: <https://www.coursera.org/learn/real-time-systems>.

Політика університету

Академічна доброчесність

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>.

Політика використання штучного інтелекту

Політика використання штучного інтелекту та її принципи регламентуються наказом «Політика використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://osvita.kpi.ua/node/1225>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними

процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольного заходу згідно затвердженого положення Про апеляції в КПІ імені Ігоря Сікорського (затверджено наказом №НОН/128/2021 від 20.05.2021 р.) - <https://osvita.kpi.ua/index.php/node/182>

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Прилади для заміщення життєво-важливих функцій організму» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Дистанційне навчання

Дистанційне навчання відбувається через Платформу дистанційного навчання «Сікорський».

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Виконання практичних робіт здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через електронну пошту, соціальні мережі і такі програмні ресурси, як ZOOM та TeamViewer).

Навчання іноземною мовою

Навчання англійською мовою здійснюється лише для студентів-іноземців.

За бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

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

Система оцінювання (поточний контроль):

№ з/п	Контрольний захід	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Виконання практичних робіт	20	4	80
3.	Модульна контрольна робота	20	1	20
	Всього			100

Виконання завдання до практичних робіт оцінюється в 20 балів (всього 4 роботи до практичних занять):

- повна відповідь на поставлене запитання/задачу – 19-20 балів;
- достатньо повна відповідь або повна відповідь з незначними неточностями – 16-18 балів;
- неповна відповідь та незначні помилки – 12-15 балів.
- відсутність відповіді, або повна не відповідність питанню – 0 балів.

Модульна контрольна робота складається із 20 тестових питань, по 1 балу за кожну правильну відповідь.

Календарний контроль (КК) - проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перший КК	Другий КК
Термін календарних контролів		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання позитивного результату календарного контролю	Поточний рейтинг	≥ 24 балів	≥ 40 бали
	Виконання практичних робіт	ПР №№ 1-2	+
		ПР №№ 3-4	+
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	+

У разі виявлення академічної не добросовісності під час навчання – контрольний захід не зараховується.

Семестрова атестація студентів

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є здача усіх завдань до практичних занять та успішне написання МКР. Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому набрані бали студентом анулюються, а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною.

Залікова робота. Залікова робота проводиться на заліковому тижні. Студент проходить тестування. На тестування пропонується 50 тестових запитань, кожне з яких оцінюється в 2 бала. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати 60 балів і вище. Час тестування зазвичай складає 100 хвилин, але може бути скоригований лектором та (або) викладачем, що приймає залік.

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD ≥ 60
2	Виконання практичних робіт	Більше 30 балів
3	Отримання позитивної оцінки за модульну контрольну роботу	Більше 6 балів

Результати оголошуються кожному студенту окремо у присутності на контрольному заході або в дистанційній формі (е-поштою). Також фіксуються в системі «Електронний кампус».

Необов'язкові умови допуску до заліку:

1. Активність на практичних заняттях.

2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації.
3. Відвідування лекційних занять.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка за університетською шкалою
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи, а також для підготовки до заліку наведений у додатку 1.

Дистанційне навчання через проходження додаткових он-лайн курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти он-лайн курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Список курсів пропонується викладачем після виявлення бажання студентами (оскільки банк доступних курсів поновлюється майже щомісяця).

Студент надає документ, що підтверджує проходження дистанційного курсу (у разі проходження повного курсу) або надає виконані практичні завдання з дистанційного курсу та за умови проходження усної співбесіди з викладачем за пройденими темами може отримати оцінки за контрольні заходи, які передбачені за вивченими темами (експрес-контрольні / тестові завдання, практичні роботи).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри біомедичної інженерії, д.м.н., Максименком Віталієм Борисовичем, доцентом кафедри біомедичної інженерії, к.т.н., Сичик Мариною Михайлівною

Ухвалено кафедрою біомедичної інженерії (протокол № 14 від 25 червня 2026 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол №10 від 24 червня 2026р.)

**Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи,
а також для підготовки до заліку**

1. Категорії технічних засобів, що застосовуються в медицині.
2. Принципи ендопротезування.
3. Біоматеріали для ендопротезів.
4. CAD/CAM технології.
5. Остеоінтегративні технології.
6. Ендопротези сенсорних систем.
7. Сучасні підходи до ендопротезування, вибір біоматеріалів і використання цифрових технологій для створення інтегрованих з організмом протезів.
8. Конструктивні характеристики сучасних оксигенаторів.
9. Ускладнення при проведенні штучного кровообігу.
10. Характеристики медичних виробів згідно Директиви 93/42/ЄЕС. Стандарти якості і безпеки.
11. Вимоги до матеріалів екстракорпорального контура апарата штучного кровообігу.
12. Режим роботи апаратів „штучна нирка”.
13. Дихання і його етапи, стадії газопереносу.
14. Методи захисту міокарда під час операцій на серці.
15. Структура і функція печінки як основа для її моделювання і протезування.
16. Структура і функція органів дихання.
17. Профілактика матеріальної і газової емболії при проведенні штучного кровообігу.
18. Прояви печінкової недостатності, методи детоксикації.
19. Фізіологічне значення верхніх дихальних шляхів.
20. Режим проведення штучного кровообігу, вимоги до складу перфузату.
21. Штучна печінка, клінічне застосування.
22. Дихальні м'язи. Механіка спонтанного дихання.
23. Штучне серце, його різновиди.
24. Інкреторна та екскреторна функція підшлункової залози.
25. Структура дихальних шляхів в зв'язку із їх функцією.
26. Біологічні і технологічні проблеми створення серцевих протезів.
27. Прилади для автоматичного регулювання рівня глюкози в крові.
28. Статичні легеневі об'єми, фізіологічне значення ФЗЄ.
29. Протези серцевих клапанів, сучасний стан розробок.
30. Апаратура для реалізації сорбційних технологій.
31. Дихальний об'єм, „мертвий простір”, альвеолярна вентиляція.
32. Допоміжні пристрої підтримки кровообігу (ЕКМО, VADs, контрапульсатори).
33. Протезування опорно-рухової функції, протези суглобів і кінцівок.
34. Критерії адекватності газообмінної функції легень.
35. Судинні протезування і неоангіогенез.
36. Штучні методи забезпечення альвеолярної вентиляції.
37. Прилади для заміщення і підтримки пейсмейкерної активності серця. Відмінності сучасних методів штучної вентиляції легень від спонтанного дихання.

38. *Методи електрокардіостимуляції.*
39. *Класифікація апаратів штучного дихання, їх різновиди.*
40. *Одно-, двох- і трьохкамерна електрокардіостимуляція.*
41. *Методи і режими штучної вентиляції легень.*
42. *Класифікація, кодування електрокардіостимуляторів.*
43. *Класифікація режимів ШВЛ за рівнем заміщення спонтанного дихання.*
44. *Кардіовертери-дефібрилятори що імплантуються, покази для використання.*
45. *Негативні наслідки ШВЛ. Вплив апаратної вентиляції легень на інші органи і системи.*
46. *Вимоги до електродів для електрокардіостимуляції.*
43. *Екстракорпоральна та внутрішньосудинна оксигенація.*
44. *Ускладнення при проведенні електрокардіостимуляції.*
45. *Допоміжні пристрої забезпечення адекватного газообміну, контрольна апаратура.*
46. *Структура та функція видільної системи людини. Структурна одиниця нирки.*
47. *Система кровообігу і функціональна анатомія серця. Кровопостачання серця.*
48. *Функціонування нирок в нормальних умовах.*
49. *Чинники, від яких залежить продуктивність серця.*
50. *Ниркова недостатність, лабораторні критерії переходу до екстракорпорального очищення крові.*
51. *Переднавантаження, закон Франка-Старлінга.*
52. *Методи замісної терапії ниркової недостатності. Штучна нирка.*
53. *Історія розвитку і сучасний стан апаратно – технічного забезпечення штучного кровообігу.*
54. *Історія створення протезів видільної функції.*
55. *Основні функціональні вузли апаратів штучного кровообігу.*
56. *Фізико-хімічні основи функціонування і типи штучних нирок.*
57. *Основні функціональні вузли апаратів штучного кровообігу.*
58. *Фізико-хімічні основи функціонування і типи штучних нирок.*
59. *Насосна частина апарата штучного кровообігу, різновиди насосів, що застосовуються.*
60. *Апаратурне забезпечення хронічного гемодіалізу.*