

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА

Кафедра теоретичної фізики та астрономії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В. Запороженко

" 4 " 09 2020 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика води та водних розчинів біомолекул

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти другий (освітньо-науковий) рівень - магістр

Галузь знань 10 – природничі науки  
(шифр і назва)

Спеціальність 105 – прикладна фізика та наноматеріали  
(шифр і назва)

Освітня програма прикладна фізика та наноматеріали

Від дисципліни вибіркова

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій  
(назва факультету)

2020-2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій  
Протокол № 1 від “3” вересня 2020 року

Розробники програми: доктор фізико-математичних наук, професор Маломуж М.П.

Програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики та астрономії.

Протокол № 1 від “31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри теоретичної фізики та астрономії \_\_\_\_\_ Адамян В.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ

Протокол № 1 від “3” вересня 2020 року

Голова НМК \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ніцук Ю. А.  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізика води та водних розчинів біомолекул» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки другого освітньо-наукового рівня – магістр. Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали».

Освітньо-наукова програма: “ Прикладна фізика та наноматеріали ”.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: ознайомлення студентів з основними результатами сучасних досліджень з фізики води, а також з тією роллю, яка відіграє вода у виникненні і підтримці життя теплокровних.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є: формування у студентів стійких знань з фізики води, а також вміння застосовувати їх до вирішення різних прикладних проблем.

Інтегральна компетентність (ІК) – здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК2) ;
- Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК9).

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна/ <u>за вибором</u>
Денна форма навчання
Рік підготовки
5-й
Лекції
30 год.
Практичні/семінарські
-
Лабораторні
-
Самостійна робота
60 год.
У тому числі індивідуальні завдання
-

1.6. Заплановані результати навчання:

– Знати основні термодинамічні та кінетичні властивості води, а також характер поведінки води в електричному та магнітному полях, фізичну природу міжмолекулярної взаємодії у воді, зокрема, сучасний погляд на природу водневих зв’язків, особливості мікроструктури води, які породжуються процесами кластеризації молекул, специфіку зміни властивостей води з температурою, усвідомлювати ключову роль води у виникненні житті на Землі, а також у його підтримці та розвитку, розуміти фізичне походження

границь існування живої матерії, уявляти у який спосіб відбувається саморегуляція робочої температури різних органів та ступеня кислотності робочого середовища,

– Вміти застосувати свої знання для розв'язку конкретних задач прикладної фізики: володіти загальними принципами удосконалення методів очистки води від її забруднень солями та спиртами, принципами виділення сірководню з глибинних шарів морської води, принципами контролю, підтримки та зміни рівня рН у воді та водних розчинах спиртів, тощо.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **1. Термодинамічні та кінетичні властивості води і водних розчинів**

#### **Тема I. Термодинамічні властивості води**

1. Фазова діаграма води;
2. Нормальна, перегріта і переохолоджена вода;
3. Аномальна поведінка густини, стисливості і теплоємності води;
4. Особливості міжмолекулярної взаємодії;
5. Рівняння стану води;
6. Порівняння властивостей води та аргону;
7. Водно-сольові розчини;
8. Водно-спиртові розчини;
9. Поведінка контракції розчинів.

#### **Тема II. Діелектричні властивості води**

1. Величина і температурна залежність діелектричної проникності води;
2. Частотна залежність діелектричної проникності води;
3. Особливості дипольної релаксації у воді;
4. Показник заломлення води та водних розчинів.

#### **Тема III. Кінетичні властивості води**

1. Температурна залежність коефіцієнтів самодифузії та в'язкості;
2. Теплопровідність води;
3. Провідність води і сольових розчинів;
4. Розсіювання світла і нейтронів у воді;
5. Особливості теплового руху молекул у воді та аргоні.

