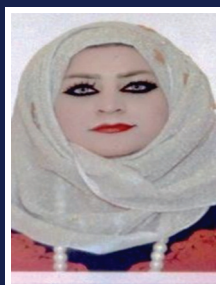
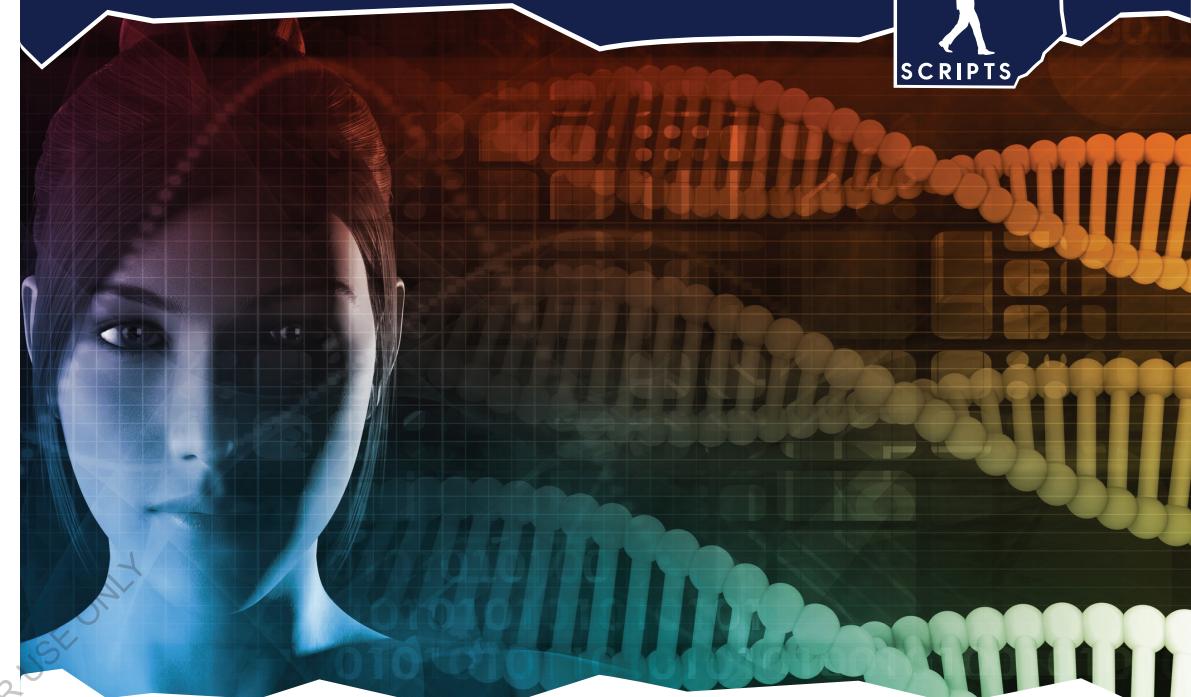


## Биомедицинская инженерия в терапии заболеваний человека с помощью биосенсора

Биомедицинская инженерия получила различные названия, включая биоинженерию, биологическую инженерию и клиническую инженерию или медицинскую инженерию. Термин биомедицинская инженерия считается общим названием для всех остальных терминов. Биоинженерия включает в себя биотехнологию и генную инженерию, которые включают исследования по модификации клеток. Области, связанные с биомедицинской инженерией с ДНК и производить новые микроорганизмы на благо человечества, что заявитель в терапевтических и реабилитационных процедур и устройств (реабилитационная инженерия), устройств для замены или увеличения функций организма (искусственные органы), компьютерный анализ данных, связанных с пациентами и принятия клинических решений (например, медицинская информатика и искусственный интеллект). Например, медицинская информатика и искусственный интеллект), медицинская визуализация, графическое отображение анатомических деталей или физиологических функций исследования в области новых материалов для имплантируемых искусственных органов.



Исследователь д-р Небрас Рада Мухаммед Ph. Доктор наук в области биотехнологии с микробиологией, генной инженерии, молекулярной генетики и белковой инженерии, она исследователь, создатель, изобретатель и автор, главный редактор журнала статей и изобретений в американском журнале Goidi, она преподает в качестве лектора в университетском колледже.



## Биомедицинская инженерия в терапии заболеваний человека с помощью биосенсора

*Генно-инженерная терапия в биомедицинской инженерии с помощью различных биосенсоров*

**Небрас Рада Мухаммед**

**Небрас Рада Мухаммед**

**Биомедицинская инженерия в терапии заболеваний человека  
с помощью биосенсора**

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Небрас Рада Мухаммед

# Биомедицинская инженерия в терапии заболеваний человека с помощью биосенсора

Генно-инженерная терапия в биомедицинской  
инженерии с помощью различных  
биосенсоров

FOR AUTHOR USE ONLY

**ScienciaScripts**

## **Imprint**

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

This book is a translation from the original published under ISBN 978-620-5-49538-4.

Publisher:

Scientia Scripts

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L Publishing group

Str. Armeneasca 28/1, office 1, Chisinau-2012, Republic of Moldova, Europe

Printed at: see last page

**ISBN: 978-620-5-20046-9**

Copyright © Небрас Рада Мухаммед

Copyright © 2022 Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L  
Publishing group

FOR AUTHOR USE ONLY

**Биомедицинская инженерия в  
терапии заболеваний  
человека с помощью  
биосенсора**

**Генно-инженерная терапия в  
биомедицинской инженерии с  
помощью различных  
биосенсоров**

**Небрас Рада Мухаммед**

**Колледж университета Аль-Турат**

**Факультет биомедицинской  
инженерии**

**Е. Почта: nebrasrada5@gmail.com**



## **Благодарность об авторе**

Исследователь д-р Небрас Рада Мохаммед Ph.Доктор наук в области биотехнологии с микробиологией, генной инженерии, молекулярной генетики и белковой инженерии, она исследователь, создатель, изобретатель и автор, главный редактор журнала статей и изобретений в американском журнале Goidi, она преподает в качестве лектора в университетском колледже колледжа университета Аль-Турат, имеет степень бакалавра по микробиологии и степень магистра по молекулярной биологии в

микробиологии университета Аль-Мустансирия, арбитр, международный резидент и консультант. В медицинских лабораториях она была экспертом в медицинских лабораториях и обладателем звания научного проекта, арбитром, выдающимся издателем, получила серебряного сторонника научных платформ, председателя комитета в научном обществе, получала награды от международной интеллектуальной собственности, премию "Лучшая арабская женщина 2020", также премию "Лучшая общественная личность", премию "Лучшие исследования 2019". Также она получила премию "Лучшее исследование 2020" и американскую премию "За изобретение 2020" от американской гонимой Всемирной инвестиционной комиссии в Америке, она носит звание лучшего



выдающегося изобретателя в мире от Всемирной инвестиционной комиссии в Америке и занимает первые места по представленным изобретениям в мире.

