


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет

Затверджено
на засіданні кафедри біофізики
та біоінформатики
біологічного факультету
Львівський національний університету
імені Івана Франка
(протокол № 19 від 05.04 2023 р.)

Завідувач кафедри 
д.б.н., проф. Андрій БАБСЬКИЙ

СИЛАБУС
нормативної навчальної дисципліни
«БІОФІЗИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ»,
що викладається в межах освітньо-професійної програми БІОФІЗИКА
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності 091 Біологія та біохімія

Львів-2023

**Силабус дисципліни «БІОФІЗИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ»
2023–2024 н.р.**

Назва курсу	Біофізика сенсорних систем
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005, Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	09 Біологія 091 Біологія та біохімія
Викладачі курсу	Буря Марта Володимирівна доцент кафедри біофізики та біоінформатики, к.б.н., доцент
Контактна інформація викладачів	marta.bura@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	Аудиторні консультації: щосереди, 11:50-13:30 (вул. Грушевського 4, корпус Львівського національного університету імені Івана Франка, біологічний факультет, III поверх, ауд. № 325(викладацька)). Онлайн-консультації: через Zoom; за допомогою попередньої домовленості. Для погодження часу онлайн-консультацій слід писати на корпоративну електронну скриньку Бурої М.В.
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/biofizyka-sensornyh-system https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=86
Інформація про курс	Навчальна дисципліна «Біофізика сенсорних систем» є нормативною дисципліною зі спеціальності 091 Біологія та біохімія для освітньо-професійної програми «Біофізика», другого (магістерського) рівня вищої освіти яка викладається в II семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою).
Коротка анотація курсу	Навчальна дисципліна «Біофізика сенсорних систем» розроблена таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання про закономірності функціонування сенсорних систем людини, хребетних та безхребетних тварин. У зв'язку з цим у курсі розглядаються основні положення загальної сенсорної біофізики, біофізика рецепторної клітини, загальний план організації сенсорних систем і принципи їхнього функціонування. Лекції присвячені детальному розгляду всіх сенсорних систем людини (смакової, слухової, хімічної вісцеральної, соматичної системи, вестибулярного апарату, слуху, зору і больового відчуття) і деяких систем тварин, які не притаманні людині.

<p>Мета та цілі курсу</p>	<p>Метою викладання навчальної дисципліни «Біофізика сенсорних систем» є ознайомлення студентів з основними поняттями і закономірностями функціонуванням сенсорних систем людини і тварин, та інших організмів. Основними цілями вивчення дисципліни «Біофізика сенсорних систем» є формування у студентів комплексного розуміння ролі сенсорної системи для організму в цілому, під час формування поведінки та захисних рефлексів.</p>
<p>Література для вивчення дисциплінології</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. 3. <i>Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф.</i> БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 4. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 5. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. <i>Івашиків Л.Я.</i> Методичні вказівки до вивчення спецкурсу “Біофізика сенсорних систем” для студентів біологічного факультету. – Львів, 2006. – 84 с. 7. <i>Клевець М.Ю.</i> Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем. – В кн.: Фізіологія людини і тварин: Навч. пос. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – С.168-188. 8. <i>Анатомія і фізіологія людини / За ред. Бишевця М.І.</i> – К., 1991. – 530 с. 9. <i>Безпека життєдіяльності / За ред. Я.Бедрія.</i> - Львів: Афіша, 1998. – 10. <i>Білявський Г.О., Падул М.М., Фурдуй Р.С.</i> Основи загальної екології: Підручник. - К.: Либідь, 1995 11. <i>Korzeniowski L.F.</i> Securitologia na początku XXI wieku. «Securitologia / Securitology / Секюритология» Zeszyty Naukowe EUROPEAN ASSOCIATION for SECURITY. 2007, nr. 6, s. 181 - 192. s. 184. 12. <i>Nag, Ahindra</i> (2010). Biosystems engineering. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-160629-5. 13. <i>Heldman, Dennis R.; Moraru, Carmen I.</i> (2011). Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering (вид. 2nd edition). Boca Raton, FL. ISBN 978-1-4987-1107-4. 14. <i>Coppola Antonio; Di Renzo Giovanni Carlo; Altieri Giuseppe; D'Antonio Paola</i> (2020). Innovative biosystems engineering for sustainable agriculture, forestry and food production: International Mid-Term Conference 2019 of the Italian Association of Agricultural Engineering (AIIA). Cham, Switzerland. ISBN 978-3-030-39299-4. 15. <i>Кашуба В. О., Понадюха Ю. А.</i> Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія. К.: Центр учбової літератури, 2018. 768 с. 16. Біомеханіка: навчально-методичний посібник / укл. Мединський С.В. Чернівецький нац. ун-т, 2004. 138 с. 17. <i>Sapolsky R. M.</i> BEHAVE: The Biology of Humans at Our Best and Wors. Penguin Press: New York, NY. 2017, 773 p. <p>Інформаційні ресурси</p> <ol style="list-style-type: none"> 18. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. Science. 2014 Nov 21;346(6212):950-4. 19. Dubin AE, Patapoutian A. Nociceptors: the sensors of the pain pathway. J. Clin. Invest. 2010 Nov;120(11):3760-72. 20. Physiology, Sensory System – StatPearls – NCBI Bookshelf 21. SensoryReceptors 22. http://biofiz.semmelweis.hu/run/dl_t.php?id=311&tid=102 23. https://www.wikilectures.eu/w/SENSORY_BIOPHYSICS

