Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

_____ Василевський О. М.

"17" 09 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.4.1 Нанотехнології в біології та медицині

(шифр і назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалавра
(назва рівня вищої освіти)
галузь знань 16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування галузі знань)
спеціальність 163 – Біомедична інженерія
(код і найменування спеціальності)
освітня програма Біомедична інженерія

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Розроблено в рамках проекту "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Інноваційна мультидисциплінарна освітня програма зі штучних імплантів для біоінженерії для бакалаврів та магістрів"

Developed in the frame of project "Erasmus+ (CBHE) BioArt "Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc / MSc Degrees" (586114-EPP- 1-2017- 1-ES- EPPKA2-CBHE- JP).

Вінниця – 2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Нанотехнології в біології та медицині»
для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія
спеціальності 163 – Біомедична інженерія

освітня програма Біомедична інженерія, 2020. – 15 с.

Розробник:
Павлов Сергій Володимирович, проф. кафедри БМІ, д-р техн. наук, професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біомедичної інженерії

Протокол від «9» 06 2020 року № 19

Завідувач кафедри _____ доц. Коваль Л. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією ФІРЕН

Протокол від «10» 06 2020 року № 10

Голова Методичної комісії ФІРЕН _____ проф. Кичак В. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «17» 09 2020 року № 1

Голова _____ проф. Васілевський О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© С. В. Павлов, 2020 рік.
© ВНТУ, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 7</td><td>Галузь знань
16 – Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування)</td><td colspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="6">спеціальність 163 – Біомедич-на інженерія
освітня програма Біомедична інженерія</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>3б</td><td>3б</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові роботи, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри)</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 210</td><td>5-й</td><td>5-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 7
самостійної та індивідуальної роботи студента – 4,7</td><td rowspan="11">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</td><td>63 год.</td><td>15 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>27 год.</td><td>5 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>36 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Курсова робота</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>84 год.</td><td>180 год.</td></tr>
<tr><td>Вид контролю:
іспит</td><td>Вид контролю:
іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 60 % / 40 %,
для заочної форми навчання – 14 % / 86 %

Мова навчання – українська, англійська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Нанотехнології в біології» є процеси взаємодії оптичного випромінювання в нанооб'єктах. Курс використовується при вивченні таких дисциплін: фізика, лазерні та оптоелектронні методи перетворення і обробки інформації; моделювання та оптимізація оптоелектронних систем; квантово-розмірні структури і прилади; проектування та конструювання вузлів оптоелектронних приладів; адаптивна та інструментальна оптика; оптоелектронні комп'ютери, оптоелектронні інтелектуальні системи.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни «Нанотехнології в біології» полягає в тому, щоб дати студентам фундаментальні та прикладні знання в області вивчення властивостей проходження оптичного випромінювання через оптичні середовища та оптичні системи та в подальшому врахуванню цих властивостей при пристрої наноелектроніки для біомедицини.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Нанотехнології в біологіїє вивчення теоретичних основ та практичних аспектів оптичних методів вимірювального контролю світлорозсіювальних середовищ, висвітлення сучасного стану, проблематики та перспективних концепцій розвитку спектрофотометрії, вивчення методології оптичного контрольно-вимірювального експерименту, застосування математичних моделей трансформації випромінювання неоднорідними об'єктами,

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

Знати:

- фізичні основи та принципи взаємодії оптичного випромінювання з речовиною.

Уміти:

- аналізувати і передбачати результати взаємодії оптичного випромінювання з речовиною;
- оцінювати передумови використання цих знань в пристроях наноелектроніки.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Особливості фізичних властивостей у нанооб`єктах.

Тема 1. Поняття нанотехніки, нанотехнології та наноматеріалів. Загальна характеристика нанооб`єктів в біомедицині та їх класифікація.

Що таке наночастинка і наноструктура з точки зору фізики нанооб`єктів. Кластери. Об`ємні наноструктуровані матеріали в біології. Фулерени та нанотрубки.

Тема 2. Оптичне випромінювання та його характеристики.