FOR AUTHOR USE ONLY

## Оглавление

### Глава 1

Введение в биомедицинскую инженерию .....6

### Глава 2

Введение в биомедицинскую инженерию с биосенсорами .....29

FOR AUTHOR USE ONLY

# Глава 1

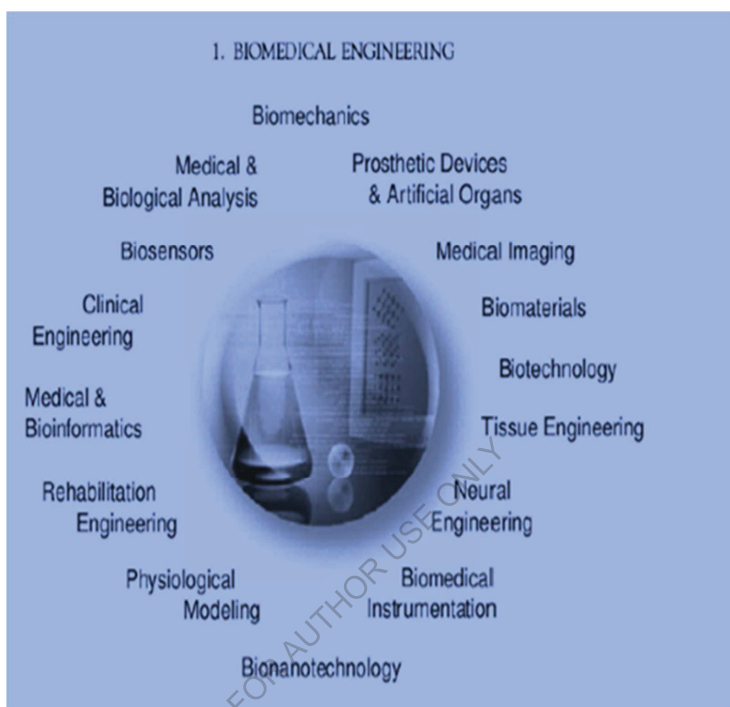
## Введение в биомедицинскую инженерию

### 1-Биомедицинская инженерия

Развитие медицины, которое мы наблюдаем сегодня, во многом связано с совершенствованием инженерной сферы, что позволило решить почти все проблемы, с которыми сталкивались врачи, и улучшить возможности диагностики. Мы можем наблюдать целый ряд диагностических и лечебных устройств - от маленьких до больших и сложных.

Таким образом, родилась новая отрасль инженерии, в которой американская система здравоохранения дала следующее определение биомедицинской инженерии: эта инженерная профессия включает в себя применение

концепций, знаний и подходов всех других инженерных отраслей (таких как электрическая, механическая, химическая и т.д.) для решения проблем, связанных со здравоохранением. Таким образом, можно сказать, что биомедицинская инженерия - это взаимодействие двух основных специальностей, инженерии и медицины. Кроме биомедицинской инженерии существуют также биоинженерия, биологическая инженерия, клиническая инженерия или медицинская инженерия. Тем не менее, термин биомедицинская инженерия считается общим названием для всех остальных терминов. Так как биоинженерия, например, больше связана с биотехнологией и генной инженерией, которые включают в себя исследования по изменению клеток.



**Рисунок 1.** Области, связанные с биомедицинской инженерией. ДНК и произвести новую микроорганизацию на благо человечества.

**В целом, биомедицинского инженера волнует следующее:**

1. Применение анализа инженерных систем (физиологическое моделирование, симуляция и контроль для решения биологических проблем).
2. Обнаружение, измерение и мониторинг физиологических сигналов (т.е. биосенсоры и биомедицинские приборы).
3. Терапевтические и реабилитационные процедуры и устройства (реабилитационная инженерия).
4. Устройства для замены или увеличения телесных функций (искусственные органы).

5. Компьютерный анализ данных о пациенте и принятие клинических решений (т.е. медицинская информатика и искусственный интеллект).
6. Медицинская визуализация, графическое отображение анатомических деталей или физиологических функций.
7. Исследование новых материалов для имплантируемых искусственных органов.
8. Разработка новых диагностических приборов для анализа крови.
9. Написание программного обеспечения для анализа данных медицинских исследований.

10. Анализ опасности медицинских изделий на предмет безопасности и эффективности.

11. Разработка новых систем диагностической визуализации.

12. Проектирование телеметрических систем для мониторинга пациентов.

13. Проектирование биомедицинских датчиков для улучшения систем мониторинга пациентов с целью диагностики и лечения заболеваний.

Биомедицинские инженеры, с другой стороны, означают способность применять разнообразные научные знания из различных областей, таких как электрические, химические, оптические, механические, неврологические, физиологические науки для изучения, модификации, моделирования



и контроля биологических систем (человека и животных), как показано на рисунке (1). С течением времени биомедицинская инженерия, занимаясь в основном усовершенствованием и проектированием медицинских приборов, перешла к более широкому кругу обязанностей или отраслей.

## **2. Роли, выполняемые БМЭ или отделениями БМЭ:**

Область биомедицинской инженерии можно разделить, в зависимости от того, какой подход вы выберете для своей будущей работы, на три отрасли:

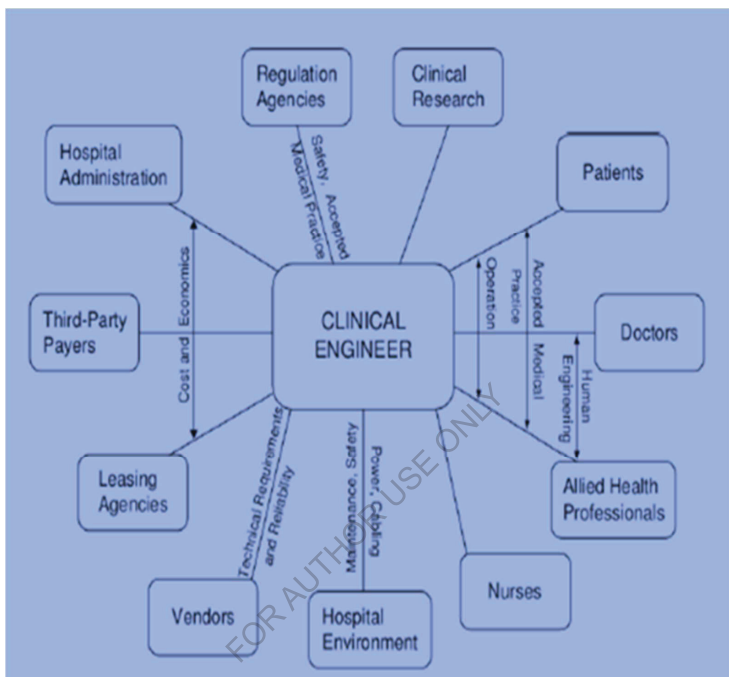
### **2.1 Клиническая инженерия:**

Этот термин обычно относится к биомедицинским инженерам, которые работают в больницах и клиниках, у них много работы и обязанностей, в том числе: (см. рисунок (2))

1. Выбор подходящей технологии для удовлетворения конкретного требования.
2. Установка и обслуживание имеющихся устройств.
3. Контролировать и проводить специализированное обучение врачей и пользователей этих медицинских технологий.
4. Следят за безопасностью пациентов и пользователей и работают над улучшением дизайна этих технологий с учетом опыта, который они приобретают в ходе своей работы.