### **2. Кластеризація води як необхідна умова існування живого**

#### **I. Кластеризація молекул рідкої води та пару**

1. Димери, тримери та мультимери води;
2. Димеризація водної пари;
3. Теплові збудження димерів та кластерів більш високого порядку;
4. Діелектрична проникність і теплоємність водної пари як сукупності кластерів;
5. Загальний підхід до опису діелектричних властивостей води;
6. Ефективна поляризованість молекул рідкої води;
7. Діелектрична проникність рідкої води;
8. Час осілого життя молекул рідкої води;
9. Структура рідкої води з точки зору картини кластеризації і характеру теплового руху молекул у ній.

## II. Сучасний погляд на проблеми переносу в рідкій воді

1. Колективний перенос молекул та іонів у воді;
2. Перенос молекул та особливості їх обертального руху у переохолодженій воді;
3. Зсувна в'язкість нормальної та переохолодженої води;
4. Роль ефектів гідратації в процесах переносу;
5. Методи очищення води.

## III. Прояв властивостей води в живій матерії

1. Верхня границя існування живого як границя існування кристалоподібної води;
2. Особливості кластеризації води всередині температурного інтервалу існування живого;
3. рН води, його температурна залежність і вплив на перенос кисню еритроцитами;
4. Еритроцит як двигун внутрішнього згоряння;
5. Коливальний рух спіралей ДНК у клітинному водному середовищі;
6. Нижня границя існування живої матерії як наслідок утворення наноскопічних кластерів у клітинній воді;
7. Чому температура печінки людини дорівнює  $42^{\circ}\text{C}$ ?

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	У тому числі				
		Л	П	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Основні термодинамічні та кінетичні властивості води</b>						
Тема 1. Фазова діаграма води. Нормальна, перегріта і переохолоджена вода. Аномальна поведінка густини, стисливості і теплоємності води.	12	4	0	0	0	8
Тема 2. Особливості міжмолекулярної взаємодії.	6	2	0	0	0	4
Тема 3. Рівняння стану води. Порівняння властивостей води та аргону.	6	2	0	0	0	4
Тема 4. Водно-сольові і водно-спиртові розчини. Поведінка контракції	6	2	0	0	0	4

розчинів.						
Тема 5 Діелектричні та рефракційні властивості води.	6	2	0	0	0	4
Тема 6. Кінетичні властивості води. Поведінка коефіцієнтів в'язкості та самодифузії, теплопровідності. Особливості теплового руху молекул у воді та водних розчинах	9	3	0	0	0	6
Разом за змістовим модулем 1	45	15	0	0	0	30
<b>2. Кластеризація води та водних розчинів і границі існування живої матерії</b>						
Тема 1. Димери, тримери та мультимери водної пари та рідкої води. Теплові збудження димерів та кластерів більш високого порядку.	9	3	0	0	0	6
Тема 2. Діелектрична проникність і теплоємність водної пари та води. Загальний підхід до опису діелектричних властивостей води.	6	2	0	0	0	4
Тема 3. Час осілого життя молекул рідкої води, її квазікристалічна структура	6	2	0	0	0	4
Тема 4. Колективний перенос молекул та іонів у воді.	6	2	0	0	0	4
Тема 5 Ефекти гідратації та їх роль в процесах переносу. Принципи підходу до методів очищення води.	6	2	0	0	0	4
Тема 6. Верхня границя існування живого як границя існування	6	2	0	0	0	4

кристалоподібної води. рН води, його температурна залежність і вплив на перенос кисню еритроцитами						
Тема 7. Нижня границя існування живої матерії як наслідок утворення наноскопічних кластерів у клітинній воді. Робочі температури печінки і мозку людини.	6	2	0	0	0	4
Разом за змістовим модулем 2	45	15	0	0	0	30