Оптичний діапазон. Основні властивості оптичного випромінювання. Променистий потік і світловий потік. Сила світла. Освітлюваність. Світимість. Яскравість. Інтегральні по часу величини. Коефіцієнт корисної дії та світлова віддача випромінювача. Ефективність випромінювання. Фотонні величини.Спектральні величини. Ефективність випромінювання.

Тема 3. Люмінесценція в біології.

Види люмінесценції. Газовий розряд. Фотолюмінесценція. Люмінофори. Світловипромінюючі діоди. Флуоресцентний аналіз

Тема 4. Розповсюдження випромінювання в біологічних середовищах.

Закон Ламберта. Прості випромінювачі. Освітлюваність від просторових випромінювачів. Освітлюваність оптичного зображення. Закон Манжета. Оптичні властивості тіл. Явища на межі двох середовищ. Поглинання та пропускання. Розсіювання. Направлене та розсіюване відбиття пропускання. Коефіцієнт яскравості. Яскравість променя. Просторова освітлюваність.

Тема 5. Характеристика механізмів взаємодії лазерного випромінювання з біологічними системами.

Особливості взаємодії лазерного випромінювання. Властивості випромінювання й особливості його взаємодії з біологічними системами. Принципи лазерної діагностики. Розповсюдження світла в багатошарових тканинах. Біофізичний механізм дії лазерного випромінювання на тканину. Біологічні ефекти, які виникають у тканині під впливом лазерного випромінювання. Фотобіохімічні ефекти – біостимуляція. Фототермічні і фотоіонізаційні ефекти. Методи лазерного опромінення: лазеропунктура; методи визначення місцерозташування БАТ; фізіологічні механізми дії акупунктури на організм; дія лазерного випромінювання на кров; про молекулярний механізм дії НІЛВ видимого; нелінійні оптичні властивості опромінених біотканин; лазерна літотріпсія

Тема 6. Особливості фізичних властивостей у нанооб`єктах в біології.

Густина станів у 0D-, 1D- та 2D- нанооб`єктах, Квантові точки. Одноелектронне тунелювання в системі квантових точок. Особливості кінетики у мезоскопічних системах. Явище локації. Локація електронів в тонких дротах. Закономірності зміни оптичних явищ у напівпровідниках при переході від масивного кристалу до нанорозмірного. Ефект макроскопічного квантового тунелювання.

Тема 7. Наноматеріали для наноелектроніки.

Нанорозмірні надпровідники. Наноструктуровані кристали для фотоніки. Сегнетоелектроніки. Наноферомагнетики. Наночастинки у технології пристроїв генерування енергії.

Тема 8. Основні функції наноелектроніки. Пристрої наноелектроніки для біомедичних досліджень. Методи дослідження нано- та мікрооб'єктів в біомедичних дослідженнях.

Діагностика поверхні твердого тіла та структури. Електронна мікроскопія. Скандувальна зондова мікроскопія. Рентгено-електрона спектроскопія. Оже-спектроскопія. Іонні спектральні методи дослідження поверхні. Катодолюмінісцентна спектроскопія. Фотолюмінесцентне дослідження спектрів. Оптична інфрачервона та раманівська спектроскопія

Тема 9. Органічні сонячні фотоелементи. Сенсори на основі органічних матеріалів.

Фотоелектричні методи перетворення сонячної енергії. Фото чутливість органічних напівпровідників. Фізика функціонування органічних сонячних фотоелементів . Структура органічних сонячних фотоелементів

Принципи функціонування газових сенсорів на основі органічних напівпровідників. Взаємодія молекул газу з плівками органічних матеріалів. Структура та принципи функціонування сенсорів. Транзисторні та діодні сенсори. Оптичні сенсорні пристрої та сенсори на основі поверхнево-плазмового резонансу, п'єзоелектричних ефектів та поверхнево-акустичних хвиль.

Змістовий модуль 2. Наноструктури та нанокапсули.

Тема 10. Наноструктури та нанокапсули.

Вивчити і зрозуміти: Основна інформація з нанотекломології. Наноструктури та нанокапсули. Вуглецеві наностракту ри та нанокапсули. Металеві наноструктури. Полімерні наноструктури та нанокапсули.

