

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Волинський національний університет імені Лесі Українки**  
**Факультет біології та лісового господарства**  
**Кафедра фізіології людини і тварин**

**СИЛАБУС**  
**вибіркового освітнього компонента**

**БІОФІЗИКА М'ЯЗІВ**

**підготовки здобувачів**

**Третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти**  
**за спеціальністю 091 Біологія та біохімія**  
**галузі знань 09 Біологія**

**Кваліфікація: Доктор філософії з біології та біохімії**

**Освітньо-професійної програми «Біологія організмів та надорганізмових систем»**

**Луцьк – 2023**

**Силабус вибіркового освітнього компонента «Біофізика м'язів»** підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 Біологія та біохімія, освітньо-наукової програми «Біологія організмів на надорганізмових систем».

**Розробник:** Мотузюк Олександр Петрович, к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин

**Погодженю**  
Гарант ОНП  (доц. Фіщук О.С.)

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри фізіології людини і тварин**

протокол № 1 від 31.08. 2023 р.

Завідувач кафедри:



Качинська Т. В.

© Мотузюк О.П., 2023 р.

## 1. Опис освітнього компонента

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	09 «Біологія» 091 «Біологія» «Доктор філософії»	<b>Вибіркова</b>
Кількість годин/кредитів 120/4		Рік навчання 2-й
		Семестр 3
ІНДЗ: відсутнє		Лекції 10 год.
		Практичні 14 год.
		Самостійна робота 88 год.
		Консультації – 8 год.
Форма контролю: залік		

## II. Інформація про викладача

**Викладач:** Мотузіук Олександр Петрович

**Науковий ступінь:** кандидат біологічних наук

**Вчене звання:** доцент

**Посада:** доцент кафедри фізіології людини і тварин факультету біології та лісового господарства

**Контактна інформація:** телефон: 0986715842

**e-mail:** Motuziuk.Oleksandr@vnu.edu.ua

**Розклад занять** розміщено на сайті навчального відділу ВНУ: <http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi>

## III. Опис освітнього компонента

### 1. Анотація курсу

Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб вміти аналізувати роботу різних типів м'язів, виходячи із позицій їхньої структурної організації. Тому у дисципліні представлено як огляд концепцій дослідження розвитку м'язів в онтогенезі, рецепторів м'язів, допоміжного апарату, іннервацію м'язів, звертається увага на детальну будову і функціонування різних типів м'язів, на механіку і енергетику м'язів, методи вивчення стану м'язової тканини.

### 2. Пререквізити та постреквізити

Дисципліна потребує попереднього вивчення студентами гістології та цитології, анатомії, хімії та фізики, біохімії та фізіології людини.

Постреквізити (дисципліни, для вивчення яких потрібні знання, уміння і навички, що здобуваються після закінчення вивчення даної дисципліни).

### 3. Мета і завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення нормативної дисципліни «Біофізика м'язів» є навчити здобувачів біофізичних аспектів функціонування різних типів м'язів. Звернути увагу на роботу скелетних, гладеньких та серцевого м'язів, сформулювати уявлення про принципи нем'язової форми рухливості для оволодіння сучасними підходами та інструментами щодо вивчення

молекулярної організації та динаміки, механізмів руху.

**Основними завданнями курсу є:**

Сформувати у здобувачів чітке уявлення про основні напрямки біофізики м'язів та рухливості, її розвиток і перспективи; знання теоретичних основ методів практичної біофізики м'язів; уявлення про сучасні тенденції та напрямки фундаментально-наукових та прикладних досліджень у біофізиці м'язів та суміжних з нею науках, для майбутньої профорієнтації.

**4. Структура освітнього компонента**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.
<b>Змістовий модуль 1. Вступ. Скорочення та іннервація м'язів</b>					
Тема 1. Вступ. Класифікації типів м'язових волокон і скелетних м'язів	9	1	–	8	–
Тема 2. Сполучнотканинні оболонки м'язових тканин. Допоміжний апарат м'язових тканин.	10	1	–	8	1
Тема 3. М'язові рецептори. Будова м'язового веретена.	12	1	2	8	1
Тема 4. Аферентна та еферентна іннервація інтрафузальних м'язових волокон. Нерво-сухожильне веретено.	12	1	2	8	1
Тема 5. Характеристики нерво-м'язового з'єднання та моторних пляшок, міжнейронних синапсів і нерво-м'язових з'єднань.	12	1	2	8	1
Тема 6. Механіка, енергетика та регуляція скорочення. Молекулярні механізми м'язового скорочення.	9	1	–	8	–
Разом за змістовим модулем	64	6	6	48	4
<b>Змістовий модуль 2. Біофізична характеристика різних типів м'язів .</b>					
Тема 7. Скелетний м'яз.	14	1	2	10	1
Тема 8. Серцевий м'яз	14	1	2	10	1
Тема 9. Гладенькі м'язи.	14	1	2	10	1
Тема 10. Нем'язова форма рухливості. Рух прокаріотів та еукаріотів. Амебоїдний рух, роль актину.	14	1	2	10	1
Разом за змістовим модулем 2	56	4	8	40	4
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	<b>8</b>

