МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра біофізики та біоінформатики

Затверджено
на засіданні кафедри біофізики
та біоінформатики
біологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол №20 від 23 березня 2021 р.)

Завідувач кафедри _____
д.б.н., проф. Бабський А.М.

СИЛАБУС
навчальної дисципліни «Біофізика сенсорних систем»,

що викладається в межах освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності 014.05 – Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)

Львів-2021

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	01 Освіта/Педагогіка, Спеціальність 014.05 – Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Викладачі курсу	Бура 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. (marta.bura@lnu.edu.ua)
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/biofizyka-sensornyh-system
Інформація про курс	Дисципліна «Біофізика сенсорних систем» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 014.05 – Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), яка викладається на 4 курсі навчання в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Тривалість курсу: обсяг курсу 180, самостійних 116, аудиторних 64.
Коротка анотація курсу	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання про закономірності функціонування сенсорних систем людини і 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. Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Основні поняття біофізики сенсорних систем. Характеристика зорової сенсорної системи. 2. Будова та механізми функціонування слухової, нюхової, смакової та соматовісцеральної сенсорних систем. У **першому модулі** розкрито загальні принципи організації сенсорних систем; послідовності процесів, які забезпечують сприйняття сенсорного подразника (трансдукцію) рецепторною клітиною та будову й механізми функціонування зорового аналізатора. У **другому модулі** вивчають організацію і принципи функціонування різних сенсорних систем людини (смакової, слухової, хімічної вісцеральної, соматичної системи, гравітаційної, слухової, зорової системи і больового відчуття); загальні принципів організації і функціонування центрального відділу сенсорних систем; властивості сенсорного відчуття і його зв'язок із свідомістю.

Мета та цілі курсу	**Метою** викладання навчальної дисципліни “Біофізика сенсорних систем” ознайомлення студентів з основними поняттями і закономірностями функціонуванням сенсорних систем людини і 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. Наступні 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.
Література для вивчення дисциплінології	**Основна література:** 1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 3. *Івашків Л.Я.* Методичні вказівки до вивчення спецкурсу “Біофізика сенсорних систем” для студентів біологічного факультету. – Львів, 2006. – 84 с. 4. *Ганонг В.* Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 5. *Шеперд Г.* Нейробиология: В 2-х т. Т 1. - Москва: Мир, 1987. – 454 с. 6. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 7. 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"). **Додаткова література:** 1. *Макаров П.О.* Практикум по физиологии и биофизике органов чувств-аналізаторов. – Москва: Высш. шк., 1973. – 304 с. 2. *Глезер В.Д., Подвигин Н.Ф.* Световая чувствительность зрительной системы. -В кн.: Физиология зрения. – Л., 1971. – С.200-245. 3. *Клевець М.Ю.* 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. 4. *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. – М.: Мир, 1974. – 552 с. 5. Анатомія і фізіологія людини / За ред. Бишевця М.І. – К., 1991. – 530 с. **Інформаційні ресурси** 1. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. Science. 2014 Nov 21;346(6212):950-4. 2. Dubin AE, Patapoutian A. Nociceptors: the sensors of the pain pathway. J. Clin. Invest. 2010 Nov;120(11):3760-72. 3. Physiology, Sensory System – StatPearls – NCBI Bookshelf 4. *Sensory***Receptors**
Тривалість курсу	один семестр (180 год)
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них: 32 годин лекцій; 32 годин практичних занять;

	116 години самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: - **знати** будову і механізми функціонування різних сенсорних систем людини та сутність особливості протікання збудження по нервовому волокні; - **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.
Ключові слова	Сенсорна клітина, аналізатор, біофізика, рецептор, трансдукція, трансформація енергії, відчуття.
Формат курсу	Очний (денний вечірній),
Теми	Наведено у таблиці 1
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують 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	Основними формами навчання є **лекційна** подача матеріалу, проведення **практичних занять**, а також **організація** самостійної роботи студентів. Вивчення дисципліни супроводжується інформаційними, ілюстративними та проблемними методами навчання. Лекції супроводжуються демонстрацією основних положень, таблиць з використанням мультимедійних засобів. На практичних заняттях здійснюється роз'яснення сутності завдань і підходів до їх вирішення, а також вирішення проблемних питань. 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. 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.
Необхідне обладнання	Вивчення курсу потребує використання мультимедійного обладнання. Для вивчення курсу достатньо володіти такими програми як Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point, доступ до мережі Інтернету.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Рівень знань студентів оцінюють за 100-бальною системою, контролюючи якість виконання: • контрольного опитування у вигляді письмових тестів та відкритих запитань (модулі в системі Moodle) – 30 балів; • доповідей на практичних заняттях – 40 балів; • виконання двох індивідуальних завдань – 20 балів; • самостійної роботи, яка оцінюється включенням теоретичних питань, що винесені на самостійне опрацювання, до підсумкового тестового контрольного та активні-