В наши дни клинические инженеры занимаются не только проверкой и обслуживанием медицинского оборудования, они также работают в качестве вспомогательных инженеров во время специальных операций,

таких как катетеризация, где всегда существует риск прямого удара током в сердце.



**Рисунок 2.** Обязанности клинических инженеров. пациента через катетер. Клинического инженера можно назвать решателем проблем, поскольку он может решать проблемы, с которыми сталкиваются врачи и другие работники больницы, связанные с медициной, с помощью своих инженерных знаний.

Именно поэтому ему необходимы хорошие знания в области медицины и наук о жизни, чтобы можно было найти общий язык между ним и другими сотрудниками больницы, связанными с медициной. Следовательно, клинический инженер должен знать все о ресурсах и возможностях своего рабочего места (больницы или клиники), знать все обновления в своей области и следить за новыми появляющимися технологиями, чтобы эффективно выполнять свою работу.

## **2.2 Инженер БМ в качестве промышленного инженера:**

Также его называют инженером-конструктором. Поскольку в области медицинского оборудования и технологий происходит огромное развитие, специалисты, связанные с медициной, не могут найти, создать или даже улучшить уже

существующую технологию. Здесь на помощь приходит инженер-конструктор, или ВМ-инженер, который работает в компаниях, производящих медицинское оборудование. Он использует свои инженерные знания для создания нового решения существующей проблемы. Ни врачи, ни клинические инженеры не могут решить ее, используя имеющиеся в больнице ресурсы. Таким образом, промышленный инженер должен обладать огромным инженерным опытом и приобретать небольшое количество медицинских знаний для того, чтобы идеально выполнять свою работу. Еще одним препятствием в подходе промышленного процесса является получение разрешения на использование новой технологии, представленной медицинскому сообществу, которое обычно имеет много опасений по поводу новых технологий и того,

безопасны ли они для пациентов и других  
сотрудников больницы.

FOR AUTHOR USE ONLY

### 2.3 Ученый-инженер:

Третья часть биомедицинских инженеров - это ученые-инженеры. Ученые-инженеры обычно работают в таких местах, как университеты, научно-исследовательские институты и лаборатории по разработке компаний. Они работают над применением инженерных концепций и теорий для изучения и понимания биологических процессов всех видов существ. Они также пытаются моделировать определенные органы или функции в человеческом теле, например, моделировать сердечно-сосудистую систему человека. Сердечно-сосудистая система состоит из сердца, кровеносных сосудов и самой крови. Моделирование сердечно-сосудистой системы требует наложения математических уравнений для имитации функциональности сердца, кровеносных сосудов как труб, а кровь как жидкость имеет свои свойства и

вязкость. Получение такой модели поможет нам гораздо лучше понять функциональность, отслеживая возникновение специальных операций внутри органа, которые мы не можем наблюдать обычным способом. Существование модели поможет нам и в развитии событийных процессов, поскольку мы сможем легко применять новые теории и идеи на имеющейся модели вместо того, чтобы применять их непосредственно на пациентах, изучая изменения, которые произойдут на модели. Биомедицинские ученые, таким образом, должны работать в некой биологической среде, чтобы обеспечить применимость своих теорий и идей к пациентам, поскольку недостаточно сделать физически и математически верную инверсию, не принимая во внимание биологическую и даже психологическую часть, где это будет проблемой, которая может привести к полному отказу от нее.



### **3. Область исследований в биомедицинской инженерии**

Биомедицинская инженерия - это постоянно развивающаяся область, поскольку мы всегда можем включать новые технологии, появившиеся в инженерных областях, и модифицировать их для применения в областях, связанных с медициной, на благо большего числа пациентов. Некоторые из современных областей исследований включают:

#### **3.1 Протезирование:**

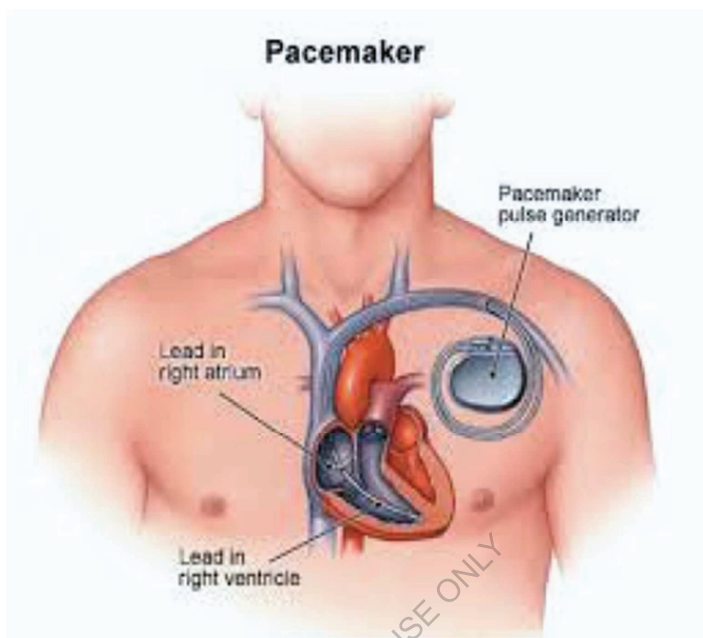
Одной из самых известных отраслей биомедицинской инженерии является протезирование. Под протезированием понимается любое искусственное устройство или деталь, применяемая к человеческому телу взамен отсутствующих нейроскелетных или опорно-двигательных частей, чтобы помочь телу восстановить способность выполнять нормальные

функции. Протезирование делится на две ветви, ортопедию или внутреннее и внешнее протезирование. Обычно они получают энергию из внутреннего источника, например, миоэлектрического, или из внешнего источника.

### **3.2 Нейронный протез:**

Рассматривается как новое направление в биомедицинской инженерии и включает следующие приложения:

- Мозговой компьютерный интерфейс; BCI - это система, которая измеряет активность ЦНС и преобразует ее в искусственный выход, который заменяет, восстанавливает, улучшает, дополняет или совершенствует естественный выход ЦНС и тем самым изменяет текущие взаимодействия между ЦНС и ее внешней или внутренней средой.



**Рисунок 3.** Кардиостимулятор - это ортопедический протез, используемый для регуляции сердечного ритма.

- Нейростимуляция; Нейростимуляция, также известная как стимуляция спинного мозга (СКС), является передовым методом лечения некоторых видов хронической боли. SCS фактически является одним из ряда методов

лечения в широкой категории медицинских устройств, называемых нейростимуляторами. Небольшое имплантированное устройство - называемое генератором или приемником импульсов - генерирует электрические импульсы низкого уровня для стимуляции целевых нервов вдоль спинного мозга. Стимуляция препятствует передаче болевых сигналов в мозг. В случае успеха болевые ощущения сменяются более приятными ощущениями, которые некоторые пациенты называют парестезией.

