



БІОМЕДИЧНІ ПРИЛАДИ, АПАРАТИ І КОМПЛЕКСИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>163 Біомедична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Медична інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/ змішана/ дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредитів ЕКТС / 135 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно розкладу на сайті http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i><u>Лектор:</u> ст. викл. кафедри БМІ Зубков Станіслав Володимирович, e-mail – szub284@gmail.com, Telegram - Stanislav Zubkov, +380962212622 <u>Практичні:</u> ст. викл. кафедри БМІ Зубков Станіслав Володимирович, e-mail – szub284@gmail.com, Telegram - Stanislav Zubkov, +380962212622</i>
Розміщення курсу	<i>Власний ресурс: https://drive.google.com/drive/folders/1awt89uSkuKr4HC4ioURpiA2OebDvsLo6?usp=sharing - курс «Біомедичні прилади, апарати і комплекси»</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» вивчає застосування методів та загальних принципів побудови медичних виробів, пов'язаних із розробкою та інженерним обслуговуванням біологічних та медичних приладів і систем. Основною метою навчальної дисципліни «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» є формування у студентів здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі, знання відповідного програмного забезпечення, знань стандартів та технічних характеристик елементів

приладів, умінь використовувати ці знання при проектуванні виробів медичного призначення.

Навчання з дисципліни «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Для вивчення дисципліни необхідні:

навички: методи програмування, симуляції та аналізу технічних та біологічних систем; методи теорії автоматичного керування; володіння програмним забезпеченням MicroCap-12.

компетентності: В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти зможуть:

- розуміти та використовувати засоби та методи проектування медичних приладів та апаратів;
- уміти здійснювати пошук та узагальнення інформації з питань медичних виробів і застосовувати її в межах своєї компетенції;
- проводити дослідження із застосуванням сучасних програмних засобів симуляції життєвих процесів, у тому числі в техніко-біологічних системах.

А також практично використовувати набуті знання з:

- методів використання моделей промислових виробів для моделювання роботи медичних систем;
- складання елементарних моделей органів та систем організму людини.
- загальних принципів та тенденцій розвитку сучасних медичних систем;
- формулювання і обґрунтування технічних вимог до медичних систем;
- інтерпретації біологічних об'єктів як комплексу функціональних і динамічних ланок;
- використання сучасних теоретичних методів та технічних засобів для визначення параметрів технічних та біологічних систем;
- процесів, що проходять в медичних приладах, апаратах та біологічних об'єктах і системах;
- ремонту та обслуговування різноманітної радіоелектронної медичної техніки.

Загальні компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 7 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 8 - Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

ФК 1 - Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.

ФК 3 - Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.

ФК 5 - Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.

ФК 6 - Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем.

ФК 9 - Здатність до створення інструментів та методологій наукової діяльності, оцінювання та впровадження результатів сучасних розробок, рішень та досягнень інженерних і точних наук в медицину і біологію.

ФК 14 - Здатність проводити експерименти за заданими технічними та медичними методиками, виконувати комп'ютерну обробку, аналіз і синтез отриманих результатів.

Програмними результатами навчання після вивчення дисципліни «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» є (ОП введено в дію Наказом ректора НОН/89/2021 від 19.04.2021 р.):

- ПРН 2 Розуміння принципів дії сучасної діагностичної апаратури та систем відображення біомедичної інформації, основ відповідного програмного забезпечення.
- ПРН 7 Володіння методами дослідження, проектування і конструювання об'єктів біомедичної техніки, аналіз і обробку експериментальних даних.
- ПРН 8 Знання загальних вимог до умов виконання інженерних, технологічних та наукових проектів.
- ПРН 10 Знання в самих передових галузях навчання й професійної діяльності та на стику різних галузей
- ПРН 11 Розуміння новітніх досягнень в галузі біомедичної інженерії
- ПРН 12 Розуміння етичних, екологічних і комерційних обмежень в інженерній практиці
- ПРН 15 Розуміння спеціалізованих концептуальних принципів, набутих у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи.
- ПРН 16 Знання методів проектування, конструювання, вдосконалення та застосовування медико-технічних та біоінженерних виробів, приладів, апаратів і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію.
- ПРН 17 Аналіз і вирішення складних медико-інженерних та біоінженерних проблем із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій.
- ПРН 18 Створення і вдосконалення засобів, методів та технологій біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення.
- ПРН 19 Розроблення, планування, використання та обґрунтування інноваційних проектів біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснення їх інформаційного та методичного забезпечення.
- ПРН 20 Оцінювання біологічних і технічних аспектів та наслідків взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачення їх взаємного впливу, правових, деонтологічних і морально-етичних наслідків використання.

