

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЗДОРОВ'Я, ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА ТУРИЗМУ
КАФЕДРА МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
(протокол №18 від 27 серпня 2019 р.)
Голова Науково-методичної ради
університету

_____  М. В. Дутчак

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КЛІТИННА БІОЕНЕРГЕТИКА

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

спеціальність: 091 Біологія

код дисципліни в освітньо-науковій програмі: ВК 3

мова навчання: українська

Київ - 2019

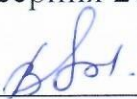
РОЗРОБНИКИ:

Осипенко Ганна Антонівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін, anna.osipenko46@gmail.com

Вдовенко Наталія Володимирівна, кандидат біологічних наук, ст. наук. співробітник, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін, natazlyv@gmail.com

РЕКОМЕНДОВАНО:

Кафедрою медико-біологічних дисциплін
(засідання кафедри 23 серпня 2019 р., протокол № 16)

Завідувач кафедри  професор В.А. Пастухова

ПОГОДЖЕНО:

Проректор з науково-педагогічної роботи

 О. В. Борисова

Начальник навчально-методичного відділу

 С. І. Попович

Начальник відділу забезпечення якості вищої освіти

 О. І. Рудешко

Завідувач відділу докторантури та аспірантури

 Л. В. Денисова

Анотація навчальної дисципліни. Дисципліна спрямована на формування визначених освітньо-науковою програмою професійних компетентностей, здатностей до застосування у професійній діяльності теоретичних знань про біоенергетику клітин, як основу життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини; провідну роль мітохондрій в забезпеченні утворення енергії в клітинах; метаболічні і біоенергетичні процеси, що забезпечують клітинне дихання та утворення енергії; особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин: скелетних м'язів, мозку, серця та печінки; механізми ендо- та екзогенного контролю біоенергетичних процесів; зміни біоенергетичних процесів клітин під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань, стомленні, старінні та окремих захворюваннях.

Обсяг дисципліни – 4 кредити ЄКТС. Основні теми: біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини; провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини; метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин; дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ; особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин; механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях; зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань; порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенеза окремих хвороб.

Підсумкова оцінка формується з урахуванням результатів поточного контролю та заліку.

Annotation of the discipline. The discipline is aimed at the formation of professional competencies, the ability to apply theoretical knowledge about cell bioenergy as a basis for the vital activity and sports performance of a human body determined in the educational and scientific program; the leading role of mitochondria in the provision of energy in cells; metabolic and bio-energy processes that provide cellular respiration and energy production; features of energy supply of cells of different tissues: skeletal muscle, brain, heart and liver; mechanisms of endo- and exogenous control of bioenergy processes; changes of cell bioenergetic processes during motor activity and adaptation to physical training, fatigue, aging and certain diseases.

Discipline - 4 ECTS credits. Main topics: cell bioenergetics as a basis for human body activity and sports performance; the leading role of mitochondria in the energy supply of cells of the human body; metabolic and bioenergetic processes involved in cell bioenergy; respiratory chain or electron-transport system of mitochondria, its participation in ATP biosynthesis; peculiarities of energy supply of cells of different tissues; mechanisms of regulation of bioenergy processes in mitochondria; changes in bioenergetic processes in cells during physical activity and adaptation to physical training; disturbance of bioenergy of cells of an organism - the cause of fatigue, aging and pathogenesis of certain diseases.

The final assessment is based on the results of the current control and test results.

Мета викладання дисципліни – формування визначених освітньо-науковою програмою загальних та фахових компетентностей, зокрема здатності до застосування у професійній діяльності теоретичних знань про біоенергетичні процеси в клітинах організму людини, що є основними в забезпеченні їхньої життєдіяльності, про їх можливі зміни під впливом рухової активності, фізичних тренувань та при окремих захворюваннях.