	<p>24. Biophysics and Neurophysiology of the Sixth Sense</p> <p>25. https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(00)76519-2</p> <p>26. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1185/1/012156</p> <p>27. https://www.med.muni.cz/biofyz/files/en/sensory%20perception-vision-18.pdf</p> <p>28. https://www.nature.com/articles/ncomms1533.pdf</p> <p>29. https://www.researchgate.net/publication/294283575_Biophysics_of_food_perception</p> <p>30. https://www.slideshare.net/AHS_student/lecture-19pain-drreem-alsabah</p>
Обсяг курсу	<p>48 години аудиторних занять.</p> <p>3 них: 32 годин лекцій,</p> <p>16 годин практичних занять,</p> <p>72 години самостійної роботи.</p>
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати будову і механізми функціонування різних сенсорних систем людини та сутність особливості протікання збудження по нервовому волокну; - вміти застосовувати на практиці знання об'єктивної і суб'єктивної сенсорної біофізики, володіти основами системного підходу до аналізу складних явищ, а також коректно інтерпретувати результати дослідження. <p>Курс забезпечує набуття таких компетентностей та програмних результатів навчання:</p> <p>ФК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.</p> <p>ФК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.</p> <p>ФК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.</p> <p>ФК06. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.</p> <p>ФК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації.</p> <p>ФК11. Розуміння біофізичних та молекулярних механізмів функціонування різних видів клітин, субклітинних структур, тканин, органів та організму в цілому за нормальних умов та патологічних станів, та за впливу зовнішніх чинників.</p> <p>ПРН2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.</p> <p>ПРН6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.</p> <p>ПРН7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.</p> <p>ПРН13. Дотримуватися основних правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту, оцінювати ризики застосування новітніх біологічних, біотехнологічних і медико-біологічних методів та технологій, визначати потенційно небезпечні організми чи виробничі процеси, що можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.</p> <p>ПРН14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.</p> <p>ПРН16. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення практичних задач і проблем.</p> <p>ПРН17. Встановлювати та аргументувати нові залежності та закономірності між параметрами та характеристиками складних біофізичних систем.</p> <p>ПРН18. Аналізувати відомі принципи та механізми структурно-функціональної організації, регуляції та адаптації організмів.</p>