- Теоретическая и вычислительная нейронаука - это изучение работы мозга с точки зрения свойств обработки информации структурами, составляющими нервную систему. Вычислительная нейронаука использует

теоретические инструменты для объяснения, предсказания или интерпретации экспериментальных данных и сложных механизмов, лежащих в их основе, делая акцент на описании функциональных и биологически реалистичных нейронов (и нейронных систем), их физиологии и динамики.

- Нейронные цепи; (искусственные и биологические). Нейроны никогда не функционируют изолированно, они организованы в ансамбли или цепи, которые обрабатывают определенные виды информации, структурное расположение нейронов и их взаимодействие друг с другом называется нейронной цепью. Нейронные цепи являются как анатомическими, так и функциональными образованиями, они обычно выполняют одну

задачу, например, образуют петлю отрицательной обратной связи, противоположную многозадачности. Ученые и исследователи пытались симитировать нейронные цепи с реальными электронными, это поможет в развитии таких областей, как искусственный интеллект (ИИ) и других.





**Рисунок 4.** Внешний протез, здесь мы видим искусственную ногу, используемую для того, чтобы помочь людям с ампутацией ходить и снова жить нормальной жизнью. На верхнем рисунке представлена старая версия (пассивная), а на нижнем - современная, в ней установлен микроконтроллер для улучшения движения сустава. кой с настоящими электронными, это поможет в

развитии таких областей, как искусственный интеллект (ИИ) и других.

### **Быть хорошим биомедицинским инженером:**

Что требуется от вас как от студента, чтобы стать хорошим биомедицинским инженером. Область биомедицинской инженерии в значительной степени основана на инженерном деле (включая все его отрасли) и других знаниях, связанных с медициной, таких как науки о жизни и медицинские науки (включают такие предметы, как анатомия и физиология человеческого тела). Это позволит нам лучше понять, что происходит внутри нашего тела и как с этим бороться с инженерной точки зрения, и изложить это в легкой и понятной форме. Мы должны помнить, что никто не может быть абсолютным экспертом во всех областях биомедицинской инженерии.



## Ссылки

- Введение в биомедицинскую инженерию, Джон Эндерле, Джозеф Бронзино, третье издание.
- [http://www.pauldurso.com/neural\\_stimulation.htm](http://www.pauldurso.com/neural_stimulation.htm).
- <http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience>.
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/>.
- <http://compneuro.washington.edu/about/> what-is-compneuro/.
- <https://psychologydictionary.org/neural-circuit/>.
- Нейроинженерия, Бин Хе, второе издание.

## Глава 2

### Введение в биомедицинскую инженерию с биосенсорами

#### 1 - Что такое датчики и преобразователи?

**Преобразователь:** устройство,  
преобразующее энергию из одной формы в  
другую.

FOR AUTHOR USE ONLY

# Classification of Transducers

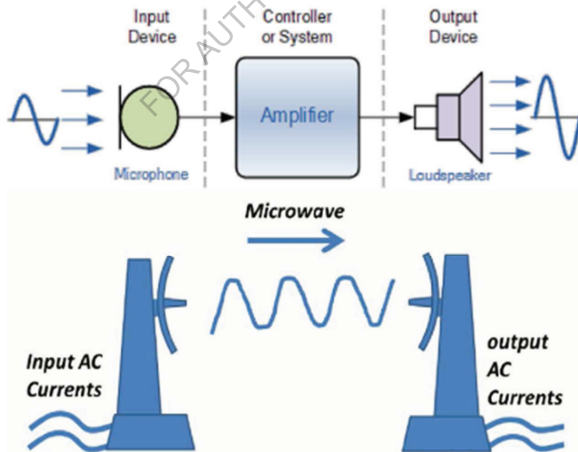
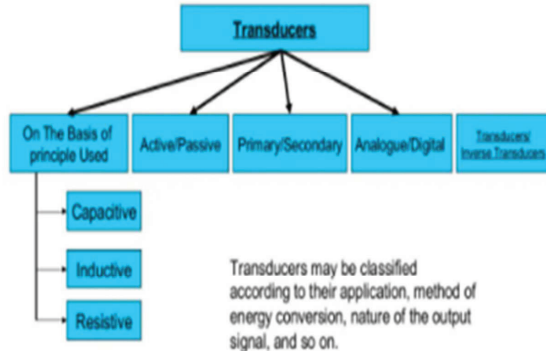
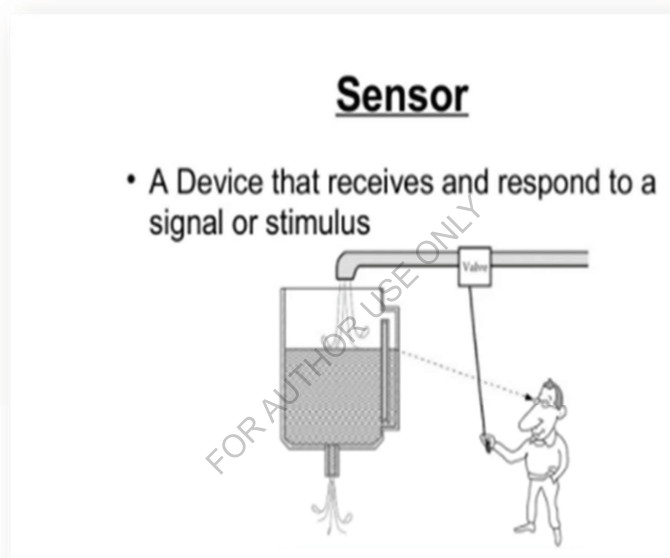


Рисунок 1: Нормальные преобразователи.

**Датчик:** Устройство, принимающее и реагирующее на сигнал или стимул, который преобразует физический параметр в электрический выход.



## **2- Типы датчиков:**

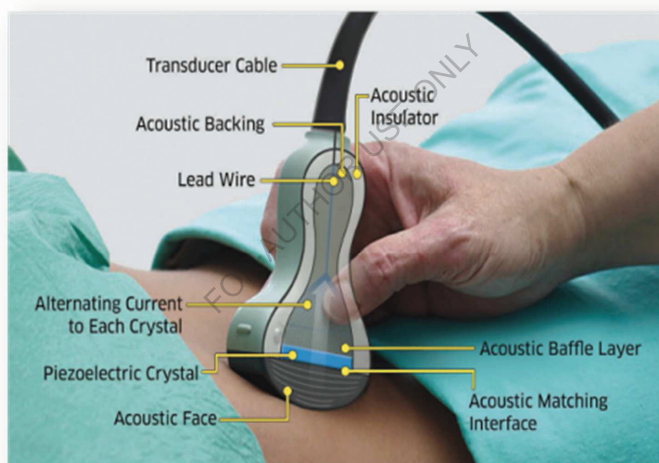
Датчики можно разделить на два типа в зависимости от того, как они получают рабочую энергию.