**Теми практичних занять**

№ з/п	Тема	Кількість годин	Кількість балів
1	Класифікації типів м'язових волокон і скелетних м'язів: фазні і тонічні, швидкі і повільні, окиснювальні і гліколітичні	2	15
2	Саркомер. Розміщення актинових та міозинових філаментів у м'язах. Цикл вкорочення-розслаблення, АТФазна реакція міозину. Закон «сила-довжина».	2	15
3	Саркоплазматичний ретикулум. Взаємозв'язок між вивільненням	2	15

	іонів кальцію, потенціалом дії та скороченням. Регуляції скорочення – розслаблення.		
4	Математичні моделі скорочення скелетних м'язів. Зміна скоротливості з віком та при патологіях.	2	15
5	Серцевий м'яз. Особливості будови та механізму скорочення типових кардіоміоцитів. Автоматія міокарду.	2	15
6	Гладенькі м'язи: будова, функції та типологія. Особливості спряження збудження і скорочення у гладеньких м'язах.	2	15
7	Роль молекул міжклітинної взаємодії у рухливості клітин	2	10
	<b>Залік</b>		<b>100</b>
	<b>Разом</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

### 5. Перелік питань для самостійної роботи

- Особливості скорочення різних типів скелетних м'язів.
- Сполучнотканинні оболонки м'язових тканин.
- Допоміжний апарат м'язових тканин.
- Структура та особливості активації м'язових рецепторів.
- Інтрафузальне м'язове волокно з ядерною сумкою, ланцюжково-ядерні інтрафузальні м'язові волокна.
- Функції мотонейронів.
- Висхідні та східні шляхи соматосенсорної системи. Пірамідний, руброспинальний та кортикоспинальний тракт.
- Моторна та соматосенсорна кора. Клітини Беца
- Міогенна регуляція роботи міокарду.
- Молекулярні механізми регуляції скорочення гладеньких м'язів судин, сечового міхура, міометрія, ШКТ.

### 6. Перелік питань для підсумкового контролю

- Загальні відомості про м'яз.
- Рухова одиниця м'яза.
- Типи м'язів.
- Критерії класифікації типів м'язових волокон.
- Властивості м'язів.
- Характеристика швидкоскоротливих волокон.
- Характеристика повільноскоротливих волокон.
- Характеристика двох груп поперечно-посмугованих волокон.
- Сполучнотканинні оболонки м'язових тканин.
- Допоміжний апарат м'язових тканин.
- Характеристика фасцій.
- Характеристика фіброзних каналів і синовіальних сумок.
- М'язові рецептори.
- Будова м'язового веретена.
- Інтрафузальне м'язове волокно з ядерною сумкою.
- Ланцюжково-ядерні інтрафузальні м'язові волокна.
- Будова сухожильних органів.
- Аферентна інервація інтрафузальних м'язових волокон.
- Еферентна інервація інтрафузальних м'язових волокон.
- Характеристика кори головного мозку.
- Будова та функції нейронів.
- Характеристика нервових волокон.
- Поняття про нервові закінчення і синапси.