	стю студентів на практичних заняттях (задавання запитань та рецензування доповіденй) – оцінюють максимально у 10 балів. **Підсумковий контроль** – **залік**, який оформляють за результатами поточного контролю упродовж семестру.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	1. Предмет і завдання біофізики сенсорних систем. 2. Загальні особливості функціонування сенсорних систем. 3. Механізми рецепції сенсорних систем. 4. Механізм генерації і властивості рецепторного потенціалу. 5. Сенсорне кодування відчуттів. Властивості відчуття. 6. Загальна характеристика зорової сенсорної системи. 7. Будова очного яблука. Еволюція зорової системи. 8. Оптична система ока. 9. Порушення формування зображення на сітківці та їхня корекція. 10. Сітківка ока. Методи дослідження сітківки ока. 11. Організація рецепторного апарату сітківки. 12. Процеси трансдукції у фоторецепторах сітківки. 13. Нейронна мережа сітківки. 14. Кольоровий зір. Теорії. 15. Психофізика зорового сприйняття. 16. Загальна характеристика слухової сенсорної системи. 17. Процеси трансдукції і трансформації у внутрішньому вусі. 18. Психофізика слуху. Границі слухової чутливості. 19. Нюхова сенсорна система людини. 20. Класифікація пахучих речовин. Ольфактивні і ольфактивнотригімінальні запахи. 21. Смакова сенсорна система людини. Класифікація, розміщення, властивості й іннервація. 22. Соматовісцеральна сенсорна система Відчуття рівноваги. 23. Будова вестибулярного апарату (отолітовий апарат і півколові канали). 24. Больова сенсорна система. Ноцицепція. Типи і компоненти болю. 25. Загальні відчуття. Відчуття голоду. Апетит. Ситість. Відчуття спраги.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

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.** Розділи сенсорної біофізики. Загальна характеристика об'єктивної і суб'єктивної сенсорної біофізики. Поняття «сенсорний орган», «сенсорна система» («аналізатор»), «сенсорні рецептори». Класифікація сенсорних систем. Сенсорні рецептори, їхня класифікація.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. *Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., Шуба М.Ф.* БІОФІЗИКА – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 567 с. 3. *Івашків Л.Я.* Методичні вказівки до вивчення спецкурсу "Біофізика сенсорних систем" для студентів біологічного факультету. – Львів, 2006. – 84 с.	2 год **Сам. робота**: 4 год опрацювання питань з принципів та законів функ-ціонування сенсо-рів; специфічності сенсорних систем.	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** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. *Шеперд Г.* Нейробиология: В 2-х т. Т 1. - Москва: Мир, 1987. – 454 с. 4. *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. – М.: Мир, 1974. – 552 с. 5. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 6. ***Sensory Receptors*** 7. http://biofiz.semmelweis.hu/run/dl_t.php?id=311&tid=102	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з адаптаційних процесів у рецепторах; організації та властивостей сенсорної мережі. 2 год Підготовка презентацій та рецензій	1 тиждень
3 тиждень	**Тема. 3. Сенсорне відчуття.**	**Лекція**	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Ви-	2 год	1 тиждень

	Співвідношення модальності і свідомості. Властивості відчуття. Абсолютний поріг відчуття. Суб'єктивний диференціальний пороги. Закон Вебера-Фехнера. Закон Стівенсона. Просторові властивості відчуття. Контраст. Часові властивості відчуття. Адаптація і сенситизація.	**Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	давничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. – М.: Мир, 1974. – 552 с. 3. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 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"). 1. Biophysics and Neurophysiology of the Sixth Sense	**Сам. робота:** 4 год опрацювання питань з інтенсивності відчуття, прикладів порогів відчуття для різних сенсорних систем.	
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** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	2. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 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"). 4. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 5. http://biofiz.semmelweis.hu/run/dl_t.php?id=311&tid=102 6. https://www.wikilectures.eu/w/SENSORY_BIOPHYSICS 7.	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з скотопічного і фотопічного зору; сльозовиді-лення і синдрому сухих очей. 2 год Підготовка презентацій та рецензій	1 тиждень