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

Навчальна дисципліна «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» належить до циклу професійної підготовки та має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує відповідно до свого предмету знання з інших навчальних дисциплін: Вища математика, Основи інформатики, Теорія автоматичного керування, Теорія біомедичних сигналів, Математичне моделювання біомедичних процесів і систем. За структурно-логічною схемою програми підготовки фахівця

дисципліна «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» тісно пов'язана з іншими дисциплінами професійної підготовки: Аналіз і проектування електронної медичної техніки, Переддипломною практикою та Дипломним проектуванням.

3. Зміст навчальної дисципліни

Основні розділи та теми, що розглядатимуться в процесі вивчення курсу:

Розділ 1. Вимірювальні прилади медичного призначення

Тема 1.1. Основи метрології медичних приладів. Основні стандарти.

Розділ 2. Електрокардіографічні електроди

Тема 2.1. Принципи роботи електродів електрокардіографів. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 3. Електроенцефалографічні електроди

Тема 3.1. Принципи роботи електродів електроенцефалографів. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 4. Пульсоксиметричні датчики

Тема 4.1. Принципи роботи оптичних датчиків для пульсоксиметрів. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 5. Датчики тиску

Тема 5.1. Принципи роботи тезометричних та п'єзорезистивних датчиків деформацій. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 6. Реографічні електроди

Тема 6.1. Принципи роботи реографічних електродів. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 7. Датчики для фонокардіографії

Тема 7.1. Принципи роботи датчиків фонокардіографів. Конструкція та технічні характеристики.

Розділ 8. Ультразвукові датчики

Тема 8.1. Принципи роботи ультразвукових датчиків. Конструкція та технічні характеристики.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Під.ред. Джон Г. Вебстер. Медичні прилади. Разработка и применение. «Медінформ», Київ 2004, 620 стор.
2. Л.В.Ілясов. Биомедицинская измерительная техника. М., «Высшая школа», 2007, 175 стр.
3. А.В. БЕРДНИКОВ, М.В. СЕМКО, Ю.А. ШИРОКОВА. МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ, АППАРАТЫ, СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ. Часть I. "ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ". Учебное пособие. Казань, КГТУ им. А.Н. Туполева, 2004.
4. Кларк Д.В., Ньюман М. Р., Олсон В.Х. и др. Ред. Д.Г. Вебстер. Медицинские приборы. Разработка и применение. – К.: Медторг, 2004. - 620с.
5. Яненко О. П., Перегудов С. Н., Куценко В. П. Медична техніка для терапії та діагностики: навчальний посібник / НТУУ «КПІ». Київ : НТУУ «КПІ», 2013.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/2488>.

Додаткова література:

1. Рангайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов Практический подход. Под. ред. А.П. Немирко, М., «Физматлит», 2007, 430 стр.
2. ПРАКТИКУМ до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Прилади контролю фізіологічних параметрів людини (Прилади контролю фізіологічних параметрів людини-2)», ЛР1 та ЛР2. <https://cloud.mail.ru/public/DehU/duvXXZRwi>
3. К.Холльдак. Д.Вольф. Атлас и руководство по фонокардиографии и смежным механокардиографическим методам исследования. М., «Медицина», 1964г. <https://cloud.mail.ru/public/2qwd/7FQpVaVHZ>
4. Реографические измерения и оценка параметров сосудистой системы. Кисельгов Е.Н., Сергеев В.Г. ссылка: <https://cloud.mail.ru/public/Mpdo/8cyRwtAYr>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Тема	Програмні результати навчання	Основні завдання	
			Контрольний захід	Термін виконання
1	Основи метрології медичних приладів. Основні стандарти	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 1	1-й тиждень
2	Принципи роботи електродів електрокардіографів. Конструкція та технічні характеристики.	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 2	2-й тиждень
3	Принципи роботи електродів електроенцефалографів. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 3	3-й тиждень
4	Принципи роботи оптичних датчиків для пульсоксиметрів. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 4	4-й тиждень
5	Принципи роботи тезометричних та п'єзорезистивних датчиків деформацій. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 5	5-й тиждень
6	Принципи роботи реографічних електродів. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 6	6-й тиждень
7	Принципи роботи датчиків фонокардіографів. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 7	7-й тиждень
8	Принципи роботи ультразвукових датчиків. Конструкція та технічні характеристики	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 8	8-й тиждень
9	Модульна контрольна робота	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	Практична робота 9	9-й тиждень
10	Екзамен	ПРН 2; ПРН7,8; ПРН 10...12; ПРН 15...20	-	За розкладом сесії

6. Самостійна робота студента

Одним з основних видів семестрового контролю під час опанування навчальної дисципліни «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» є підготовка до лекцій, практичних робіт, експрес-контрольних робіт / тестових завдань та Індивідуальних контрольних завдань.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекційних занять (консультацій) є вкрай рекомендованим, як і обов'язкова самостійна підготовка до лекцій. Відвідування практичних занять є обов'язковим, оскільки на них відбувається написання експрес-контрольних робіт / тестових завдань/захист практичних робіт, оцінки за які входять до поточного рейтингу.

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

Пропущені контрольні заходи

Пропущені контрольні заходи з захисту практичних робіт обов'язково відпрацьовуються за умови наявності звіту на наступному занятті, або на консультаціях.

Пропущення написання модульної контрольної роботи та експрес-контрольних не відпрацьовуються.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали*	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Вдосконалення практичних робіт	1 бал (за кожну практичну роботу)	Несвоєчасне виконання та захист практичної роботи	Від -0,5 бали до -5 балів (залежить від терміну здачі)
Проходження дистанційних курсів за темами, які узгоджені з викладачами	5 балів	Несвоєчасне виконання та здача РГР	Від -2 балів до -20 балів (залежить від терміну здачі)
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	5 балів		

* якщо контрольний захід був пропущений з поважної причини (хвороба, яка підтверджена довідкою встановленого зразку) – штрафні бали не нараховуються.

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>.

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 «Біомедичні прилади, апарати і комплекси» 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» та через власний інформаційно-учбовий ресурс.

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 англійськомовних 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	Звіт з виконання практичних робіт	0	0	20	Умова допуску до захисту
2	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання/захист практичних робіт	45	5	9	45
4	Модульна контрольна робота	15	15	1	15
5	Екзамен	40	40	1	40
Всього					100

Здобувач отримує позитивну залікову оцінку за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені PCO.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на передостанньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді модульної контрольної роботи/тестового завдання.

Якщо оцінка за модульну контрольну роботу менша ніж за поточним рейтингом, застосовується «жорстка» PCO – попередній рейтинг здобувача за п.2 (за винятком балів за семестрове індивідуальне завдання, пп.3 та 4) скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Календарний контроль (КК) - провадиться 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
Поточний рейтинг		≥ 21 бал	≥ 37 балів
Умови отримання позитивного результату з календарного контролю	Звіти з виконання практичних робіт	КП №№1-12	+
		КП №№13-20	-
	Експрес-контрольні роботи / тестові завдання/захист практичних робіт	Мінімум 50% можливих балів за темами 1.1...3.2	+
		Мінімум 50% можливих балів за темами 3.3...5.2	-
	Домашня контрольна робота 1	за розділами 1,2	+
	Домашня контрольна робота 2	за розділом 4	-
	Модульна контрольна робота	Оцінена МКР	-

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

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 60$
2	Захищено всі практичні роботи	Звіт
3	Написання не менше 5 експрес-контрольних робіт / тестових завдань	Більше 25 балів