Перелік компетентностей, які формуються під час вивчення навчальної дисципліни «Клітинна біоенергетика» для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 091 Біологія

Шифр	Компетентності
Спеціалізовано-професійні компетенції (ФКС)	
ФКС1	Здатність до оцінки функцій організму та фізіологічних процесів, що відбуваються в нормі та при змінних умовах навколишнього середовища, зокрема під час інтенсивної м'язової діяльності.
ФКС3	Здатність застосовувати знання фундаментальних основ, сучасних досліджень проблем і тенденцій розвитку спорту, фізичного виховання та оздоровчо-рекреаційної рухової активності різних верств населення у комплексному аналізі явищ і фізіологічних процесів, що виникають у організмі людини та тварин.
ФКС4	Здатність прогнозувати та отримувати нові знання з фізіології людини і тварин для управління фізичним станом осіб різного віку; для використання засобів фізичного виховання, режимів рухової активності відповідно до індивідуальних фізичних і психологічних особливостей дітей, підлітків, молоді та дорослого населення, для здійснення моніторингу рівня та корекції фізичного здоров'я.
ФКС5	Здатність до використання наукового обладнання та інноваційних технологій, що відносяться до досліджень медико-біологічного напрямку.

Обсяг навчальної дисципліни – 4 кредити ЄКТС, які розподіляються у годинах:

Форми навчання	Види навчальних занять				Самостійна робота	Разом
	лекції	лабораторні	практичні	семінарські		
Денна	16	–	24	–	80	120
Заочна	4	–	8	–	108	120

Статус навчальної дисципліни: вибіркова.

Передумови для вивчення навчальної дисципліни: успішне опанування такими навчальними дисциплінами:
на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти: «Біохімія», «Анатомія», «Фізіологія», «Фізіологія рухової активності»;
на другому (магістерському) рівні вищої освіти: «Аеробні та анаеробні можливості організму людини», «Біохімія харчування», «Адаптація дихальної і серцево-судинної систем в умовах рухової активності», «Фізіологія м'язової діяльності», «Фізіологічні механізми адаптації та функціональні резерви організму людини».

Програма навчальної дисципліни

Тематичний план навчальної дисципліни

Номер і назва теми	Кількість годин							
	денна форма навчання				заочна форма навчання			
	усь ого	у тому числі			усь ого			
		л.	прак.	с. р.		л.	прак.	с. р.
Тема 1. Біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини	12	2	2	8	12	2	–	10
Тема 2. Провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини	14	2	2	10	14	–	–	14
Тема 3. Метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин	16	2	4	10	16	–	2	14
Тема 4. Дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ	16	2	2	12	16	–	2	14
Тема 5. Особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин	14	–	4	10	14	–	–	14
Тема 6. Механізми	16	4	2	10	16	–	2	14

регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях								
Тема 7. Зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань	16	2	4	10	16	2	–	14
Тема 8. Порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенеза окремих хвороб.	16	2	4	10	16	–	2	14
Всього годин:	120	16	24	80	120	4	8	108

Зміст навчальної дисципліни за темами

Тема 1. Біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини

Біоенергетика клітин – наука про перетворення енергії в живих системах. Клітинам, як відкритим системам, що обмінюються з навколишнім середовищем речовинами та енергією, притаманні закони термодинаміки. Сутність цих принципів. Незворотність енергетичних процесів складають основу життя та стійкості організму до різних впливів.

Основні поняття та кількісні критерії, що використовуються в біоенергетиці. Види енергії та їх взаємоперетворення. АТФ та АДФ, як основні безпосередні джерела енергії для багатьох процесів в клітинах. Існування в клітинах двох Mg -АТФ - комплексів: γ - β - Mg АТФ²⁻ и β - α - Mg - АТФ²⁻), що використовуються лише окремими ферментами. Водень, як джерело енергії в клітинах живого організму. Біохімічні реакції біологічного окиснення поживних речовин. Ферменти та коферменти, що забезпечують окисно-відновні реакції, транспорт гідрогену в клітинах.

Мітохондрії –«енергетичні» станції клітин. Хеміосмотична теорія Мітчелла про протонну природу вивільнення та запасання енергії в клітинах - як одне із найважливіших наукових відкриттів в історії науки, що дало можливість вирішенню проблем в різних галузях біології та медицини.

Біоенергетичні основи аеробної та анаеробної фізичної працездатності людини.

Тема 2. Провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини

Мітохондрії – «енергетичні» станції клітин, їх будова та роль в енергозабезпеченні організму людини. Структурна організація мітохондрій – як форма для виконання програм, що записані в генах. Особливості будови та функцій двох мембран мітохондрій - зовнішньої та внутрішньої, матриксу та міжмембранного простору.