	ПРН21. Критично осмислювати та аналізувати основні напрямки сучасної практичної біофізики, для вирішення актуальних проблем.
Ключові слова	Аналізатор, біофізика, рецепторна клітина, трансдукція, відчуття
Формат курсу	очний
Теми	Наведено у таблиці 1
Підсумковий контроль, форма	Іспит в кінці II семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують знань з дисципліни професійної та практичної підготовки «Проблемні питання сучасної біології» та базових знань з фізіології, біофізики, зоології, екології, а також природничих дисциплін, достатніх для аналізу механізмів трансформації різних видів енергії в живих системах.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	<p><i>Словесні методи (лекція, розповідь, бесіда); наочні методи (демонстрація); вирішення кейсів; інтерактивні методи (дискусія). Використання веб-ресурсів для дистанційного навчання (Zoom і платформи Moodle).</i></p> <p>Основними формами навчання є лекційна подача матеріалу, проведення практичних занять (розповідь та демонстрація), а також організація самостійної роботи студентів (запропоновано представлення студентом рецензії на обрану доповідь). Вивчення дисципліни супроводжується інформаційними, ілюстративними та проблемними методами навчання.</p> <p>Лекції супроводжуються демонстрацією основних положень, схем та таблиць з використанням мультимедійних засобів.</p> <p>Усі матеріали навчального курсу розміщено на платформі електронного навчання Moodle https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=86</p> <p>На практичних заняттях здійснюється роз'яснення сутності завдань і підходів до їх вирішення, а також вирішення проблемних питань та кейсів. Для активізації навчального процесу передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких як проблемні лекції, робота в малих групах (семінари-дискусії, метод «мозгового штурму»). При використанні проблемних лекцій пропонуються питання для самостійного розмірковування. Задаються питання, які заставляють студента шукати розв'язання проблемних ситуацій.</p> <p>Робота в малих групах використовується переважно на практичних заняттях і створює можливості для участі кожного студента за темою занять. Вона забезпечує формування особистісних якостей і досвіду соціального спілкування.</p>
Необхідне обладнання	Персональний комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практичні/самостійні тощо: 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20 балів; • контрольні заміри (модулі): 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 22 балів; • активність студентів – 8 балів; • іспит – 50% семестрової оцінки. Максимальна кількість 50 балів. <p>Бали на практичних заняттях: студент має підготувати 1 доповідь, доповідь оцінюється у 15 балів (наявність презентації, науковий рівень матеріалу та володіння ним, відповіді на питання) та 1</p>

	<p>рецензію на доповідь колеги-студента, оцінюється в 5 балів (актуальність обраної теми доповідача, зміст доповіді та оформлення презентації): 15 балів +5 балів = 20 балів.</p> <p>Бали за модулі: студенти пишуть 3 модульні контрольні роботи, які оцінюються у: 12 балів (Модуль №1, усний колоквиум) та 5 балів X 2 модулі (Модуль №2 та №3, тестові завдання в системі Moodle) =22 балів.</p> <p>Активна участь в обговоренні розглянутих тем оцінюється у 1 бал за заняття (8 занять): 8 занять X 1 бал = 8 балів.</p> <p>Всього: 20+22+8= 50 балів.</p> <p>Підсумковий контроль – усний іспит – усна відповідь на 3 питання (білет отримують студенти рандомно), які оцінюються 1 питання – 20 балів і 2 питання по 15 балів. Всього: 20 балів + 15 балів X 2 = 50 балів.</p> <p>До іспиту допускаються студенти враховуючи результати виконання студентом усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів упродовж семестру.</p> <p><i>Академічна доброчесність: Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</i> Виявлення ознак академічної доброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем.</p> <p><i>Відвідування занять:</i> є важливою складовою навчання. Студенти зобов'язані інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. За поважної причини, яка підтверджена документально, студент може відпрацювати практичне заняття у відведений час. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><i>Література.</i> Якщо студенти не можуть самостійно знайти літературу, то вона буде надана викладачем винятково в освітніх цілях без права передачі її третім особам. Студенти заохочуються до використання тих джерел яких немає серед рекомендованих.</p>
<p>Питання до іспиту (чи питання до контрольної роботи)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет і завдання біофізики сенсорних систем. 2. Загальні особливості функціонування сенсорних систем. Характеристики потоку інформації, яку сприймає людина. 3. Чутливість аналізаторів організму людини в забезпеченні безпеки життєдіяльності. Значення гомеостазу для забезпечення здоров'я і безпеки людини. 4. Механізми рецепції сенсорних систем. Механізм генерації і властивості рецепторного потенціалу. 5. Назвіть види і дайте характеристику поведінки людини. Адаптація організму до зовнішніх чинників середовища. 6. Сенсорне кодування відчуттів. Властивості відчуття. 7. Моделювання нервових клітин (нейронів) і нейронних мереж. Вдосконалення обчислювальної техніки і розробки нових елементів і пристроїв автоматики і телемеханіки. 8. Загальна характеристика зорової сенсорної системи. 9. Будова очного яблука. Еволюція зорової системи. 10. Оптична система ока. Світлова адаптація. Яскравість об'єктів. Чутливість, яка викликана світловими сигналами. 11. Порушення формування зображення на сітківці та їхня корекція. Стробоскопічний ефект. 12. Найнебезпечніші травми ока під час війни. Біонічне око (або зоровий нейронний протез чи нейроімплант). Профілактика та можливості лікування пошкоджень очей внаслідок вибухової хвилі. 13. Сітківка ока. Методи дослідження сітківки ока. 14. Організація рецепторного апарату сітківки.