#### 4. Теми практичних занять

Не передбачено навчальним і робочим планом

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1	Температурна залежність теплоємності води в інтервалі життя ссавців	4
2	Поведінка контракції водного розчину етанолу	4
3	Аномальна поведінка густини води при 4 <sup>0</sup> С та її стисливості при 48 <sup>0</sup> С.	4
4	Процеси переносу у воді та водних розчинах спиртів	4
5	Особливості молекулярного розсіювання світла в околі особливої точки.	4
6	Провідність води і фізіологічний вплив електричного струму.	4
7	Довготривала релаксація у водно спиртових розчинах	4
8	Порівняльні властивості звичайної та важкої води	4
9	Вплив ультразвуку та рентгенівського випромінювання на клітини.	4
10	Механізми теплового руху молекул у воді	4
11	Рухливість іонів у воді та водних розчинах	4
12	Транспорт кисню еритроцитами	4
13	Ефекти гідратації та їх роль функціонуванні клітин	4
14	Водні розчини гліцерину у переохолоджених станах та їх застосування	4
15	Особливості міжмолекулярної взаємодії у рідких воді та спиртах	4
	РАЗОМ	60

#### 6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним і робочим планом

## 7. Методи навчання

Лекції, самостійна робота.

## 8. Методи контролю

Поточне опитування, тестування, поточна перевірка самостійної роботи (залік).

## 9. Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (залік)	Підсумковий бал *
1							
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	100	100
24	14	14	14	14	20		

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий тест (залік)	Підсумковий бал *
2								
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 7	100	100	
20	13	13	13	13	15			

\* Підсумковий бал розраховується за формулою

$$ПБ = \frac{0,30 \cdot ЗмістМод1 + 0,30 \cdot ЗмістМод2 + 0,15 \cdot колоквиум + 0,25 \cdot Залік}{4},$$

де ПБ – підсумковий бал, ЗмістМод1 – сумарний бал за змістовний модуль 1, Залік – бал за підсумковий тест (залік).

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	Для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	Відмінно	зараховано
85-89	B	Добре	
75-84	C		
70-74	D	Задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F		



## 10. Рекомендована література

### Базова

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики.  
т. 2, Термодинамика и молекулярная физика, М.: "Наука" 1975. 552 стр  
т.3 Электричество М.: "Наука" 1977. 687 стр.
2. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике М.: Мир.  
вып.5 Электричество и магнетизм. 2-е издание, 1977. 300 стр.  
вып.7 Физика сплошных сред. 2-е издание, 1977. 228 стр.
3. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды, – Л. : Гидрометеиздат. 1975.  
– 280 с.
4. Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.В. Основы физики воды, – К. : Наукова думка, 1991. – 672 с.
5. Зацепина Г.Н. Свойства и структура воды, – М. : Издательство Московского университета, 1974. – 168 с.
6. M. Chaplin Water structure and science, retrieved May 15, 2011, [Электронный ресурс]<http://www.lsbu.ac.uk/water/data.html>
7. Трухан Э.М. Введение в биофизику. – М., МФТИ, 2008, с.242.
8. Bulavin L.A., Lokotsh T.V., Malomuzh N.P. Role of collective self-diffusion in water and other liquids, J.Mol.Liq. – 2008 – 137. – P. 1–24.
9. L.A.Bulavin, N.P.Malomuzh. Upper temperature limit for the existence of the alive matter // JML (Letter to the Editor) – 124 (2006) 136 .
10. Олейник А.В. Природа термодинамических и кинетических свойств воды на линии сосуществования жидкость-пар/ диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Одесса - 2013
11. Махлайчук П.В. Роль водневих зв'язків у формуванні властивостей води/ диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Одесса - 2013

### Допоміжна

1. A.I.Fisenko and N.P.Malomuzh. To what extent is water responsible for the maintenance of the life for warm-blooded organisms // Int.J.Mol.Sc. – 10 (2009) 2383-2411
2. A.I.Fisenko and N.P.Malomuzh. Role of the H-bond network in the creation of life-giving properties of water// Chem.Phys. - 345 (2008) 164-172.
3. Л.А.Булавин, Н.П.Маломуж. Динамический фазовый переход в воде как важнейший фактор провоцирования денатурации белков в теплокровных организмах // Физика Живого – 18 (№ 2) 2010 (16-22)..

## 11. Інформаційні ресурси

- a. Wikipedia: <http://phys.wikipedia.org/>