Тема 11. Наноматеріали

Вивчити і зрозуміти: Наноматеріали. Наночастинки і нанопорошки

Тема 12. Наноструктури та нанокапсули в біовимірюванні

Вивчити і зрозуміти: Наноструктури та нанокапсули в біовимірюванні. Біосенсори та застосування вибраних наноструктур та нанокапсул.

Тема 13. Нанобіотехнології.

Вивчити і зрозуміти: Нанобіология. Нанобіотехнології. Основні об'єкти нанобіотехнології.

Тема 14. Наноструктури та нанокапсули в системах доставки лікарських засобів

Вивчити і зрозуміти Наномедицина. Застосування ДНК для синтезу ліків. Наноструктури та нанокапсули в системах доставки лікарських засобів

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Особливості фізичних властивостей у нанооб`єктах												
Тема 1. Поняття нанотехніки, нанотехнології та наноматеріалів. Загальна характеристика нанооб`єктів в біомедицині та їх класифікація.		4	3			5		1				10
Тема 2. Оптичне випромінювання та його характеристики.	12	3		5		4				1		10
Тема 3. Люмінесценція в біології.	9	3				6						10
Тема 4. Розповсюдження випромінювання в біологічних середовищах.	12	5	3			4			1			10
Тема 5. Характеристика механізмів взаємодії лазерного випромінювання з біологічними системами.	12	3		4		5				1		10
Тема 6. Особливості фізичних властивостей у нанооб`єктах в біології.	12	3		5		4				1		10
Тема 7. Наноматеріали для наноелектроніки.	12	4	4			4			1			10
Тема 8. Основні функції наноелектроніки. Пристрої наноелектроніки для біомедичних досліджень. Методи дослідження нано- та мікрооб’єктів в біомедичних дослідженнях.	12	3		4		5				1		10
Тема 9. Органічні сонячні фотоелементи. Сенсори на основі органічних матеріалів.	12	4	3			5						10
Разом за змістовим модулем 1	105	32	13	18		42	105	9	2	4		90

Змістовий модуль 2. Наноструктури та нанокапсули												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 10. Наноструктури та нанокапсули.	23	6	3	6		8	22	1	1	2		18
Тема 11. Наноматеріали	21	7		6		8	21	1		2		18
Тема 12. Наноструктури та нанокапсули в біовимірюванні	19	6	4			9	20	1	1			18
Тема 13. Нанобіотехнології.	23	6	3	6		8	22	1	1	2		18
Тема 14. Наноструктури та нанокапсули в системах доставки лікарських засобів	19	6	4			9	20	2				18
Разом за змістовим модулем 2	105	31	14	18		42	105	6	3	6		90
Усього годин	210	63	27	36		84	210	15	5	10		180

6. Теми семінарських занять – *навчальним планом не передбачені*

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення фізико-хімічних характеристик матеріалу залежно від розміру структури.	3
2	Нанозапис інформації та її зчитування. Мікросхеми нанорозмірів	3
3	Методи дослідження наноструктур	4
4	Нанотехнології та безпека	3
5	Способи отримання наноматеріалів.	3
6	Властивості нанотрубок.	4
7	Перспективи розвитку наномедицини.	3
8	Стандартизація в нанотехнології.	4
	Разом	27

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження оптичних характеристик при лазерному опромінюванні	5
2	Діагностика гуморальних середовищ	5
3	Контроль волоконно-оптичних ліній зв’язку.	5
4	Визначення коефіцієнта пропускання за допомогою спектрофотометра СФ- 46.	5
5	Дослідження властивостей взаємодії світла з біотканиною.	6

