



БІОМЕДИЧНІ СЕНСОРИ¹

Викладач: кандидат технічних наук, доцент, Небеснюк Оксана Юріївна

Кафедра: мікроелектронних та електронних інформаційних систем, 10 корпус, ауд.203

E-mail: 0811oksana@gmail.com

Телефон: +380665409869

Інші засоби зв'язку: Moodle, Viber, Skype, Zoom, Telegram, електронна пошта

Освітня програма, рівень вищої освіти		Мікро – та наносистемна техніка бакалавр					
Статус дисципліни		Вибіркова					
Кредити ECTS	6	Навч. рік	2023-24	Рік навчання	2	Тижні	16
Кількість годин	180	Кількість змістових модулів¹	10	Лекційні заняття – 32 Лабораторна робота – 32 Самостійна робота – 116			
Вид контролю	Іспит						
Посилання на курс в Moodle			https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13454				
Консультації: особисті за розкладом на кафедрі, 10 корпус, ауд. 203; дистанційні – Zoom, Skype за попередньою домовленістю Запис на консультації: 0811oksana@gmail.com							

ОПИС КУРСУ

Метою викладання курсу «Біомедичні сенсори» є навчання здобувачів вищої освіти методам та засобам дослідження та аналізу біомедичних сенсорів, які призначені для вимірювання медико-біологічних величин різної природи.

Завданнями вивчення дисципліни є опанування студентами принципів вимірювання біологічних сигналів закономірностей будови і функціонування сенсорів, датчиків, перетворювачів біомедичних сигналів та їх проектування.

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У разі успішного завершення курсу студент **зможє:**

- Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.
- Застосовувати знання і розуміння тематичних методів для розв'язання теоретичних прикладних задач мікро- та наносистемної техніки.
- Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.
- Застосовувати знання з оптохемотехніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки при проектуванні та розробці інформаційних систем мікро- та наноелектроніки.
- вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.

ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

¹ 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредиту ECTS)



Презентації лекцій, методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт розміщені на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13454>

КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

Поточні контрольні заходи:

Обов'язкові види роботи:

Тестування (тах 4 бали) – наприкінці кожного змістового модуля курсу. Складається з 2 двох завдань: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13454> Кожне завдання оцінюється в два бали.

Виконання лабораторних робіт (тах 2 бали за кожну роботу) – у кожному змістовому модулі для отримання практичних навичок та закріплення теоретичного матеріалу. Усі необхідні матеріали у методичних вказівках до виконання лабораторних робіт та на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13454>

Підсумкові контрольні заходи:

Залік (тах 40 балів) передбачає проведення підсумкового контролю знань згідно до перелік питань див. на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13454>

Питання передбачають знання базових теоретичних основ и володіння практичними навичками розрахунку та аналізу основних параметрів та характеристик сенсорних елементів.

Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
Поточний контроль (тах 60%)			
Змістовий модуль 1	Проміжний контроль знань	Тиждень 1	4
	Виконання лабораторної роботи №1	Тиждень 1	2
Змістовий модуль 2	Проміжний контроль знань	Тиждень 3	4
	Виконання лабораторної роботи №2	Тиждень 2-3	2
Змістовий модуль 3	Проміжний контроль знань	Тиждень 4	4
	Виконання лабораторної роботи №3	Тиждень 4	2
Змістовий модуль 4	Проміжний контроль знань	Тиждень 6	4
	Виконання лабораторної роботи №4	Тиждень 5-6	2
Змістовий модуль 5	Проміжний контроль знань	Тиждень 7	4
	Виконання лабораторної роботи №5	Тиждень 7	2
Змістовий модуль 6	Проміжний контроль знань	Тиждень 9	4
	Виконання лабораторної роботи №6	Тиждень 8-9	2
Змістовий модуль 7	Проміжний контроль знань	Тиждень 11	4
	Виконання лабораторної роботи №7	Тиждень 10-11	2
Змістовий модуль 8	Проміжний контроль знань	Тиждень 13	4
	Виконання лабораторної роботи №8	Тиждень 12-13	2
Змістовий модуль 9	Проміжний контроль знань	Тиждень 14	4
	Виконання лабораторної роботи №9	Тиждень 14	2
Змістовий модуль 10	Проміжний контроль знань	Тиждень 16	4
	Виконання лабораторної роботи №10	Тиждень 15-16	2
Разом			60
Підсумковий контроль			
Залік			40
Разом			100%



Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 1			
Тиждень 1 Лекція 1	Сенсор. Прості сенсори. Функціональна схема простого сенсора.		
Лабораторна робота №1		Дослідження реакції головного мозку на світлові та звукові дратівники	2
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу	4
Змістовий модуль 2			
Тиждень 2 Лекція 2	Фізична сутність перетворювання: зміна фізичних властивостей, теплова енергія, ефект Зеебека і піроелектричний ефект, ефект Пельтьє.		
Лабораторна робота №2		Гальванометрична експрес-оцінка функціональної асиметрії півкуль головного мозку	2
Тиждень 3 Лекція 3	Фотогальванічний ефект, ефект фотопровідності, ефект Зеемана, ефект Фарадея, Ефект Холла, магнітострикція,		

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
Силабус навчальної дисципліни