	<p>15. Процеси трансдукції у фоторецепторах сітківки. 16. Нейронна мережа сітківки. 17. Кольоровий зір. Теорії. Психофізика зорового сприйняття. 18. Загальна характеристика слухової сенсорної системи. 19. Процеси трансдукції і трансформації у внутрішньому вусі. 20. Психофізика слуху. Границі слухової чутливості. 21. Контузія вуха. Віброхвороба. Кохлеарні імпланти. Біонічні вуха. 22. Безпечний і небезпечний шум. Акубаротравма. Отогематома. Вибухова травма вуха/акустична травма і втрата слуху. Розробка підходів до лікування постраждалих з акутравмою. 23. Вплив шуму і вібрації на організм людини. Біоакустика та боротьба з шкідниками. 24. Будова вестибулярного апарату (отолітовий апарат і півколові канали). 25. Нюхова сенсорна система людини. 26. Класифікація пахучих речовин. Ольфактивні і ольфактивнотригімінальні запахи. 27. Смакова сенсорна система людини. Класифікація, розміщення, властивості й іннервація. 28. Соматовісцеральна сенсорна система. 29. Тактильна та вібраційна чутливість. Дія електричного струму на організм людини та тканини та сенсорні органи. 30. Кінестетична чутливість. Ендопротезування. Екзопротезування. Протези: механічні, або тягові; біонічні, або міоелектричні; гібридні (комбіновані) і спеціальні протези для певних видів діяльності. Ендокорпоральні орани. Штучні органи. 31. Больова сенсорна система. Ноцицепція. Типи і компоненти болю. 32. Термічні опіки. Сучасні методи лікування опіків 33. Загальні відчуття. Відчуття голоду. Апетит. Ситість. Відчуття спраги. 34. Математичне моделювання як інструмент пізнання і прогнозування природних явищ.</p>
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу «Біофізика сенсорних систем»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Завдання, год	Термін виконання
1 тиждень	Тема. 1. Предмет і завдання біофізики сенсорних систем. Загальна характеристика об'єктивної і суб'єктивної сенсорної біофізики. Чутливість аналізаторів організму людини в забезпеченні безпеки життєдіяльності. Поняття «сенсорний орган», «сенсорна система» («аналізатор»), «сенсорні рецептори». Класифікація сенсорних систем. Сенсорні рецептори, їхня класифікація.	Лекція	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.</i> БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 3. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). <p>Додаткова література: 6, 7, 8. Інформаційні ресурси: 20, 21.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 4 год опрацювання питань з принципів та законів функціонування сенсорів; специфічності сенсорних систем.</p>	1 тиждень
2 тиждень	Тема. 2. Механізми рецепції. Загальні особливості функціонування сенсорних систем. Процеси трансдукції і трансформації у рецепторах. Етапи трансдукції у сенсорних рецепторах. Механізм генерації і властивості рецепторного потенціалу. Трансформація і перекодування рецепторного потенціалу. Фазна і тонічна відповідь первинного аферента.	Лекція	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. 3. 4. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 5. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002. – 784 с. <p>Додаткова література: 6, 8, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 22.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год адаптаційні процеси у рецепторах; організації та властивості сенсорної мережі.</p> <p>2 год Підготовка презентацій та рецензій</p>	1 тиждень
	Тема. 1-2.	Практичне заняття			