6	Первинні наноматеріали.	5
7	Методи моделювання наноструктур	5
	Разом	36

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Безконтактні, неруйнівні, локальні методи при оптико-фізичних дослідженнях.	6
2	Спектральні величини. Коефіцієнт корисної дії та світлова віддача випромінювача. Ефективність випромінювання.	6
3	Світловимірювальні лампи. Спектральна густина випромінювання.	6
4	Вимірювання фотометричних характеристик тіл. Захист від зовнішнього та розсіюваного світла.	6
5	Направлене та розсіюване відбиття пропускання. Коефіцієнт яскравості. Яскравість променя. Просторова освітлюваність.	6
6	Методи лазерного опромінення: лазеропунктура; методи визначення місцерозташування БАТ.	6
7	Молекулярний механізм дії НІЛВ видимого; нелінійні оптичні властивості опромінених біотканин; лазерна літотріпсія	6
8	Експериментальні (прямі) методи визначення оптичних параметрів неоднорідних середовищ.	6
9	Методика вимірювального контролю компонент вектора-параметра Стокса поляризаційної матриці переносу Рij	6
10	Синтез експериментальної методики вимірювального контролю оптичних параметрів мутних середовищ за методом глибинного режиму	6
11	Алгоритм і структура експерименту з неоднорідними та квазіоднорідними середовищами	6
12	Проходження та розсіювання випромінювання в оптичних середовищах	6
13	Газорозрядні джерела випромінювання	6
14	Вимірювання фотометричних характеристик тіл. Захист від зовнішнього та розсіюваного світла	6
	Усього	84

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачена індивідуальна робота: реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікації.

Тематика індивідуальних завдань:

1. Світловимірювальні лампи. Спектральна густина випромінювання.
2. Вимірювання фотометричних характеристик тіл. Захист від зовнішнього та розсіюваного світла.

3. Направлене та розсіюване відбиття пропускання. Коефіцієнт яскравості. Яскравість променя. Просторова освітлюваність.

4. Фізіологічні механізми дії акупунктури на організм; дія лазерного випромінювання на кров

5. Синтез математичної моделі поглинання випромінювання нестаціонарним потоком газу у інтегрувальному резонаторі.

6. Моделювання граничних умов дії закону Бугера в нестаціонарних дисперсних середовищах

7. Алгоритм і структура експерименту з неоднорідними та квазіоднорідними середовищами.

8. Методика вимірювального контролю компонент вектора-параметра Стокса поляризаційної матриці переносу Рij. .

9. Синтез методики вимірювального контролю поверхні біотка-нини з допомогою виносного інтегрувального зонда за методом дифузного відбивання

10. Специфіка структури та аналіз метрологічних характеристик інтерактивної автоматизованої системи МАС-2 локації мутних середовищ.

11. Специфіка структури, принцип дії" та аналіз метрологічних характеристик інтерактивного інфрачервоного газоаналізатора.

12. Специфіка структури і принцип дії інтерактивного засобу вимірювального контролю поверхні біотканин на основі виносного інтегрувального зонда

11. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – лабораторна робота, практична робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ та інші науково-технічні конференції та семінари, підготовка наукових публікацій.

12. Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань здобувачів під час практичного заняття, тестування, 2 колоквіумів, диференційованого заліку.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 13.1 – Вид контролю – іспит

<table>
<tr><td colspan="8">Поточне тестування та самостійна робота</td><td>Підсумковий тест (іспит)</td><td>Сума</td></tr>
<tr><td colspan="5">Модуль 1</td><td colspan="3">Модуль 2</td><td rowspan="4">25</td><td rowspan="4">100</td></tr>
<tr><td colspan="5">Змістовий модуль № 1</td><td colspan="3">Змістовий модуль № 2</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td>Т7</td><td>Т8</td></tr>
<tr><td colspan="5">38</td><td colspan="3">37</td></tr>
</table>

Т1, Т2 ... Т8 – теми змістових модулів.

Таблиця 13.2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид робіт	Модуль	
	1	2
1. Виконання лабораторних робіт / 1 робота	15 / 3	12 / 3
2. Виконання практичних завдань / 1 завдання	10 / 2	9 / 3
2. Колоквіум	12 / 12	11 / 11
3. Виконання завдань з СРС	2	2
4. Активна робота на лекційних, лабораторних, практичних заняттях	1	1
Всього	40	35

Таблиця 13.3 – Розподіл балів за курсову роботу

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
50	10	40	100

Таблиця 13.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики)
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
64 – 74	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	Національна шкала	Шкала ECTS	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	A	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на творчому рівні.
III Достатній (конструк-тивний) «4»	добре «4+»	B	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	C	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.
II Середній (репро-дуктив-ний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при вирішенні задач застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадо-вільно з можливістю повторного складання»	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадо-вільно з обо-в'язковим повторним вивченням дисципліни»	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обгрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформувати алгоритм рішення задачі.