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

Обов'язкові умови допуску до заліку:

1. Активність на практичних заняттях.
2. Позитивний результат першої та другої атестацій.
3. Регулярне 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 наведено 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 старшим викладачем кафедри біомедичної інженерії, Зубковим Станіславом Володимировичем

Ухвалено кафедрою біомедичної інженерії (протокол № ___ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету біомедичної інженерії (протокол № ___ від _____)

**Перелік запитань для підготовки до модульної контрольної роботи,
а також для підготовки до екзамену Екзаменаційні питання**

1. Що розуміється під терміном «медичний виріб», «виріб медичного техніки», «виріб медичного призначення»? Класифікація медичних виробів за ступенем потенційного ризику.
2. Нормування метрологічних характеристик засобів вимірювання: похибки абсолютна, відносна, основна та додаткова.
3. Основні характеристики динамічної похибки. Визначення астатичної системи. Залежність статичної похибки від коефіцієнта підсилення і порядку астатизму.
4. Основні характеристики електродів. Нормовані характеристики електродів за ГОСТ 25995.
5. Еквівалентна схема «шкіра - електрод». Вплив на часові та частотні характеристики.
6. Електроди для реєстрації біоелектричних потенціалів: принцип вимірювання напруги дрейфу.
7. Електроди для реєстрації біоелектричних потенціалів: принцип вимірювання напруги шуму.
8. Перешкоди в підсилювачах ЕКГ. Синфазна, різницєва перешкоди. Схема їх виникнення. Методи придушення. Структура вхідного каскаду.
9. Еквівалентна схема вхідного кола підсилювача біопотенціалів. Вплив розбалансу вхідних імпедансів на придушення синфазної перешкоди.
10. Еквівалентна схема вхідного кола каналу ЕКГ з інструментальним підсилювачем. Коефіцієнт придушення синфазної перешкоди вхідного кола.
11. Еквівалентна схема вхідного кола каналу ЕЕГ з інструментальним підсилювачем. Коефіцієнт придушення синфазної перешкоди вхідного кола.
12. Ідеальний операційний підсилювач. Основні співвідношення.
13. Інвертуючий підсилювач. Вираз для коефіцієнта підсилення.
14. Неінвертуючий підсилювач. Вираз для коефіцієнта підсилення.
15. Інвертуючий суматор. Диференційний підсилювач. Вираз для коефіцієнта підсилення.
16. Реальний операційний підсилювач. Основні співвідношення.
17. Принцип придушення синфазної перешкоди в інструментальному підсилювачі.
18. Блок-схема електрокардіографа. Призначення основних функціональних вузлів.
19. Структурна схема фонокардіографа. Фільтри Мааса-Вебера (m, t_1, t_2, h).
20. Закон Бугера-Ламберта-Бера для n -компонентних розчинів.
21. Принцип роботи пульсоксиметрів. Алгоритм обчислення PCO_2 .
22. Блок-схема пульсоксиметра.
23. Закон Гука. Залежність напруження від деформації. Три основних типи напруженого стану. Коефіцієнт Пуассона.
24. Зв'язок між деформацією і опором тензодатчика. Коефіцієнт тезо чутливості.
25. Конструкція тензодатчиків тиску. Коефіцієнт перетворення мостової схеми.
26. Конструкція і принцип роботи ємнісних датчиків тиску. Основні співвідношення.
27. Основні метрологічні характеристики приладів для вимірювання тиску крові. Зв'язок між параметрами пульсової хвилі та середнім тиском.
28. Неінвазивне вимірювання тиску. Принципи класифікації за точністю приладів для вимірювання артеріального тиску осцлометричним методом.
29. Типова конструкція одноелементного акустичного перетворювача. Призначення демпфера, узгоджуючого шару та акустичної лінзи

30. Прямий та зворотний п'єзоефекти в УЗ-датчиках. Співвідношення між деформацією та електричним полем.
31. Формування діаграми випромінювання в багатоелементних УЗ-датчиках. Типи розгортки.
32. Ефект Доплера. Формула зміщення частоти