

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ БІОФІЗИКИ

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	другий
освітньо-наукова програма	Біомедична фізика, інженерія та інформатика
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач:

Судаков Олександр Олександрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри медичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Судаков Олександр Олександрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ Сергій РАДЧЕНКО

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «**Додаткові розділи біофізики**» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 10 «Природничі науки» зі спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» освітньої програми «Біомедична фізика, інженерія та інформатика». Викладається у 2 семестрі (1 року навчання) в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 16 год., семінарських занять 14 год. самостійна робота – 60 год. У курсі передбачено 2 змістових модулів. Дисципліна завершується заліком. Дана дисципліна входить у блок нормативних дисциплін (освітня програма «Біомедична фізика, інженерія та інформатика»).

1. Мета і завдання дисципліни «Додаткові розділи біофізики»: ознайомлення студентів з сучасними тенденціями в галузі біофізики. Особлива увага приділяється детальному опису фізичних основ та математичному апарату для кількісних розрахунків. Враховуючи специфіку спеціалізації «Біомедична фізика, інженерія та інформатика» головний акцент робиться на фізичних основах застосування радіофізичних методів для дослідження структури та функцій біологічних об'єктів на молекулярному, клітинному та організмовому рівнях.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Додаткові розділи біофізики» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр" і спирається на знання, отримані в курсах ОКР «бакалавр» «Атомна фізика», «Квантова механіка», «Фізичні основи медичної техніки», «Медична радіофізика», «Біофізика складних систем», «Основи молекулярної фізіології та біохімії».

3. Анотація навчальної дисципліни:

Огляд фізичних методів дослідження структури та функцій біологічних об'єктів, фізичні основи явища магнітного резонансу, теоретичний опис поведінки ядерних спінів, методи розрахунку імпульсних послідовностей, основи магніто-резонансної спектроскопії та релаксометрії, принципи застосування ядерного магнітного резонансу для дослідження структури та функцій складних органічних молекул, органів та всього організму.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) надати основні відомості курсу «**Додаткові розділи біофізики**», які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».
- 2) узагальнити відомі поняття курсів «Атомна фізика», «Квантова механіка», «Фізичні основи медичної техніки», «Медична радіофізика», «Біофізика складних систем», «Основи молекулярної фізіології та біохімії» простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень біофізики з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних та експериментальних задач;
- 3) застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;
- 4) прищепити вміння оцінювати вимоги до застосувань знань з курсу «Додаткові розділи біофізики» до пристроїв медичного призначення, давати рекомендації розробки нових і вдосконалення існуючих методів відповідної апаратури.

Студент повинен знати фізичні основи магнітного резонансу, магніторезонансної спектроскопії, томографії, релаксометрії і їх застосування для дослідження живих систем на різних рівнях

Студент повинен вміти розрахувати сигнал магнітного резонансу від різних об'єктів, включаючи живі системи

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

- коди, назви компетентностей із переліку компетентностей в описі освітньої програми

ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 11 – Здатність працювати автономно

ФК 7 - Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій

ПРН 1 - Показувати знання в галузі сучасної прикладної фізики та математики

ПРН 8 - Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів (включаючи наноматеріали), речовини, технологій

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та граничний критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент повинен знати :	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	До 50
1.1	основні визначення і поняття, які стосуються фізики ядерного магнітного резонансу	<i>лекція</i>		5
1.2	основи квантово-механічного та класичного опису поведінки ядерних магнітних моментів	<i>лекція</i>	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	5
1.3	математичний апарат розрахунку імпульсних послідовностей	<i>лекція</i>		7
1.4	основні механізми магнітної релаксації.	<i>лекція</i>		7
1.5	основні методи магніто-резонансної спектроскопії, релаксометрії та томографії	<i>лекція</i>	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	7
1.6	основи дослідження структури та функцій біологічних систем на молекулярному рівні за допомогою ядерного магнітного резонансу	<i>лекція</i>		7
1.7	основи дослідження структури та функцій біологічних систем на рівні організму рівні за допомогою ядерного магнітного резонансу	<i>лекція</i>	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	6
1.8	Основні принципи побудови магніторезонансних вимірювальних установок	<i>лекція</i>		6
2	студент повинен вміти :			До 35
2.1	Розраховувати хвильові функції та оператори для опису ядерної намагніченості у різних станах	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	Виступи на семінарських заняттях з демонстрацією прикладів вирішення завдань письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	6
2.2	Розраховувати імпульсні послідовності за допомогою операторного формалізму			6
2.3	Розраховувати імпульсні послідовності за допомогою матричного формалізму			6
2.4	Проектувати імпульсні послідовності для визначення структури та функцій живих систем на молекулярному рівні			5
2.5	Проектувати імпульсні послідовності для томографічних досліджень біологічних систем			6
2.6	Розраховувати характеристики магніторезонансних установок для різних видів досліджень біологічних систем			6
3	комунікація	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів		До 10
3.1	здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			10
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах та математичних пакетів	оцінювання виконання завдань для самостійної роботи та роботи в підгрупі	До 5
4.1	здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми			5