3 тиждень	Тема. 3. Сенсорне відчуття. Співвідношення модальності і свідомості. Властивості відчуття. Абсолютний поріг відчуття. Суб'єктивний диференціальний поріг. Закон Вебера-Фехнера. Закон Стівенсона. Просторові властивості відчуття. Контраст. Часові властивості відчуття. Адаптація і сенситизація. Моделювання нервових клітин (нейронів) і нейронних мереж.	Лекція	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. 3. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. <p>Додаткова література: 6, 8, 16, 17. Інформаційні ресурси: 20, 21.</p>	2 год Сам. робота: 4 год опрацювання питань з інтенсивності відчуття, прикладів порогів відчуття для різних сенсорних систем.	1 тиждень
4 тиждень	Тема. 4. Загальна характеристика зорової сенсорної системи. Електромагнітний спектр і видиме світло. Периферична і центральна частина зорової сенсорної системи. Будова очного яблука. Сльозовиділення, значення і регуляція нервовою системою. Зіниця. Реакція зіниці на освітлення, участь парасимпатичної і симпатичної нервової системи.	Лекція	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. <p>Додаткова література: 6, 7, 8. Інформаційні ресурси: 20, 21, 22, 23, 24.</p>	2 год Сам. робота: 5 год скотопічний і фотопічний зір; слезовиділення і синдрому сухих очей; ПС і С ланки нервової системи у роботі зорового аналізатора.	1 тиждень
	Тема. 3-4.	Практичне заняття		2 год Підготовка презентацій та рецензій	
5 тиждень	Акомодація. Порушення формування зображення на сітківці (катаракта, пресбіопія, або вікова далекозорість, астигматизм, сферична аберация, хроматична аберация, міопія, гіперметропія, глаукома) та їхня корекція. Світлова адаптація. Яскравість об'єктів.	Лекція	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. 	2 год Сам. робота: 4 год механізм акомодції та особливості	1 тиждень

			<p>John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p.</p> <p>4. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.</p> <p>Додаткова література: 6, 8, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 22, 23,24.</p>	<p>сті порушень формування зображення на сітківці; особливості акомодації у без- та хребетних тварин.</p>	
6 тиждень	<p>Тема 6. Сітківка ока. Структурна організація сітківки приматів. Світлочутлива, війкова і райдужна частина сітківки. Центральна ямка і жовта пляма. Сліпа пляма. Функції складових частин сітківки. Шари сітківки. Організація рецепторного апарату сітківки. Густина паличок і колбочок у різних частинах сітківки, їхня загальна кількість. Структура паличок і колбочок. Спектри поглинання паличок і колбочок. Типи колбочок. Товщина сітківки у різних відділах. Живлення сітківки.</p> <p>Тема. 5-6.</p>	<p>Лекція</p> <p>1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.</p> <p>2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p.</p> <p>3. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.</p> <p>Додаткова література: 6, 8, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 22, 23,24, 25, 26.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год</p> <p>методи дослідження сітківки ока, зокрема, пряма офтальмоскопія; відшарування сітківки від судинної оболонки ока; штучна сітківка.</p> <p>2 год</p> <p>Підготовка презентацій та рецензій.</p>	1 тиждень	
7 тиждень	<p>Тема 7. Процес трансдукції у фоторецепторах. Ввімкнення зорового каскаду. Реакція ізомеризації 11-цис-ретиналю, роль родопсину, трансдуцину, фосфодіестерази цГМФ. Темновий струм. Етапи підсилення у зоровому каскаді. Первинний і вторинний рецепторні потенціали паличок сітківки. Вимкнення зорового каскаду. Цикл родопсину. Нейронна мережа сітківки. Роль біполярів, горизонтальних і амакринових клі-</p>	<p>Лекція</p> <p>1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.</p> <p>2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p.</p> <p>3. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.</p> <p>Додаткова література: 9, 12, 14, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 23,24, 27.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год</p> <p>біофізичні основи світлової і темнової адаптації зорового аналізатора; спонтанна активність гангліозних клітин; кольорос-</p>	1 тиждень	