	п'єзоелектричний ефект.		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу	4
Змістовий модуль 3			
Тиждень 4 Лекція 4	Електроди. Призначення та основні характеристики. Вимоги до електродів. Датчики. Класифікація та основні параметри.		
Лабораторна робота №3		Фізичні методи діагностики і терапії в медицині	2
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу	4
Змістовий модуль 4			
Тиждень 5 Лекція 5	Терморезистори. Термопари. Сенсори температури на фотоефекті.		
Лабораторна робота №4		Моделювання пасивних електричних властивостей тканин організму.	2
Тиждень 6 Лекція 6	Діелектричні сенсори температури.		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу	4
Змістовий модуль 5			
Тиждень 7 Лекція 7	Звук. Застосування акустичних досліджень в медицині.		
Лабораторна робота №5		Визначення розмірів мікрооб'єктів за допомогою цифрового оптоелектронного мікроскопа.	2
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4
Змістовий модуль 6			
Тиждень 8 Лекція 8	Фізичні основи ультразвука. Ультразвукова локація та ультразвукове дослідження.		
Лабораторна робота №6		Аналіз характеристик зовнішнього дихання за допомогою цифрового	2

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
Силабус навчальної дисципліни



		спірографа «Сфера-4»	
Тиждень 9 Лекція 9	Тензорезистори		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4
Змістовий модуль 7			
Тиждень 10 Лекція 10	Механізми сорбції газів на поверхні твердого тіла. Напівпровідникові газоаналізатори адсорбційного типу. Резистивні сенсори. Сенсори на основі МДН-структур. Сенсори на основі гетеропереходу.		
Лабораторна робота №7		Дослідження схем включення чутливих елементів.	2
Тиждень 11 Лекція 11	Резистивні та ємнісні сенсори вологи. Оптичні сенсори. Каталітичні та калориметричні сенсори.		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4
Змістовий модуль 8			
Тиждень 12 Лекція 12	Електрохімічні сенсори. Закон Нернста. Потенціалометричні методи визначення складу рідин.		
Лабораторна робота №8		Вимірювання температури за допомогою термоопору.	2
Тиждень 13 Лекція 13	Іоноселективні електроди. Біосенсори.		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4
Змістовий модуль 9			
Тиждень 14 Лекція 14	Параметри радіації та одиниці вимірювання. Детектори на основі іонізації газів. Газонаповнені детектори випромінювання. Газонаповнені детектори випромінювання. Сцинтиляційні		

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
Силабус навчальної дисципліни



	детектори.		
Лабораторна робота № 9		Вимірювання артеріального тиску та пульсу.	2
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4
Змістовий модуль 10			
Тиждень 15 Лекція 15	Загальні поняття про інтелектуальні датчики. Сенсори на основі вуглецевих нанотрубок. Мультисенсорні електронні детектори запаху і смаку.		
Лабораторна робота № 10		Вимірювання кислотності розчинів за допомогою рН –метру.	2
Тиждень 16 Лекція 16	Тенденції розвитку датчиків фізичних величин і способів вимірів в біометрії.		
Проміжний контроль		Перевірка якості засвоєння теоретичного матеріалу.	4

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
2. Ивантер, Э. В., Коросов, А. В. Элементарная биометрия: учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. – 104 с.
3. Кухарев, Г. А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
4. Традиционные методы биометрической аутентификации и идентификации [Электронный ресурс]: [учебно-методическое пособие по дисциплине "Информатика человека и биосистем" / Воробей Е. А., Азизов П. М., Худницкий А. А., Снигирев С. А.; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Интеллектуальные системы" . - Электрон. дан. - БНТУ, 2009.
5. Корневский Н.А. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий: монография / Н.А. Корневский, Е.П. Попечителей, С.А. Филист. – Курск: Курская городская типография, 1999. – 537 с.
6. Biological and Medical Sensor Technologies CRC Press / Published March 29, 2017, Reference - 412 Pages - 186 B/W Illustrations ISBN 9781138073210 - CAT# K33884
7. Chemical Sensors and Biosensors for Medical and Biological Applications / Wiley-VCH; 1 edition ISBN-10: 3527288554 8. Smart Sensors and Systems / Innovations for Medical, Environmental, and IoT Applications/ Kyung, C.-M., Yasuura, H., Liu, Y., Lin, Y.-L. (Eds.), 2017 ISBN 978-3- 319-33201-7



РЕГУЛЯЦІЇ І ПОЛІТИКИ КУРСУ²

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних та практичних занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється аудиторно з відпрацюванням на лабораторному обладнанні. Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

Політика академічної доброчесності

Індивідуальні завдання, що виконуються студентами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перефразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело. Приклади оформлення цитувань див. на Moodle у розділі «Оформлення цитувань»:
<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8591>

Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перекладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:

Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua>

Цифрова повнотекстова база даних англomовної наукової періодики JSTOR: <https://www.jstor.org/>

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних занять забороняється. Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» на мобільних телефонах до початку заняття.

При виконанні лабораторних робіт дозволяється використовувати техніку у навчальних цілях (для виконання розрахунків, побудови графіків, моделювання, тощо).

Під час виконання заходів контролю (тестів, письмових контрольних робіт, заліку) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перекладання.

Комунікація

Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle.

Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни проведення контрольних робіт, коди доступу до сесій у Zoom та ін. – регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу та в групах Viber, Telegram. Для персональних запитів використовується сервіс

² Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**
Силабус навчальної дисципліни



приватних повідомлень та електронна пошта 0811oksana@gmail.com. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр академічної групи. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів.

Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам».



ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2023-2024 рр.

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2023-2024 н. р. доступний за адресою:
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ. Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ:** <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методика проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА. Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога Марті Ірини Вадимівни (061)228-15-84, (099)253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Борисов Костянтин Борисович**
Електронна адреса: uv@znu.edu.ua Гаряча лінія: Тел. [\(061\) 228-75-50](tel:+380612287550)



РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ. Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): <https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу. Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

Центр інтенсивного вивчення іноземних мов: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

Центр німецької мови, партнер Гете-інституту: <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

Школа Конфуція (вивчення китайської мови): <http://sites.znu.edu.ua/confucius>