Сучасні дослідження про роль пор або «потенціал-залежних аніонних каналів» в зовнішній мембрані та крист у внутрішніх мембранах в забезпеченні біоенергетичної функції мітохондрій.

Поняття про різницю рН (ΔpH) між матриксом та внутрішньою мембраною мітохондрій або мембранний потенціал на внутрішній мембрані, зумовлений електрохімічним градієнтом протонів гідрогену (H^+),

Кількість мітохондрій в клітинах окремих тканин, їх щільність та тривалість життя. Зміна кількості та будови мітохондрій в залежності від харчування та м'язової діяльності.

Тема 3. Метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин

Процеси аеробного розпаду поживних речовин, їх роль в постачанні гідрогену, як носія енергії, та вивільненні енергії. Цикл лимонної кислоти, як основний «котел» згоряння поживних речовин та виділення енергії, локалізація ферментів у мітохондріях та участь енергетичному обміні. Роль кисню та активності ферментів в швидкості окислення речовин в ЦЛК. Регуляція роботи ЦЛК.

Анаеробні метаболічні процеси, що задіяні в енергетичному обміні клітин окремих органів.

Закономірність змін метаболічних та біоенергетичних процесів під час м'язової діяльності.

Тема 4. Дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ.

Компоненти дихального ланцюга та їх участь у енергетиці клітини.

Будова, локалізація в мембрані та функціонування АТФ–синтетази – надскладного компоненту мітохондрій.

Важливість для життя людини процесу окисного фосфорилування або акумуляції енергії при біосинтезі молекул АТФ із АДФ та Фн за участю унікального ферменту АТФ-синтетази;

Як забезпечується транспорт АТФ та АДФ через мембрани мітохондрій?

Роль АДФ/АТФ в контролі швидкості дихання.

Тема 5. Особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин

Особливості будови та функціонування мітохондрій мозку, м'язів, міокарду та печінки, як самих високоенергозалежних тканин.

Метаболічний стан у мітохондрій різних тканин, відмінність енергетичних субстратів та їх запасів, специфічність зв'язування АТФ в

цитоплазмі після викачується з мітохондрій та доставки до місць її використання.

Швидкість енергетичного обміну в тканинах мозку, м'язів, міокарду та печінки, їх участь в енергетиці м'язової діяльності.

Тема 6. Механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях

Пригнічення та активація ферментів ЦЛК та цитохромоксидази.

Пригнічення або блокування транспорту електронів в дихальному ланцюзі.

Регулювання різними механізмами процесу біосинтезу АТФ в мітохондріях.

Роль мінералів та вітамінів в регуляції енергетичного обміну.

Тема 7. Зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань

Зміни активності, кількості та регуляції ферментів енергетичного обміну та мітохондрій під впливом м'язової роботи різного напрямку.

Вплив виконання тривалої важка фізичної роботи на структуру мембран та молекули ДНК мітохондрій.

Зміни біоенергетичних процесів при адаптації організму до фізичних тренувань.

Можливість корекції біоенергетичних процесів під час спортивної діяльності.

Тема 8. Порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенезу окремих хвороб.

Утворення в мітохондріях шкідливих метаболітів - активних форм кисню (АФК), що викликають оксидативний стрес, приводить до пошкодження молекули ДНК і порушення її функцій.

Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ) мембран мітохондрій та його вплив на структурну організацію зовнішніх мембран мітохондрій, поняття про набухання мітохондрій та апоптоз.

Порушення будови та біоенергетичних процесів у мітохондріях – причина стомлення, старіння та патогенезу багатьох хвороб організму людини.

Тематика практичних занять

Номер і назва теми дисципліни	Номер і назва теми практичних занять	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання

Тема 1. Біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини	1. Біоенергетика клітин – наука про перетворення енергії в живих системах.	2	–
Тема 2. Провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини	2. Мітохондрії – «енергетичні» станції клітин, їх будова та роль в енергозабезпеченні організму людини.	2	–
Тема 3. Метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин	3. Процеси аеробного розпаду поживних речовин, їх роль в постачанні гідрогену, як носія енергії, та вивільненні енергії.	2	–
	4. Закономірність змін метаболічних та біоенергетичних процесів під час м'язової діяльності.	2	2
Тема 4. Дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ	5. Компоненти дихального ланцюга та їх участь у енергетиці клітини.	2	2
Тема 5. Особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин	6. Особливості будови та функціонування мітохондрій мозку, м'язів, міокарду та печінки, як самих високоенергозалежних тканин.	2	–
	7. Швидкість енергетичного обміну в тканинах мозку, м'язів, міокарду та печінки, їх участь в енергетиці м'язової діяльності.	2	–
Тема 6. Механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях	8. Регулювання різними механізмами процесу біосинтезу АТФ в мітохондріях.	2	2
Тема 7. Зміни	9. Зміни активності,	2	–

біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань	кількості, регуляції ферментів енергетичного обміну та мітохондрій під впливом м'язової роботи різного напрямку.		
	10. Можливість корекції біоенергетичних процесів під час спортивної діяльності.	2	–
Тема 8. Порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенезу окремих хвороб.	11. Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ) мембран мітохондрій та його вплив на структурну організацію зовнішніх мембран мітохондрій, поняття про набухання мітохондрій та апоптоз.	2	–
	12. Порушення будови та біоенергетичних процесів у мітохондріях – причина стомлення, старіння та патогенезу багатьох хвороб організму людини.	2	2
Всього годин:		24	8

Завдання для самостійної роботи аспірантів

Номер і назва теми дисципліни	Завдання	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Тема 1. Біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини	1. Пошук та анотування інформаційних джерел наукової літератури стосовно того, які проблеми в галузях біології, медицини чи спорту були вирішені завдяки відкриттю Мітчелла та інших вчених про природу вивільнення та запасання енергії в клітинах організму.	6	10
	2. Розкрити сутність	2	2

	біоенергетичних основ аеробної та анаеробної фізичної працездатності організму спортсмена певної спеціалізації.		
Тема 2. Провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини	3. Підготування презентації чи доповіді на 5 хв. з тем: «Сучасні дослідження про роль пор або «потенціал-залежних аніонних каналів» в зовнішній мембрані та крист у внутрішніх мембранах в забезпеченні біоенергетичної функції мітохондрій»; «Кількість мітохондрій в клітинах окремих тканин, їх щільність та тривалість життя. Зміна кількості та будови мітохондрій в залежності від харчування та м'язової діяльності».	6 4	8 6
Тема 3. Метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин	4. Пошук та анотування нових інформаційних джерел наукової літератури стосовно механізмів регуляції роботи циклу лимонної кислоти (ЦЛК).	6	10
	5. Вирішення кейсів (навчальних ситуацій) щодо пошуку тих органів та тканин в організмі людини, що мають велику долю анаеробної біоенергетики, виявлення доцільності цього.	4	4
Тема 4. Дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ	6. Написання есе з питань: • Важливість для життя людини процесу окисного фосфорилування за участю унікального	6	8

	<p>ферменту АТФ-синтетази;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Як відбувається транспорт АТФ та АДФ через мембрани мітохондрій ?; • Роль АДФ/АТФ в контролі швидкості дихання. 	4	4
		2	2
Тема 5. Особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин	7. Вияснити, чи існують відмінності у: «Метаболічний стан у мітохондрій різних тканин, відмінність енергетичних субстратів та їх запасів, специфічність зв'язування АТФ в цитоплазмі після викачується з мітохондрій та доставки до місць її використання».	10	14
Тема 6. Механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях	8. Складання опорного конспекту до питань: <ul style="list-style-type: none"> • Пригнічення та активація ферментів ЦЛК та цитохром оксидази; • Пригнічення або блокування транспорту електронів у дихальному ланцюзі; • Роль мінералів та вітамінів в регуляції енергетичного обміну. 	4	6
		4	4
		2	2
Тема 7. Зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань	9. Пояснити: «Вплив виконання тривалої важка фізичної роботи на структуру мембран та молекули ДНК мітохондрій».	4	6
	10. Підготовка доповіді: «Зміни біоенергетичних процесів при адаптації організму до фізичних	6	8

	тренувань».		
Тема 8. Порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенезу окремих хвороб.	11. Підготовка реферату або презентації з теми «Утворення в мітохондріях шкідливих метаболітів - активних форм кисню (АФК), що викликають оксидативний стрес, приводить до пошкодження молекули ДНК і порушення її функцій».	10	14
Всього годин		80	108