**1-Активные датчики** генерируют электрический выход непосредственно в ответ на приложенную стимуляцию или измерение. Активный датчик не требует внешнего источника напряжения для получения электрического сигнала. **Пример:** Солнечный элемент, пьезоэлектрический материал, термопара и т.д.

**2-Пассивные датчики** производят изменение некоторой пассивной электрической величины, такой как емкость, сопротивление или индуктивность, в ответ на приложенный стимул или измерение. Поэтому пассивный датчик требует внешнего источника переменного или

постоянного напряжения для преобразования пассивной электрической величины, такой как емкость, сопротивление или индуктивность, в электрический выход.

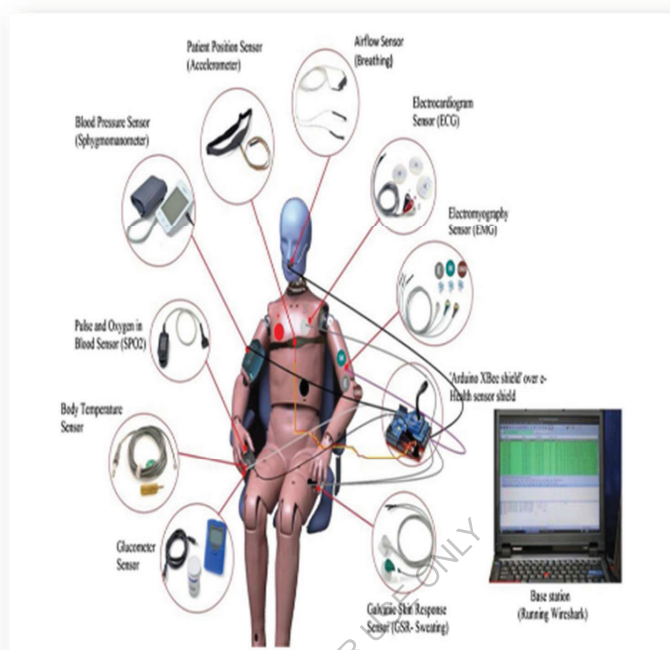
**Пример:** Фотодиод, термистор, тензодатчик и т.д.



**Рисунок 2: Преобразователь медицинского назначения, ультразвуковой преобразователь.**

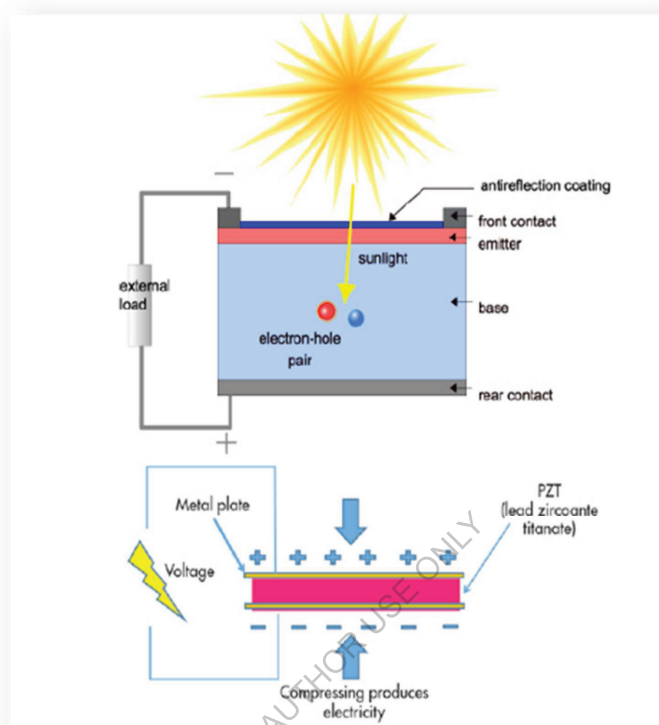


**Рисунок 3: Нормальные датчики.**



**Рисунок 4: Медицинские сенсоры.**





**Рисунок 5:** Примеры активных датчиков. Верхнее изображение - солнечный элемент, который представляет собой электрическое устройство, преобразующее энергию света непосредственно в электричество за счет фотоэлектрического эффекта, который является

физико-химическим явлением.

Пьезоэлектрический датчик (нижнее изображение) - это устройство, использующее пьезоэлектрический эффект для измерения изменений давления, ускорения, температуры, деформации или силы путем преобразования их в электрический заряд. Приставка (пьеzo) в переводе с греческого означает "давить" или "сжимать".



**Рисунок 6:** Примеры активных датчиков.

Термистор, верхнее изображение, является

разновидностью резистора. Его сопротивление зависит от температуры в большей степени, чем у стандартных резисторов. Это слово является портманто из термического слова и резистора. Термисторы широко используются в качестве ограничителей пускового тока, датчиков температуры. Тензорезистор (иногда называемый тензодатчиком) - это датчик, сопротивление которого изменяется в зависимости от приложенной силы. Он преобразует силу, давление, напряжение, вес и т.д. в изменение электрического сопротивления, которое затем может быть измерено. Когда к неподвижному объекту прикладываются внешние силы, возникают напряжения и деформации. Напряжение определяется как внутренние силы

сопротивления объекта, а деформация - как смещение и деформация.

**Таблица (1): Тип датчика, чувствительный элемент и пример.**

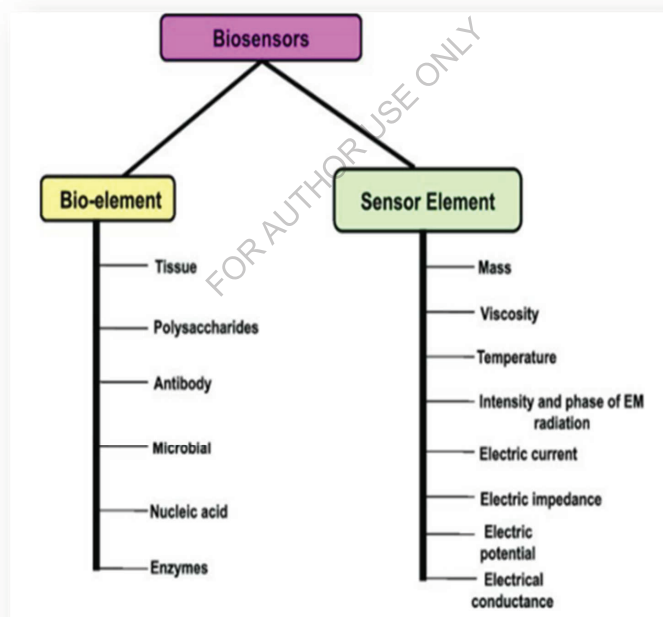
Sensor type	Sensing element	Example
Thermal	Thermocouple, thermistor	Electronic thermometer
Mechanical	Strain gauge, piezoelectric sensor	Pressure transducer
Electrical	Electrode	Electrocardiograph (ECG), electroencephalograph (EEG)
Chemical	Electrode	pH meter
Optical	Photodiode, photomultiplier	Pulse oximeter