24. Поняття про рефлекс.
25. Розвиток і ріст нейрона.
26. Характеристика моторних зон кори головного мозку.
27. Соматотопічна організація первинної та вторинної моторної зони кори головного мозку.
28. Нервово-м'язове з'єднання.
29. Забезпечення довільних рухів.
30. Провідні шляхи головного і спинного мозку.
31. Нервово-м'язові з'єднання в поперечно-посмугованих м'язах.
32. Нервово-м'язові з'єднання в гладких м'язах.
33. Сенсорна функція спинного мозку в регуляції рухів.
34. Рефлекторна функція спинного мозку в регуляції рухів.
35. Провідникова функція спинного мозку в регуляції рухів.
36. Будова та потенціал дії поперечно-посмугованих м'язів.
37. Залежність збудження і скорочення поперечно-посмугованих м'язів.
38. Характеристика саркоплазматичного ретикулулу поперечно-посмугованих м'язів.
39. Механіка скорочення поперечно-посмугованих м'язів.
40. Енергетика скорочення поперечно-посмугованих м'язів.
41. Рівняння Хілла.
42. Режими скорочення поперечно-посмугованих м'язів.
43. З яких елементів складається загальна зміна енергії в м'язі (при ізотонічному режимі скорочення)?
44. Міозинові філаменти.
45. Актинові філаменти.
46. Процес скорочення м'язового волокна (поперечно-посмугованих м'язів).
47. Структурні характеристики міокарду.
48. Функціональні характеристики міокарду.
49. Автоматизм і провідна система серця.
50. Біомеханіка і енергетика серцевого скорочення.
51. Характеристика швидких потенціалів дії міокардіальних волокон.
52. Характеристика повільних потенціалів дії міокардіальних волокон.
53. Закон Франка-Старлінга.
54. Коефіцієнт корисної дії серцевого м'язу.
55. Структурні параметри гладеньких м'язів.
56. Функціональні параметри гладеньких м'язів.
57. Активация скорочення в гладеньких м'язах.
58. Механіка скорочення гладенького м'яза.
59. Регуляція скорочення гладенького м'яза.
60. Рухливість прокаріотичних організмів.
61. Рухливість еукаріотичних клітин.
62. Війки.
63. Джгутики.
64. Характеристика мікротрубочок.
65. Амебоїдний рух.
66. Мікрофіламенти нем'язових клітин.
67. Гістамін та його вплив на гладку мускулатуру, серцевий м'яз.
68. Сигнальна дія G-білків.
69. Аденілатциклаза, протеїнкіназа А.
70. Протеїнкіназа С.
71. Роль протеїнкінази С в клітинній сигналізації.
72. Механічні властивості м'язової тканини. Моделювання м'язів.
73. Пружність, в'язкість, повзучість та релаксація м'язів.
74. Анатомо-фізіологічні фактори, що визначають механічні властивості м'язів.

75. Дія односуглобних і багатосуглобних м'язів. М'язова координація.
76. Розвиток м'язової системи у філогенезі.
77. Класифікація м'язів, групи м'язів.
78. Гіпертрофія м'язів.
79. Треновані м'язи.
80. Електроміографія.
81. Реакція м'язів на розтягнення.
82. Вікові зміни м'язів.
83. Кардіограма серця.
84. Значення активної м'язової діяльності для здоров'я.

#### **IV. Політика оцінювання**

**Поточний контроль** проводиться у вигляді усного або письмового опитування. Оцінка за кожну виконану практичну роботу становить 10 балів за теоретичну підготовку і 5 балів за виконання роботи, за останню 7 роботу оцінка становить 5 балів за теоретичну підготовку і 5 балів за виконання роботи.

**Політика викладача щодо аспіранта.** Здобувач освіти повинен відвідувати згідно розкладу занять всі види аудиторних занять передбачені навчальним планом. Графік консультацій із навчальної дисципліни розміщений на дошці оголошень та на сайті кафедри зоології. У разі відсутності аспіранта на занятті він зобов'язаний його відпрацювати (графік відпрацювання знаходяться на дошці оголошень кафедри зоології). У випадку нетипових ситуацій та об'єктивних причин можливий перехід на дистанційну форму навчання на платформі Office 365.

**Політика щодо неформальної, інформальної та дуальної освіти.** Якщо здобувач освіти отримав знання у неформальній (курси, семінари, тренінги, стажування) чи інформальній освіті і їх тематика, обсяг вивчення та зміст відповідають освітньому компоненту в цілому або його окремому розділу, змістовому модулі, темі (темам), що передбачені силабусом навчальної дисципліни, і проходження яких підтверджено документально (сертифікат, свідоцтво, посилання тощо), то зарахування результатів такого навчання здійснюється згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» [https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/1\\_Viznannya\\_rezultativ\\_VNU\\_im\\_L.U.\\_2\\_red.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/1_Viznannya_rezultativ_VNU_im_L.U._2_red.pdf)

У випадку дуальної форми здобуття освіти зарахування результатів такого навчання здійснюється згідно «Положення про підготовку студентів у Волинському національному університеті імені Лесі Українки з використанням елементів дуальної форми здобуття освіти» на основі тристороннього договору між закладом освіти, суб'єктом господарювання і здобувачем освіти

[https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/12\\_Pоложення\\_pro\\_dualnu\\_osvitu\\_red.pdf](https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/12_Pоложення_pro_dualnu_osvitu_red.pdf)

**Політика щодо академічної доброчесності.** регулюється [Кодексом академічної доброчесності ВНУ імені Лесі Українки](#). Аспірант повинен самостійно виконати всі завдання лабораторних робіт, а у випадку запозичень інформації зобов'язаний коректно її відображати з посилання на першоджерело. Використання будь-яких джерел інформації під час проведення різних форм оцінювання знань (поточний, модульний, підсумковий контроль) заборонено.