Очікувані результати навчання з дисципліни: застосування теоретичних знань про загальні принципи біоенергетики клітин, як основу життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини, при вивченні та дослідженні механізмів адаптації організму до фізичних тренувань, інших факторів зовнішнього середовища, процесів стомлення організму людини, використання різних відновних засобів, в тому числі і раціонального харчування, патогенезу окремих хвороб, а також можливості корекції біоенергетичних та метаболічних процесів з метою покращення стану здоров'я, підвищення спортивної працездатності і прискорення відновних процесів завдяки:

знанням: про енергетичне забезпечення клітин організму людини; роль мітохондрій в цих процесах; метаболічні та біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин; дихальний ланцюг або електрон-транспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ; особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин; механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях; зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань; порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенезу окремих хвороб;

умінням: використовувати отримані знання з клітинної енергетики для критичного і коректного інтерпретування експериментального матеріалу з теми наукової роботи, наукових статей інших дослідників, виявляти можливі причини різних змін процесів адаптації організму, стомлення, старіння чи захворювань, робити правильні висновки, удосконалювати програми фізичних тренувань, використання відновних засобів та покращення здоров'я людини.

Перелік програмних результатів навчання, яких пошукачі наукового ступеня доктора філософії з біології досягають в процесі вивчення навчальної дисципліни вільного вибору «КЛІТИННА ГЕНЕТИКА»

**відповідно до освітньо-професійної програми вищої освіти за спеціальністю
091 Біологія.**

Шифр	Програмні результати навчання
ПРН1	Мати концептуальні та методологічні знання з біології, на межі фізіології людини і тварин та фізичної культури і спорту, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
ПРН5	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
ПРН8	Глибоко розуміти загальні принципи та методи біологічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

Порядок оцінювання результатів навчання з дисципліни

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни формується з урахуванням результатів поточного контролю та заліку.

Протягом семестру здобувач наукового ступеня може отримати максимальну кількість балів – 100 як суму балів за результатами поточного контролю на практичних заняттях та під час консультацій науково-педагогічних працівників з тем, на які не передбачено аудиторних годин робочою програмою навчальної дисципліни для студентів заочної форми навчання, або в установленому порядку з тем, заняття з яких було пропущене здобувачем вищої освіти. Використовуються такі форми поточного контролю та розподіл балів, які може отримати студент за тему:

Номер і назва теми практичних занять	Засоби оцінювання	Макс. кількість балів за тему
Тема 1. Біоенергетика клітин, як основа життєдіяльності та спортивної працездатності організму людини	Поточний контроль СР	6 (5,4) 6
Тема 2. Провідна роль мітохондрій в енергетичному забезпеченні клітин організму людини	Поточний контроль СР	6 6
Тема 3. Метаболічні та	Поточний контроль	6

біоенергетичні процеси, що задіяні в біоенергетиці клітин	СР.	6
Тема 4. Дихальний ланцюг або електронтранспортна система мітохондрій, його участь у біосинтезі АТФ	Поточний контроль СР	6 6
Тема 5. Особливості енергетичного забезпечення клітин різних тканин	Поточний контроль СР	6 6
Тема 6. Механізми регуляції біоенергетичних процесів у мітохондріях	Поточний контроль СР	6 6
Тема 7. Зміни біоенергетичних процесів у клітинах під час рухової активності та при адаптації до фізичних тренувань	Поточний контроль СР	6 8
Тема 8. Порушення біоенергетики клітин організму – причина стомлення, старіння та патогенезу окремих хвороб.	Поточний контроль СР - презентація	6 8
Всього балів:		100

Викладач знайомить здобувачів наукового ступеня з відповідними завданнями для самостійної роботи та темами практичних занять.

Перед початком практичного заняття науково-педагогічний працівник ознайомлює здобувачів із формами поточного контролю, які будуть застосовуватись, і кількістю балів, які вони можуть отримати. Після завершення заняття кожному здобувачу наукового ступеня оголошується кількість отриманих ним балів.

Якщо здобувач наукового ступеня протягом семестру отримав менше 34 балів, до заліку не допускається і має можливість пройти повторне вивчення цієї дисципліни.

Заліки визначаються у порядку, визначеному у Положенні про організацію освітнього процесу в університеті.