Input	Instrument	Sensor	Output	Range*
Temperature	Oral digital thermometer	Thermistor	Temperature display	32–40°C
Blood pressure	Digital sphygmomanometer	Stethoscope or strain gauge	Pressure	0–400 mmHg
Blood oxygen	Pulse oximeter	Photodiode	Percent oxygen saturation	0–100% Sp <sub>o2</sub>
<b>Biopotentials</b>				
Cardiac biopotentials	Electrocardiograph (ECG)	Skin electrodes	Electrocardiogram	0.5–5 mV
Neural biopotentials	Electroencephalograph (EEG)	Scalp electrodes	Electroencephalogram	5–300 mV
Retinal biopotentials	Electroretinograph (ERG)	Contact lens electrodes	Electroretinogram	0–900 mV
Muscle biopotential	Electromyograph (EMG)	Needle electrodes	Electromyogram	0.1–5 mV

\* Information on the range of measured values from Webster JG. *Bioinstrumentation*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2003.

**Биосенсоры:** аналитическое устройство, используемое для обнаружения химического вещества, сочетающее биологический компонент с физико-химическим детектором, чувствительный биологический элемент включает, например, ткань, микроорганизмы, органеллы, клетку, рецепторы, ферменты, антитела и нуклеиновые кислоты.



## Применение биосенсоров в медицине

**1-** Биосенсоры используются для обнаружения рака и заболеваний и являются потенциальными вкладчиками и большими перспективными инструментами для лечения рака благодаря своей чувствительности, надежности и низкой стоимости. Биосенсоры могут быть использованы для раннего обнаружения рака, сердечных заболеваний, диабета и многих инфекционных заболеваний.

**2-** Белковые биомаркеры, белковые профили, посттрансляционные модификации и изменения экспрессии генов - вот некоторые из важных молекулярных обозначений, которые

проложили новый путь для разработки биомаркеров и биосенсоров.

3- К различным типам биосенсоров относятся биосенсор средства, амперометрический биосенсор, каталитический биосенсор, биосенсор ДНК, электрохимический биосенсор, биосенсор на основе графена, биосенсор изменения массы, биосенсор метаболизма, микробный биосенсор, биосенсор мРНК, оптический биосенсор и многие другие.

4- Работа биосенсоров основана на распознавании элементов, передаче сигнала и его биологической реакции.

5- Smart Biosensors in Medical Care обсуждает характеристики биосенсоров и их

потенциальное применение в здравоохранении.

6- Диагностика микробных инфекций, системы ВоС также доказали свою высокую эффективность в обнаружении инфекций, связанных с микроорганизмами, включая бактериальные, вирусные и паразитарные инфекции. В этом контексте обзор литературы с использованием базы данных Scopus и ключевых слов "микрофлюидный (био)сенсор" и "диагностика инфекций" позволил выявить 10 работ, опубликованных в 2018 году. Все работы обобщены в таблице 2 и описаны в следующих параграфах. Во-первых, в выявленных работах исследовалась эффективность обнаружения микрофлюидных биосенсоров в отношении



бактериальных штаммов *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* и *Yersinia pestis*. Во-вторых, в выявленных работах исследовалась эффективность обнаружения микрофлюидных биосенсоров в отношении аденовируса человека и вируса гепатита В.

7- Диагностика нейродегенеративных заболеваний, определение биомаркеров, связанных с нейродегенерацией, включая пептиды амилоида- $\beta$ , белки тау, биомаркеры света нейрофиламентов для повреждения нейронов, нейрогранин, BACE1, SNAP-25, и синаптотагмин - дисфункция и/или потеря синапсов, sTREM2, YKL-40, интерлейкины, фактор некроза опухоли  $\alpha$  и лактоферрин -

нейровоспаление вследствие активации микроглии и астроцитов, кластерин - апоптоз.

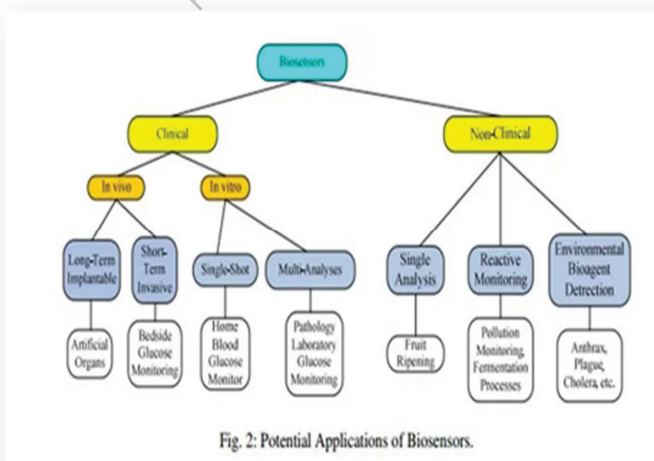
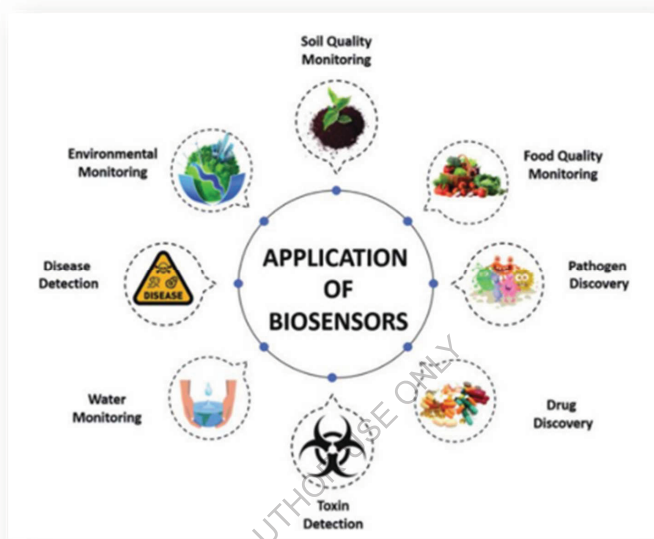
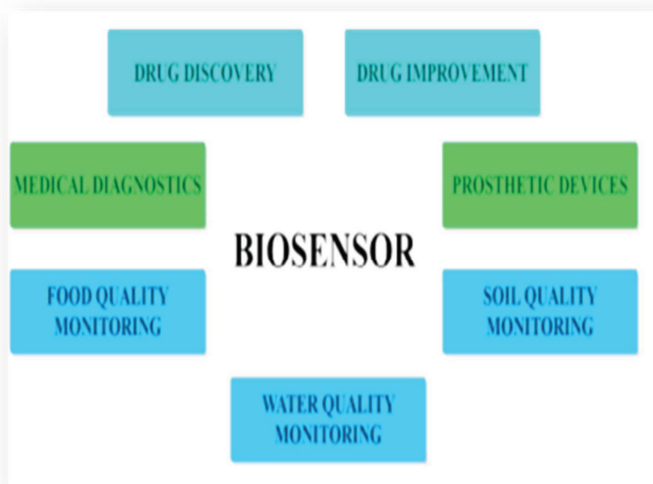
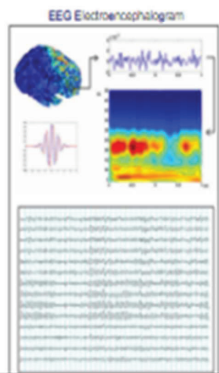


Fig. 2: Potential Applications of Biosensors.