15. Рекомендована література
Базова

1. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : монографія / [С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук., П.Ф. Колісник.]. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 254 с. – ISBN 978-966-641-211-2.
2. Фізичні основи біомедичної оптики : монографія / [Павлов С. В., Кожем’яко В. П. , Колісник П. Ф. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с. –ISBN 978-966-641-383-6.
3. Кожемяко В.Л. Оптоэлектронные логическо- временные вычислительные среды.- М.: Мецниереба, 1984.- 360 с.
4. Эпштейн М.И. Измерения оптического излучения в электронике. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
5. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польщиков Г.В. Источники и приемники излучения.- СПб.: Политехника, 1991. – 240 с.
6. Прикладная лазерная медицина : учеб. и справоч. пособ. / [под ред. Х. П. Берльена, Г. Й. Мюллера]. – М. : Интерексперт, 1997. – 345 с.
7. Кожем’яко В.П., Готра З.Ю., Павлов С.В., Микитюк З.М., Готра О.З. Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати. Ч. 3. Лазерні біомедичні системи і апарати.- Вінниця.: ВДТУ, 2000. – 143 с.
8. Кожем’яко В.П., Салдан Й.Р., Павлов С.В., Готра О.З. Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати. Ч. 2. Офтальмологічна оптика. Вінниця.: ВДТУ, 2001. – 162 162 с.
9. Справочник по инфракрасной технике/Ред. У.Вольф, Г. Цицис. В 4-х тт. Т.1 Физика ИК-излучения: пер. с англ. – М.: Мир, 1995 . – 606 с.
10. Оптическая биомедицинская диагностика : [в 6 т.]. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – [Пер. с англ. под. ред. В. В. Тучина].
11. Пушкарева А. Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани : учебн. пособ. / Пушкарева А. Е. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2008. – 103 с.
12. Петрук В.Г. Спектрофотометрія світлорозсіювальних середовищ. Теорія і практика оптичного вимірювального контролю. – Вінниця.: Універсум-Вінниця. – 2000. – 207 с.
13. Готра З.Ю., Ильницкий Л.Я., Полищук Е.С. Датчики. – Львов. – Каменяр. – 1995. – 312 с.
14. Лазерная и когерентная спектроскопия/ Ред. Дж. Стейнфелда: пер. с англ. – М.: Мир. – 1982. – 630 с.
15. Сверхчувствительная лазерная спектроскопия/ Ред. Д. Клайджера: пер. с англ. – М.: Мир. – 1986. – 520 с.
16. Кожем'яко В.П., Тимченко Л.І., Білан С.М., Поплавський А.В. Паралельні обчислювальні методи та засоби пірамідальної обробки інформації. - К. : УМК ВО, 1994. - 253 с.