5 тиждень	**Тема. 5. Оптична система ока.** Діоптричний апарат ока. Формування зображення на сітківці. Регуляція діоптричного апарату ока. Акомодація. Порушення формування зображення на сітківці (катаракта, пресбіопія, або вікова далекозорість, астигматизм, сферична аберація, хроматична аберація, міопія, гіперметропія, глаукома) та їхня корекція.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 4. https://www.med.muni.cz/biofyz/files/en/sensory%20perception-vision-18.pdf 5. https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/26-1-physics-of-the-eye/ 6. https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/lightandcolor/humanvisionintro/	2 год **Сам. робота:** 4 год опрацювання питань з принципу механізму акомодації та особливостей порушень формування зображення на сітківці; особливостей акомодації у без- та хребетних тварин.	1 тиждень
6 тиждень	**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.	**Лекція** **Семінар** з представленням вибраних питань.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 3. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1185/1/012156 4. https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(00)76519-2	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань дослідження сітківки ока; пряма офтальмоскопія; відшарування сітківки від судинної оболонки ока; штучна сітківка. 2 год Підготовка презентацій та рецензій.	1 тиждень
7 тиждень	**Тема 7. Процеси трансдукції у фоторецепторах.** Ввімкнення зорового каскаду. Реакція ізомеризації 11-цис-	**Лекція**	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка,	2 год **Сам. робота:**	1 тиждень

	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 клітин. Рецепторне поле гангліозних клітин. Нервові клітини on-, off- і on-off-типу.	**Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	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. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 4. https://www.med.muni.cz/biofyz/files/en/sensory%20perception-vision-18.pdf 5. https://books.google.com.ua/books?id=5B_QDgAAQBAJ&pg=PA120&lpg=PA120&dq=biophysics+molecular+transduction+in+retina&source=bl&ots=Oc2re84Tjo&sig=ACfU3U12cZCBrbctdd1AC4_qlNKpk53nJQ&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwit36Sdz7PpAhXBw8QBHXTVDloQ6AEwDnoECAgQAQ#v=onepage&q=biophysics%20molecular%20transduction%20in%20retina&f=false	5 год опрацювання питань з біохімічних основ світлової і темнової адаптації зорового аналізатора; спонтанної активність гангліозних клітин; кольороспецифічної 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, сепарабільна, ноніусна і форменна гострота зору. Критична частота злиття світлових мерехтінь. Бінокулярний зір. Сприйняття глибини. Бінокулярна координація руху очей. Рухи очей при розглядання складних предметів. Саккади. Зорові ілюзії.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с.	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.** 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	**Лекція** **Практичне**	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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").	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з будови органа слуху без- та хребетних тварин; фізичних характеристик звукових	1 тиждень

	системи.	**заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	3. Ганонг В. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с. 4. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 5. https://www.nature.com/articles/ncomms1533.pdf 6. https://www.khanacademy.org/science/in-in-class9th-physics-india/in-in-sound-india/in-in-structure-of-human-ear/v/human-ear-structure-working	хвиль; методів дослідження органів слуху. **Модуль І**	
10 тиждень	**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.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 4. https://www.nature.com/articles/ncomms1533.pdf 5. https://www.livescience.com/52287-ear-anatomy.html 6. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006349508704508	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з постулатів теорій слуху; структури мехонорецепторів інших представників хребетних та безхребетних тварин; 2 год Підготовка презентацій та рецензій.	1 тиждень
11 тиждень	**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. Ве-	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних мате-	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 4. Биология сенсорных систем / Под ред.	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з особливостей відчуття рівноваги; вестибулярних рефлексів та ністагму;	1 тиждень