	тин. Рецепторне поле гангліозних клітин. Нервові клітини on-, off- і on-off-типу. Найнебезпечніші травми ока під час війни. Біонічне око (або зоровий нейронний протез чи нейроімплант).			пецифічна організації рецепторних полів; латерального гальмування у сітківці ока.	
8 тиждень	Тема 8. Кольоровий зір та психофізика зорового сприйняття. Фізіологічна основа і визначення і гостроти зору. Точкова, сепарабельна, ноніусна і форменна гострота зору. Критична частота злиття світлових мерехтінь. Біокулярний зір. Сприйняття глибини. Біокулярна координація руху очей. Рухи очей при розглядання складних предметів. Саккади. Зорові ілюзії. Тема. 7-8.	Лекція Практичне заняття	1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. 3. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. Додаткова література: 6, 9, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 23,24, 27.	2 год Підготовка до 1-го змістовного модуля http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=223 2 год Підготовка презентацій та рецензій.	1 тиждень
9 тиждень	Тема 9. Загальна характеристика слухової сенсорної системи. Безпечний і небезпечний шум. Будова вуха. Зовнішнє, середнє і внутрішнє (завитка) вухо. Функції середнього вуха. Узгодження імпендансів. Структурно-функціональна організація завитки. Кортіїв орган. Слухові процеси у внутрішньому вусі. Слуховий шлях. Центральна частина слухової сенсорної системи. Біоакустика та боротьба з шкідниками.	Лекція	1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. Додаткова література: 6, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 28.	2 год Сам. робота: 5 год опрацювання питань з будови органа слуху без- та хребетних тварин; фізичних характеристик звукових хвиль; методів дослідження органів слуху. Модуль І	1 тиждень

10 тиж- день	<p>Тема 10. Процеси трансдукції і трансформації у внутрішньому вусі. Частотна дисперсія, роль біжучої хвилі у завитці. Розподіл частотних максимумів вздовж основної мембрани. Постійні потенціали каналів завитки (ендокохлеарний потенціал). Мікрофонний потенціал завитки. Механотрансдукція у волоскових клітинах. Характеристика волокон слухового нерва. Амплітудно-частотне перекодування слухового рецепторного потенціалу.</p> <p>Тема. 9-10.</p>	<p>Лекція</p> <p>Практичне заняття з</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК., 2002. – 784 с. 3. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевещ, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). <p>Додаткова література: 6, 8, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 28.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год опрацювання питань з структури механорецепторів представників хребетних та безхребетних тварин;</p> <p>2 год Підготовка презентацій та рецензій.</p>	1 тиждень
11 тиждень	<p>Тема. 11. Соматовісцеральна сенсорна система. Відчуття рівноваги. Будова вестибулярного апарату (отолітовий апарат і півколові канали). Орієнтація півколових каналів в просторі. Волоскові клітини вестибулярної сенсорної системи. Трансдукція у волоскових клітинах. Адекватні стимули рецепторів отолітового апарату і півколових каналів. Центральна частина вестибулярної сенсорної системи. Зв'язки у ЦНС. Вестибулярні рефлексії. Узгодженість активності отолітового апарату і рецепторів ший. Вестибулярний ністагм.</p>	<p>Лекція</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевещ, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. <p>Додаткова література: 8, 9, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 23, 24.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год опрацювання питань з особливостей відчуття рівноваги; вестибулярних рефлексів та ністагм.</p>	1 тиждень
12 тиждень	<p>Тема. 12. Психофізика слуху. Границі слухової чутливості. Ізофони. Мовна область. Поріг розрізнення частот. Гучність звуку. Поріг розрізнення сили звуку. Звукова травма. Слух в умовах</p>	<p>Лекція</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник 	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 4 год</p>	1 тиждень