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт, наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.8 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.6 [вміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 - [комунікативність] – до 10%;
- результат навчання 4.1 - [автономність та відповідальність] – до 5%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має два змістові модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-4, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 5-9. Після завершення відповідних тем проводяться дві письмові модульні контрольні роботи. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання для модульної контрольної роботи перевіряють уміння розв'язувати конкретні задачі функціональної електроніки та розбиратися в роботі конкретних приладів. Обов'язковим для допуску до заліку є написання 1-ї та 2-ї модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 15 балів.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Залікове завдання складається із 2 питань, кожне питання оцінюється від 0 до 12,5 балів. Всього за задлік можна отримати від 0 до 25 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання загалом не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (28 і 7 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 15 балів.
- **умови допуску до заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, а ніж критично-розрахунковий мінімум - 44 бали за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 44 бали, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні написати на необхідну граничну кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та додаткові домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтованого графіку оцінювання):

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – балів	Max. – балів	Min. – балів	Max. – балів
Модульна контрольна робота 1	12	20		
Модульна контрольна робота 2			12	20
Виступи студентів на семінарських заняттях	5	8	5	8
Виконання студентами розрахункових робіт	1	2	1	2

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	початок квітня
Модульна контрольна робота 2	травень
Виконання студентами самостійних робіт	початок лютого - травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
залік	друга половина травня

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	15	15	30	60
Максимум	30	30	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, бали / Marks, points
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60
Незадовільно / Unsatisfactory	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі			
		Лекції	Семінарські заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Фізичні основи магніторезонансних досліджень					
1	Вступ. Загальний огляд радіофізичних методів дослідження біологічних систем на різних рівнях	2	-		8
2	Класичний та квантовомеханічний опис магнітного резонансу	2	2	-	6
3	Оператор густини. Рівняння Ліувіля-фон-Неймана. Операторний формалізм	2	2	-	6
4	Методи розрахунку імпульсних послідовностей	2	2	-	6
4.1	Модульна контрольна робота 1	-	1		
Змістовий модуль 2. Методи досліджень структури та функцій біологічних систем					
5	Магніторезонансна кореляційна спектроскопія	2	2	-	8
6	Магніторезонансна релаксометрія	2	2	-	8
7	Магніторезонансна томографія та локалізована спектроскопія	2	2	-	6
8	Принципи побудови пристроїв для магніторезонансних вимірювань	2	-	-	6
9	Модульна контрольна робота 2	-	1	-	6
	Всього	16	14	-	60

Загальний обсяг **90 год.**, в тому числі:

Лекцій	16 год.
Семінарські (практичні) заняття	14 год.
Самостійна робота	60 год.

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Spin Dynamics, Module I, Lecture 01 – Dr Ilya Kuprov, University of Southampton, 2013
http://spindynamics.org/documents/sd_m1_lecture_01.pdf

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Розділ 1 «Фізичні основи магніторезонансних досліджень»

1. Charles P. Slichter Principles of Magnetic Resonance .-Springer; 3rd enlarged and updated ed. 1990. Corr. 3rd printing 1996 edition (December 12, 1989) -670 p.
2. Karl H. Hausser, Hans R. Kalbitzer. NMR in Medicine and Biology
3. Structure Determination, Tomography, In Vivo Spectroscopy , Springer (April 4, 2012).-236p.
4. Ernst, R.R., Anderson, W.A., Application of Fourier transform spectroscopy to magnetic resonance , Review of Scientific Instruments, 1966, 37, pp. 93-102.
5. Derome, A.E., Modern NMR techniques for chemistry research , Pergamon, 1987 – Chapter 2. 3.
6. Ernst, R.R., Bodenhausen, G., Wokaun, A., Principles of nuclear magnetic resonance in one and two dimensions , Oxford University Press, 2004 – Section 4.1.
7. P. A. Bottomley, J. R. Griffiths Handbook of Magnetic Resonance Spectroscopy In Vivo: MRS Theory, Practice and Applications – Wiley , 2016, p. 1232

Додаткова література

1. Lipari G.M. Szabo A. Model-free approach to the interpretation of nuclear magnetic resonance relaxation in Macromolecules. 1. Theory and range of Validity.// J. Am. Chem. Soc.-104: 4546-4559.- 1982.
2. S. Webb The physics of medical imaging, , IOP Publishing Ltd, 1995. - 640 p.
3. Кононов М.В., Радченко С.П., Судаков О.О., Мисник А.В. Моделювання фізичних процесів: Методичні вказівки до проведення практичних занять Київ, ВПЦ “Київський університет”, 2006, 91 с.