## Design of Health Technologies Medical Sensors

- Biosensors:**
- EEG Electroencephalogram
  - Hernia Repair (Herniorrhaphy)
  - Diabetes / Implantable insulin pumps
  - Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)
  - Glucose monitoring
  - Other systems



# Advanced Sensing Systems

## Biosensors:

- EEG Electroencephalogram
- Hernia Repair (Herniorrhaphy)
- Diabetes / Implantable insulin pumps
- Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)
- Glucose monitoring
- Other systems

## EEG Electroencephalogram

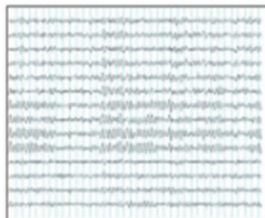
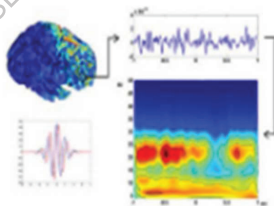
(Monitoring Brain waves)

• Brain cells communicate by producing tiny electrical impulses. In an EEG, electrodes are placed on the scalp over multiple areas of the brain to detect and record patterns of electrical activity and check for abnormalities.

• You apply between 16 and 25 metal discs (electrodes) in different positions on your scalp which are held in place with a paste. The electrodes are connected by wires to an amplifier and a recorder.

• EEG is used to help diagnose the presence and type of seizures, to look for causes of confusion, and to evaluate head injuries, tumors, infections, degenerative diseases, and metabolic disturbances that affect the brain.

• It is also used to evaluate sleep disorders and to investigate periods of unconsciousness. The EEG may be done to confirm brain death in a comatose patient.



## Diabetes / Implantable insulin pumps

- Implantable insulin pumps are emerging insulin-delivery devices that can be surgically implanted under the skin of individuals with **diabetes**. The pump delivers a continuous **basal dose** of insulin through a catheter and into the patient's abdominal cavity.
- Implantable insulin pumps are devices that can be surgically implanted in individuals with **diabetes** as an insulin-delivery device. They are usually placed on the left side of the abdomen.
- The disk-shaped pumps are about the diameter of a hockey puck but much thinner. They weight about 5 to 8 ounces when filled. The reservoir holds up to several months' worth of insulin and is refilled via a syringe injection through abdominal tissue. Depending on the dosage of insulin, the battery in an implanted pump lasts about eight to 13 years, according to one manufacturer.



## Implantable Cardioverter defibrillator (ICD)

### Summary

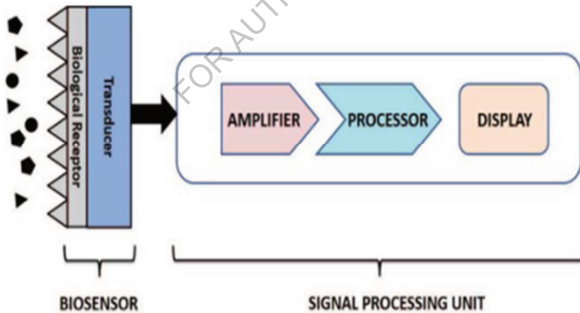
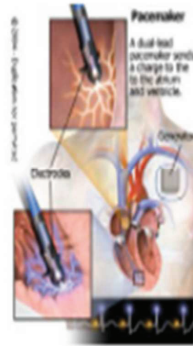
- An implantable cardioverter defibrillator (ICD) is a device that is implanted in the chest to constantly monitor and correct abnormal heart rhythms (arrhythmias). The devices were developed originally to correct heart rhythms that are too fast, but recent technological advances have increased the pool of possible patients who may benefit from an ICD.
- ICDs are mainly used to treat two forms of abnormal heart rhythms, both of which occur in the ventricles, or lower pumping chambers of the heart. If the ventricles begin to beat too quickly (ventricular tachycardia), the device may emit low-energy electrical pulses that allow the heart to regain its normal rhythm. If the tachycardia progresses to a very rapid, life-threatening rhythm that causes the ventricles to quiver rather than beat (ventricular fibrillation), the device may deliver a relatively stronger jolt to reset the heart rate (defibrillation).

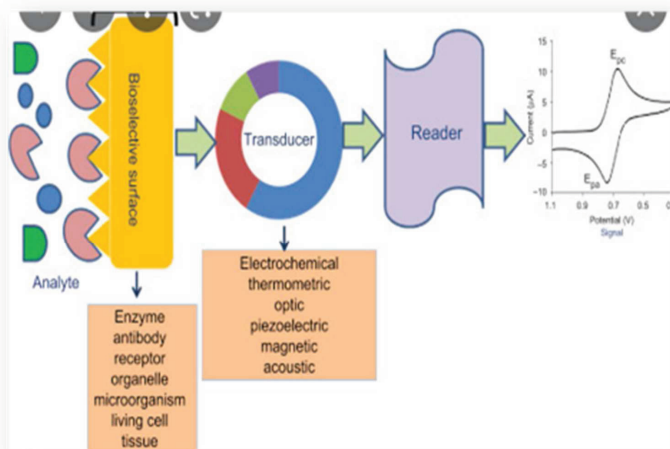


Heart Conduction Animation

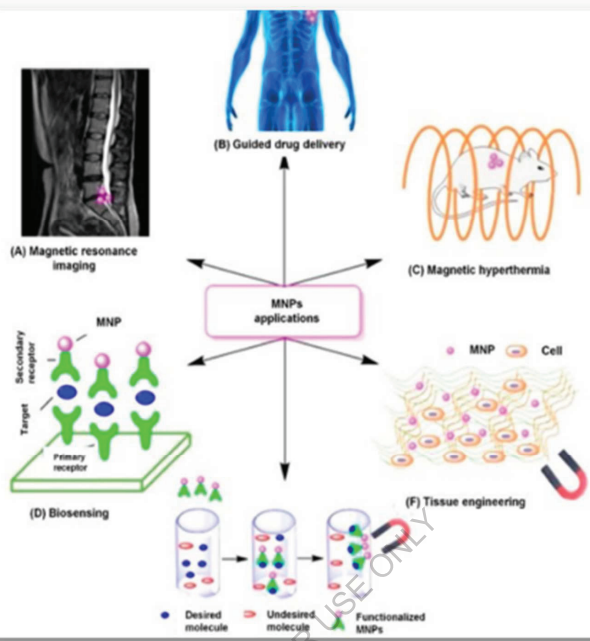
## Implantable Cardioverter defibrillator (ICD) cont