	<p>шуму. Адаптація слухової сенсорної системи. Слухова орієнтація у просторі. Порушення слуху. Зовнішній слуховий апарат. Віброворова. Кохлеарні імпланти. Біонічні вуха.</p> <p>Акубаротравма. Отогематома. Вибухова травма вуха/акустична травма і втрата слуху. Розробка підходів до лікування постраждалих з акутравмою.</p> <p>Тема. 11-12.</p>	Практичне заняття	<p>: [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевещ, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії").</p> <p>3. <i>Smith C. U. M. Biology of Sensory Systems.</i> John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p.</p> <p>Додаткова література: 8, 9, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 23, 24.</p>	<p>опрацювання питань меж слухової чутливості; роботи в надзвичайних умовах; причин глухоти (зокрема, професійної глухоти); методи ідентифікації та лікування.</p> <p>2 год</p> <p>Підготовка до 2-го змістовного модуля: http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=223</p>	
13 тиждень	<p>Тема. 13. Нюхова сенсорна система людини. Загальна організація і властивості. Нюховий епітелій. Клітини нюхового епітелію. Механізм трансдукції у нюхових нейронах. Структура рецепторних молекул. Нюхова цибулина. Міжклітинні зв'язки у нюховій цибулині. Центральні зв'язки нюхової сенсорної системи. Класифікація пахучих речовин. Ольфактивні і ольфактивнотригімінальні запахи. Компенсація запахів.</p>	Лекція	<p>1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.</p> <p>2. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.</p> <p>3. <i>Smith C. U. M. Biology of Sensory Systems.</i> John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p.</p> <p>Додаткова література: 6, 15, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 24.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 5 год</p> <p>питання з теорії нюху; методів дослідження органа нюху; функціональних зв'язків нюхової сенсорної системи.</p> <p>Модуль II (1)</p>	1 тиждень
14 тиждень	<p>Тема. 14. Смакова сенсорна система людини. Смакові рецептори язика. Класифікація, розміщення, властивості й іннервація. Зони специфічної сенсорної</p>	Лекція	<p>1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.</p>	<p>2 год</p> <p>Сам. робота: 4 год</p>	1 тиждень

	чутливості. Центральна частина смакової сенсорної системи. Смакові речовини. Класифікація. Вибіркове виключення. Контраст. Тема. 13-14.	Практичне заняття	2. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем): підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевещ, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. – (Серія "Біологічні Студії"). 3. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 4. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. Додаткова література: 6, 7, 8, 16. Інформаційні ресурси: 20, 21, 29.	опрацювання питань зв'язку смакового аналізатора з іншими сенсорними системами; методів дослідження. 2 год Підготовка презентацій та рецензій.	
15 тиждень	Тема. 15. Соматична чутливість. Рецепторний апарат шкіри. Терморецепція. Холодові і теплові рецептори. Тактильні рецептори. Дифузний дотик. Кінестетична чутливість. Ендопротезування. Екзопротезування. Протези: механічні, або тягові; біонічні, або міоелектричні; гібридні (комбіновані) і спеціальні протези для певних видів діяльності. Ендокорпоральні органи. Штучні органи.	Лекція	1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 3. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. Додаткова література: 12, 13, 14, 15, 16, 17. Інформаційні ресурси: 20, 21, 29.	2 год Самостійна робота на тему: Загальні відчуття. Сам. робота: 5 год Підготовка до 2-го змістовного модуля: http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=223	1 тиждень
16 тиждень	Тема. 16. Больова сенсорна система. Загальні відчуття. Ноціцепція. Типи і компоненти болю. Ендогенне і екзогенне гальмування болю. М'язове відчуття і кінестезія. Рецептори м'язів і сухожиль. Відчуття пози руху сили. Відчуття голоду. Апетит. Ситість. Відчуття спраги.	Лекція	1. <i>Бура М.В., Санагурський Д.І.</i> Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. <i>Ганонг В.</i> Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 3. <i>Smith C. U. M.</i> Biology of Sensory Systems. John Wiley & Sons, Ltd 2008, 534 p. Додаткова література: 6, 11, 12, 14, 16, 17. Інформаційні ресурси: 19, 20, 21, 30.	2 год Модуль II (2)	1 тиждень

	Тема. 15-16.	Практична робота з груповим обговоренням.	4. https://www.slideshare.net/AHS_student/lecture-19pain-drreem-alsabah 5. Dubin AE, Patapoutian A. <u>Nociceptors: the sensors of the pain pathway</u> . J. Clin. Invest. 2010 Nov;120(11):3760-72.	2 год Підготовка презентацій та рецензій.	
--	--------------	---	--	--	--

Автор



Марта БУРА

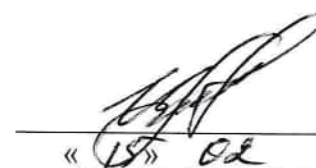
«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету



Віталій ГОНЧАРЕНКО

«15» 02, 2023 р.

Гарант ОПШ



Марта Бура

«15» 02, 2023 р.