

577.15

Б 43

І. А. Бєлих, М. Ф. Клещєв



БІОЛОГІЧНІ ТА ХІМІЧНІ  
СЕНСОРНІ СИСТЕМИ



Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Харківський політехнічний інститут»

**І. А. Бєлих, М. Ф. Клєщєв**

# **БІОЛОГІЧНІ ТА ХІМІЧНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ**

Навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів,  
які навчаються за напрямом підготовки «Біотехнологія»

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Харків НТУ «ХПІ» 2011

ББК 30.16я7

Б43

УДК 577.151.6: 57.017 (075)

Рецензенти:

*В. Д. Зінченко*, д-р біолог, наук, проф., головний науковий співробітник відділу кріобіофізики, Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України;

*Д. І. Санагурський*, д-р біолог, наук, проф., завідувач кафедри біофізики та біоінформатики. Львівський національний університет ім. Івана Франка;

*В. І. Чуєшов*, д-р фарм. наук, проф., завідувач кафедри промислової фармації, Національний фармацевтичний університет

Гриф надано Міністерством освіти і науки України,  
лист № 1/11-5458 від 21.06.2010 р.

**Бєлих, І. А. та ін.**

Б 43 Біологічні та хімічні сенсорні системи : навч. посіб. / І. А. Бєлих, М. Ф. Клещев. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – 144 с.

ISBN 978-966-593-888-0

Розглянуто біологічні та хімічні сенсори (датчики), що застосовуються для контролю процесу виробництва у біотехнологічній, харчовій, фармацевтичній та медичній галузях. Наведено основні аналітичні характеристики сенсорів. Описано методи іммобілізації біологічного матеріалу (ферменти, клітини, рецептори, ДНК тощо) на чутливій поверхні біосенсорів.

Призначено для студентів напрямку підготовки «Біотехнологія».

Лл. 32. Табл. 12. Бібліогр.: 60 назв.

**ББК 30.16я7**

ISBN 978-966-593-888-0

© І. А. Бєлих, М. Ф. Клещев, 2011

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
<b>Розділ 1. ПРИНЦИПИ І ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ СЕНСОРІВ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Класифікація сенсорів.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Електрохімічні сенсорі.....</b>	<b>11</b>
1.2.1. Потенціометричні сенсорі.....	11
1.2.2. Польові транзистори.....	14
1.2.3. Амперометричні сенсорі.....	15
1.2.4. Кондуктометричні сенсорі.....	20
1.2.5. Друковані електроди в сенсорах.....	23
<b>1.3. Фотометричні сенсорі.....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. П'єзоелектричні сенсорі.....</b>	<b>27</b>
<b>Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ НА ЧУТЛИВІЙ ПОВЕРХНІ</b> <b>СЕНСОРІВ ДЛЯ ІНДИКАЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК</b> <b>ТА МЕТОДИ МОДИФІКАЦІЇ ЦІЛЬОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ</b> <b>ЦИХ СЕНСОРІВ.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Методи іммобілізації біорозпізнавального компонента на</b> <b>        поверхні перетворювача.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Характеристика біорозпізнавальних компонентів.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3. Принципи мініатюризації біосенсорів.....</b>	<b>53</b>
<b>Розділ 3. ХІМІЧНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ.....</b>	<b>57</b>
<b>3.1. Характеристики хімічних сенсорів.....</b>	<b>58</b>
<b>3.2. Напівпровідникові газові сенсорі.....</b>	<b>59</b>
3.2.1. Основні відомості про напівпровідники.....	59
3.2.2. Процеси, що проходить у напівпровідниках із газовим середовищем.....	60
3.2.3. Тонкоплівкові резистори.....	62
3.2.4. Пориста кераміка.....	66
3.2.5. Фізичні механізми газової чутливості МДН- і МН-структур.....	70
3.2.6. МДН-транзистори.....	74

<b>3.3. Оптичні сенсорні системи</b> .....	76
3.3.1. Волоконно-оптичні сенсори.....	76
3.3.2. Оптоелектронні сенсори.....	78
<b>3.4. Термічні та калориметричні сенсори</b> .....	81
<b>3.5. Сенсорні набори</b> .....	82
<b>3.6. Тенденції розвитку хімічних сенсорів</b> .....	83
<b>Розділ 4. АНАЛІЗАТОРИ ДЛЯ КЛІНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ</b>	
<b>НА ОСНОВІ БІОСЕНСОРІВ</b> .....	85
<b>4.1. Аналізатори для клінічної діагностики</b> .....	85
<b>4.2. Портативні аналізатори для діагностики в домашніх умовах</b> .....	88
<b>4.3. Системи для «in vivo»-моніторингу в клінічних умовах</b> .....	91
<b>Розділ 5. АНАЛІЗАТОРИ ДЛЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА</b>	
<b>ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА, ХАРЧОВОЇ</b>	
<b>ПРОМИСЛОВОСТІ</b> .....	93
<b>5.1. Ферментні біосенсори</b> .....	93
5.1.1. Потенціометричні сенсори з рН-електродами.....	93
5.1.2. Біосенсори з аміак-чутливими електродами.....	94
5.1.3. Біосенсори з CO <sub>2</sub> -чутливими електродами.....	95
5.1.4. Біосенсори з йодид-селективними електродами.....	96
5.1.5. Амперометричні біосенсори.....	97
<b>5.2. Сенсори на основі мікроорганізмів</b> .....	100
<b>5.3. Біосенсори на основі рослинних і тваринних тканин</b> .....	113
<b>5.4. Біосенсори на основі субклітинних фракцій.</b>	
<b>Мітохондріальний біосенсор</b> .....	126
<b>5.5. Механізми відгуку тканинного біосенсора</b> .....	127
<b>5.6. Тенденції у сфері сенсорної інтеграції</b> .....	129
<b>СЛОВНИК ТЕРМІНІВ</b> .....	133
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	139