**Політика щодо дедлайнів та перескладання.** Здобувач освіти повинен вчасно виконати всі завдання практичних робіт і надавати їх для перевірки викладачу. У випадку відсутності аспіранта на занятті з об'єктивних причин (хвороба, заява по поважній причині) термін здачі робіт може бути змінений. До підсумкової форми контролю (заліку) здобувач освіти має відпрацювати пропущені заняття та здати практичні роботи.

**Підсумковий контроль – залік.** Загальна оцінка підраховується як сума поточного

оцінювання.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки, або за бажання підвищити рейтинг, аспірант складає залік у письмовій формі. Аспіранту пропонується три відкритих питання, за відповіді на які він може отримати максимум 100 балів. Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання.

#### Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю - залік

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

#### V. Рекомендована література та інтернет-ресурси

##### *Основна:*

1. Muscle Biophysics: From Molecules to Cells (Advances in Experimental Medicine and Biology, 682) 2010th Edition
2. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. Київ: Видавництво “ВПЦ Київський університет”. 2008. 567 с.
3. Хома О.М., Заводовський Д. А., Ноздренко Д. Н., Долгополов О. В., Мірошніченко М. С., Мотузюк О. П. Динаміка скорочення ішемізованого камбалоподібного м’яза щура Фізіологічний журнал. 2014. Т. 60, № 1. С. 34-40. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fiziol\\_2014\\_60\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fiziol_2014_60_1_7)
4. Webb Clinton R. Smooth muscle contraction and relaxation. Advances in Physiology Education 2003 27:4, 201-206. doi:10.1152/advan.00025.2003

##### *Додаткова:*

1. Біохімічні властивості та регуляція Ca<sup>2+</sup> -транспортувальних систем мембранних структур гладеньком’язевих клітин. Наукова думка, 2016. 273 с.
2. Prylutskyu YI, Vereshchaka IV, Maznychenko AV, Bulgakova NV, Gonchar OO, Kuzyma OA, Ritter U, Scharff P, Tomiak T, Nozdrenko DM, Mishchenko IV, Kostyukov AI. C60 fullerene as promising therapeutic agent for correcting and preventing skeletal muscle fatigue. J Nanobiotechnology. 2017 Jan 13;15(1):8. doi: 10.1186/s12951-016-0246-1. PMID: 28086894; PMCID: PMC5237293.
3. Mansson, Alf & Rassier, Dilson & Tsiavaliaris, Georgios. (2015). Poorly Understood Aspects of Striated Muscle Contraction. BioMed Research International. Volume 2015, Article ID 245154, 28 pages. doi:10.1155/2015/245154.
4. Костерін С.О., Бабіч Л.Г., Шликов С.Г., Данилович Ю.В., Векліч Т.О., Мазур Ю.Ю. Webb Clinton R. Smooth muscle contraction and relaxation. Advances in Physiology Education 2003 27:4, 201-206 . doi:10.1152/advan.00025.200.
5. Дмитрук І. В., Мельничук Д. М., Мотузюк О. П. Гістологічні особливості волокон литкового м’яза щура за умов ішемії та використання водного розчину C<sub>60</sub>



фулеренів «Стратегії розвитку сучасної освіти і науки», Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Бердянськ, 28 лютого, – 2020 р.

6. Nozdrenko, D.; Matvienko, T.; Vygovska, O.; Bogutska, K.; Motuziuk, O.; Nurishchenko, N.; Prylutskyu, Y.; Scharff, P.; Ritter, U. Protective Effect of Water-Soluble C<sub>60</sub> Fullerene Nanoparticles on the Ischemia-Reperfusion Injury of the Muscle Soleus in Rats. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 6812. <https://doi.org/10.3390/ijms22136812>

7. Д. М. Ноздренко, Ванг Нан , О. П. Мотузюк , О. В. Виговська , К. І. Богуцька , Н. Є. Нурищенко, Ю. І. Прилуцький. Аналіза скорочення скелетних м'язів хронічноалкоголізованих щурів за дії водорозчинного С60-фуллерену // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології *Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii* 2021, т. 19, № 2, сс. 475–485.

8. . Motuziuk O., Nozdrenko D., Bogutska K., Ritter U., Prylutskyu Yu. C60 fullerene effect on the degree of tremor oscillations of muscle contraction in chronic alcoholic rats. The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2022). Abstract Book of participants of the International research and practice conference, 25–27 August 2022, Lviv. Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kyiv: LLC APF POLYGRAPH SERVICE, 2022. – P. 247.