Допоміжна

1. Олейник В. П. Аппаратные методы исследований в биологии и медицине : учебн. пособ. / В. П. Олейник, С. Н. Кулиш. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2004. – 110 с.
2. Бердников А. В. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : учебн. пособ. / Бердников А. В., Семко М. В., Широкова Ю. А. – Казань : изд-во Казан. гос. техн. унив.
3. Ч. 1 : Технические методы и аппараты для экспресс-диагностики. – 2004. – 176 с.
4. Hematologic Pathophysiology. Lippincott-Raven, Philadelphia.1998.
5. Гилсон, Т. и П. Хендра. 1973. Лазерная спектроскопия КР в химии. МИР, Москва.
6. Andreev V.A. и Indukaev K.V. The problem of subrayleigh resolution in interference microscopy. J. Russ. Laser Res. 2003. 24. 220-236.
7. Andreev, V., K. Indukaev, O. Ioselev, A. Legkii, G. Lazarev, D. Orlov. Phase Modulation Microscope MIM-2.1 for Measurements of Surface Microrelief. Results of Measurements. J. Russ. Laser Res. 2005. 26. 394-401.
8. Barer, R. и S. Joseph. Refractometry of Living Cells. Part I. Basic Principles. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1954. 95. 399-423.
9. Bennet, A.H., H. Jupnik, H. OIsterberg, O.W. Richards. 1951. Phase microscopy. Principles and Applications. New York, London.
10. Bessis, M. Red cell shapes. An illustrated classification and its rationale. Nouv. Rev. Fr. Hematol. 1972. 12. 721-745.
11. Bessis, M. 1974. Corpuscles: Atlas of red blood cell shape.
12. Brazhe, N.A., A.R. Brazhe, O.V. Sosnovtseva, A.N. Pavlov, L.A. Erokhova, A.I. Yusipovich, G.V. Maksimov, E. Mosekilde. Unraveling cell processes: interference imaging weaved with data analysis. Journal of Biological Physics. 2006. 32. 191-208.
13. Brazhe, N.A., Erokhova L.A., Churin A.A., Maksimov G.V. The relation of different-scale membrane processes under nitric oxide influence. Journal of Biological Physics. 2005. 31. 533-546.
14. Chong, C.S. и K. Colbow. Light scattering and turbidity measurements on lipid vesicles. Biochim. Biophys. Acta. 1976. 436. 260-282.
15. Curl, C.L., C.J. Bellair, P.J. Harris, B.E. Allman, A. Roberts, K.A. Nugent, L.M. Delbridge. Single cell volume measurement by quantitative phase microscopy (QPM): a case study of erythrocyte morphology. Cell Physiol Biochem. 2006. 17. 193-200.
16. Dunn, G.A. и D. Zicha. Dynamics of fibroblast spreading. J Cell Sci. 1995. 108 (Pt 3). 1239-1249.
17. Erokhova, L.A., N.A. Brazhe, G.V. Maksimov, A.B. Rubin. Analysis of conformational changes in neuronal carotenoids under the influence of neuromediator. Dokl. Biochem. Biophys. 2005a. 402. 233-235.
18. Erokhova, L.A., S.M. Novikov, G.L. Lazarev, T.A. Kazakova, D.A.Orlov, K.V.Indukaev, G.V.Maksimov. Study of Regular Intracellular and membrane Processes in Neurons by Laser Interference Microscopy. Bull. Exp. Biol. Med. 2005b. 140. 262-264.

19. Gan, W.B., E. Kwon, G. Feng, J.R. Sanes, J.W. Lichtman. Synaptic dynamism measured over minutes to months: age-dependent decline in an autonomic ganglion. Nat. Neurosci. 2003. 6. 956-960.

20. Gedde, M.M., E. Yang, W.H.Huestis. Shape response of human erythrocytes to altered cell pH. Blood. 1995. 86. 1595-1599.

21. Gifford, S.C., M.G. Frank, J. Derganc, C. Gabel, R.H. Austin, T. Yoshida, M.W. Bitensky. Parallel microchannel-based measurements of individual erythrocyte areas and volumes. Biophys. J. 2003. 84. 623-633.

22. Hobbs, A.J., M.T. Gladwin, R.P. Patel, D.L. Williams, A.R. Butler. Haemoglobin: NO transporter, NO inactivator or NOne of the above? Trends Pharmacol. Sci. 2002. 23. 406-411.

23. Максимов, Г.В., Н. Раденович, Ю.Е. Борисова, М.К. Еремич. Исследование вязкости возбудимых мембран с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. Биофизика. 1996. 41. 400-406.

24. Петруняка, В.В. Выделение каротиноидсодержащих субклеточных структур из нервной ткани моллюска. Цитология. 1976. 18. 1185.

25. Jonson, R.M., G. Taylor, D.B. Meyer. Shape and Volume Changes in Erythrocyte Ghosts and Spectrin-Actin Networks. The Journal of cell biology. 1980. 86. 371-376.

26. Kemper,B.и von Bally, G.. Digital holographic microscopy for live cell applications and technical inspection. Appl. Opt. 2008. 47. A52-A61.

27. Kugeiko, M. и S. Lysenko. Human erythrocyte refractive index determination from nephelometric optical characteristics. Measurement Techniques. 2007. 50. 1326-1332.

16. Інформаційні ресурси

This project has been funded with support from the European Commission. This publication / communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsibility for any use which may be made of the information contained therein.