Рекомендовані джерела інформації:

Основна література:

1. Волков Н.И. Биоэнергетика спорта: Монография / Н.И. Волков. – М.: Советский спорт, 2011. - 160 с.
2. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности: учебник / Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун. – К.: Олимпийская литература, 2013. – С.349-358.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т.2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, Д. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. М.

Молочкиной, В. В. Белова; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 636 с.

Додаткова література:

1. Андреев А. Ю. Митохондриальный метаболизм свободных радикалов кислорода / А. Ю. Андреев, Ю. Е. Кушнарева, А. А. Старков // Биохимия. – 2005. – № 70. – С. 246-264.
2. Габрысь Т. Анаэробная работоспособность спортсменов: Лимитирующие факторы, тест и критерии, средства и методы тренировки. Доктор дис. на пед. наук.(13.00.04) М.: 2000. – 403с.
3. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж.Х. Вілмор, Д.Л. Костілл. – К: Олімпійська література, 2003. – 656 с.
4. Макарова Г.А. Фармакологическое обеспечение в системе подготовки спортсменов / Г.А. Макарова. – М.: Спорт, 2003. – 138 с.
5. Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М. Харгриса. – К: Олимпийская литература. – 1997. – 255с.
6. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки/ Р. Мохан, М. Глессон, П.Л. Гринхафф; пер. с англ. – К.: Олимпийская Литература. – 2001. – 296 с.
7. Кулиненко О.С. Подготовка спортсмена: фармакология, физиотерапия, диета [Текст] / О.С. Кулиненко. – М.: Советский спорт. – 2009. – 432 с.
8. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература. – 2017. – 656 с.
9. Старение и двигательная активность: пер.с англ.; под ред. С. Джесси Джоунс, Дебры Дж. Роуз. – К.: Олимпийская литература, 2012. – 440 с. (Гл.4.Физиологические аспекты старения. С.51-72).
10. Фармакология спорта / Горчакова Н.А., Гудивок Я.С., Гунина Л.М. [и др.]; под общ. ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной, Р.Д. Сейфуллы. – К.: Олимпийская литература, 2010. – 640 с.
11. Crompton M. The mitochondrial permeability transition pore and its role in cell death / M.Crompton // Biochem. J.–1999. –№ 341.–P. 233-249.
12. Kenney L.W. Physiology of sport and exercise / L.W. Kenney, J.H.Wilmore, D.L.Costill. – Champaign : Human kinetics, 2015. – 625 p.
13. Mougios V. Exercise Biochemistry / V. Mougios. – Champaign: Human kinetics.- 2006. – 301p.
14. Schönfeld P. Why does brain metabolism not favor burning of fatty acids to provide energy? Reflections on disadvantages of the use of free fatty acids as fuel for brain/ P. Schönfeld, G. Reiser.// J. Cereb. Blood Flow Metab. –2013. – V.33, – P.493- 1499.
15. Spurway N. Genetics and molecular biology of muscle adaptation / N. Spurway, H. Wackerhage. – Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.- 2006. – 274 p. (Advances in sport and exercise series).
16. Textbook of work physiological bases of exercise / P. O. Astrand, K. Rodahl, H. A. Dahl, S. B. Stromme. – 4th ed. – Champaign: Human Kinetics, 2003. – 650 p.

17. Vyssokikh MY. The function of complexes between the outer mitochondrial membrane pore (VDAC) and the adenine nucleotide translocase in regulation of energy metabolism and apoptosis / MY Vyssokikh, D. Brdiczka // *Acta Biochim. Pol.* –2003. – v.50. –P. 389-404.
18. Stowe D.F. Mitochondrial reactive oxygen species production in excitable cells: modulators of mitochondrial and cell function / D.F. Stowe, A.K. Camara. // *Antioxid. Redox. Signal.* –2009. – №1. – P.1373-1414.
19. Wittig I. Supramolecular organization of ATP synthase and respiratory chain in mitochondrial membranes/ I. Wittig, H. Schägger // *Biophys. Biochim. Acta.* –2009.– V.1787. – P. 672 –680.

Електронні ресурси:

1. Функциональная биоэнергетика / А.В. Панов. – 2017, –326с.
– Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/315781639>
2. Биохимия [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, –2015. –768 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Практическая митохондриология / Панов А.- 2015, Research Gate.
– Режим доступа: <https://docplayer.ru/59133649-Prakticheskaya-mitohondriologiya.html>