	стибулярні рефлекси. Узгодженість активності отолітового апарату і рецепторів шиї. Вестибулярний ністагм.	ріалів.	К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с.		
12 тиждень	**Тема. 12. Психофізика слуху**. Границі слухової чутливості. Ізофони. Мовна область. Поріг розрізнення частот. Гучність звуку. Поріг розрізнення сили звуку. Звукова травма. Слух в умовах шуму. Адаптація слухової сенсорної системи. Слухова орієнтація у просторі. Порушення слуху. Зовнішній слуховий апарат. Ендокохлеарний протез.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Нормальна фізіологія / За ред. В. І. Філімонова. – К. : Здоров'я, 1994.- С. 80-92. 4. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 5. https://www3.nd.edu/~nsl/Lectures/mphysics/Medical%20Physics/Part%20I.%20Physics%20of%20the%20Body/Chapter%204.%20Acoustics%20of%20the%20Body/4.3%20Physics%20of%20the%20ear/Physics%20of%20the%20ear.pdf	2 год **Сам. робота:** 4 год опрацювання пи-тань меж слухової чутливості; робо-ти в надзвичайних умовах; причин глухоти (професійна глухота); методи ідентифікації та лікування. 2 год Підготовка до 2-го змістовного модуля: http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=223	1 тиждень
13 тиждень	**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 ольфактивно-тригімінальні запахи. Компенсація запахів.	**Лекція** **Практичне заняття** з використанням дидактичних матеріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* 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. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 4. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4629681/ 5. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/70/3/R04 6. https://www.mpg.de/796778/F003_Focus_032-039.pdf	2 год **Сам. робота:** 5 год опрацювання питань з теорії нюху; методів дослід-ження органа ню-ху; функціональ-них зв'язків нюхової сенсорної системи. **Модуль II (1)**	1 тиждень
14 тиждень	**Тема. 14. Смакова сенсорна система людини.** Смакові рецептори язика. Кла-	**Лекція**	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сенсорних систем (навчальний посібник) – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.	2 год **Сам. робота:** 4 год	1 тиждень

	сифікація, розміщення, властивості й іннервація. Зони специфічної сенсорної чутливості. Центральна частина смакової сенсорної системи. Смакові речовини. Класифікація. Вибіркове виключення. Контраст.	**Практичне занят-тя/семінар** з використан-ням дидак-тичних мате-ріалів.	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. 4. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016622369390152C 5. https://www.researchgate.net/publication/294283575_Biophysics_of_food_perception	опрацювання пи-тань зв'язку сма-кового аналізато-ра з іншими сенсорними системами; методів дослідження. 2 год Підготовка пре-зентацій та рецен-зій.	
15 тиждень	**Тема. 15. Соматична чутливість.** Ре-цепторний апарат шкіри. Терморецеп-ція. Холодові і теплові рецептори. Тактильні рецептори. Дифузний дотик.	**Лекція** **Практичне заняття** з використан-ням дидак-тичних мате-ріалів.	1. *Бура М.В., Санагурський Д.І.* Біофізика сен-сорних систем (навчальний посібник) – Ви-давничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с. 2. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лаборатор-ные знания, 2013. – 583 с. 3. https://learning-center.homesciencetools.com/article/skin-touch/ 4. https://www.dkfindout.com/us/human-body/senses/touch/ 5. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. Science. 2014 Nov 21;346(6212):950-4.	2 год **Самостійна робо-та** 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 екзо-генне гальмування болю. М'язове від-чуття і кінестезія. Рецептори м'язів і сухожиль.	**Лекція**		2 год	1 тиждень

	Відчуття пози руху сили. Відчуття голоду. Апетит. Ситість. Відчуття спраги.	**Практична робота** з груповим обговоренням.	3. Биология сенсорных систем / Под ред. К.Ю.М. Смита. – М.: БИНОМ, Лабораторные знания, 2013. – 583 с. 4. https://www.slideshare.net/AHS_student/lecture-19pain-drreem-alsabah 5. Dubin AE, Patapoutian A. Nociceptors: the sensors of the pain pathway. J. Clin. Invest. 2010 Nov;120(11):3760-72.	**Модуль II (2) ЗАЛІК** 2 год Підготовка презентацій та рецензій.	

Автор курсу Марта БУРА

«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету
_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО
«10» 02. 2021 р.

Гарант ОПП
_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО
«10» 02. 2021 р.