- Left Ventricular Assist Device Animation
- Heart Bypass Surgery
- Angiogram
- Stress Test
- Hypertension

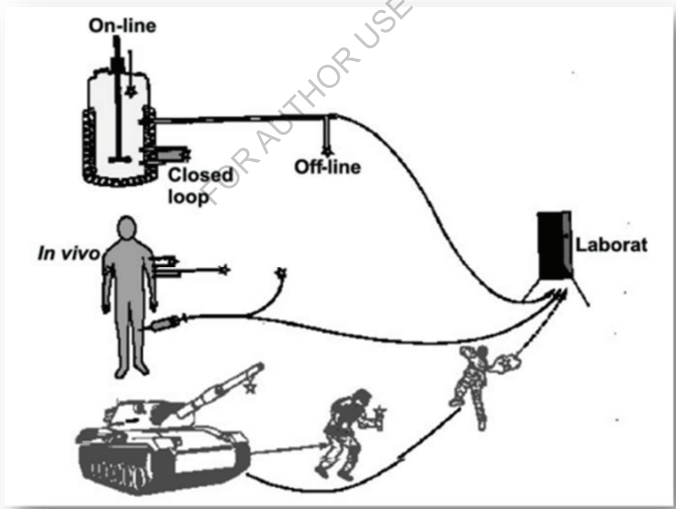
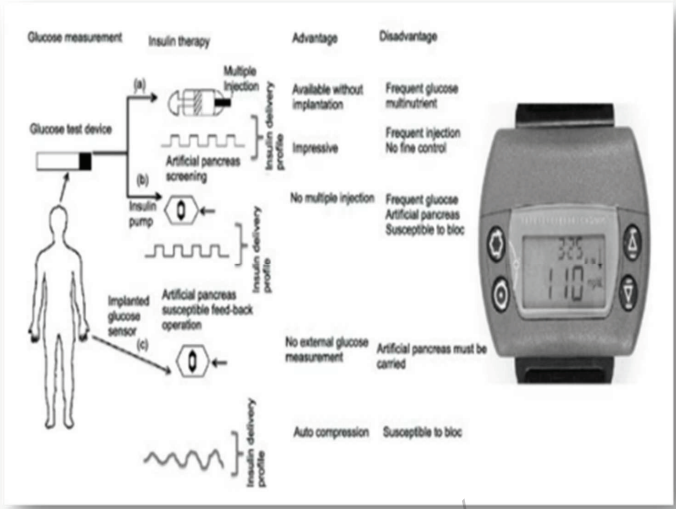


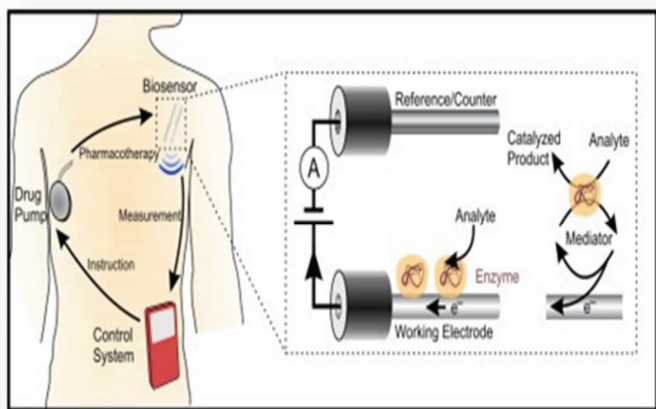


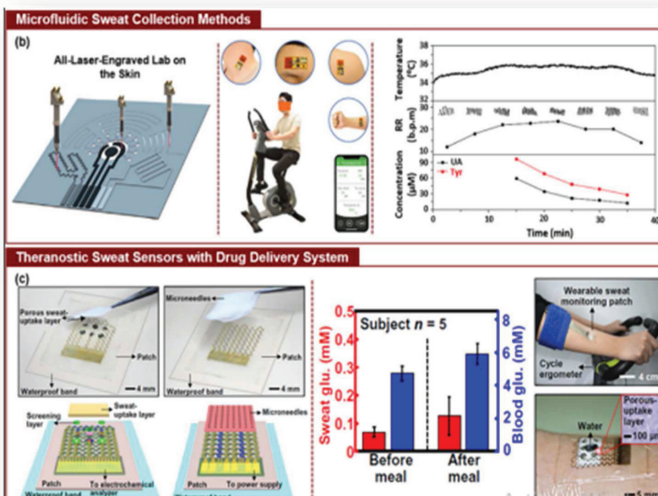
**Biosensor:  
Types & Applications**



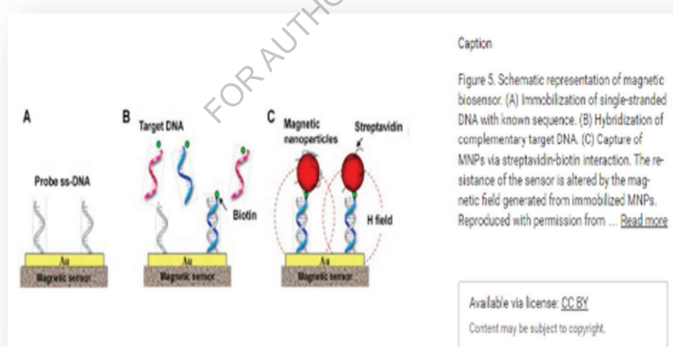
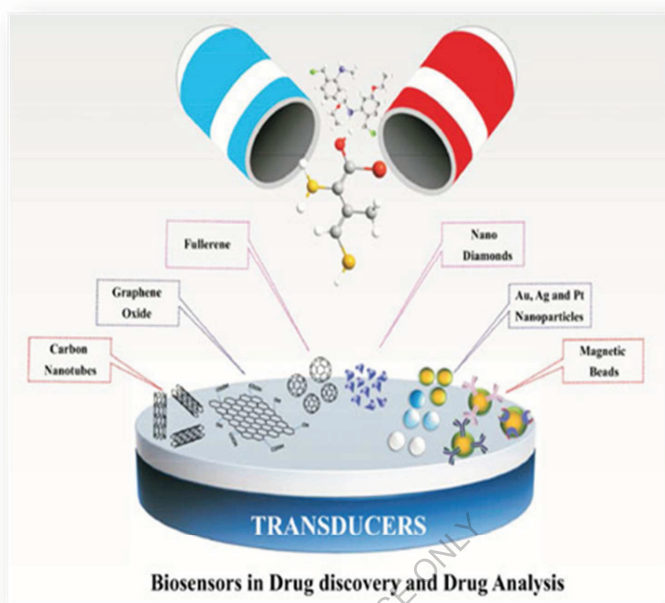


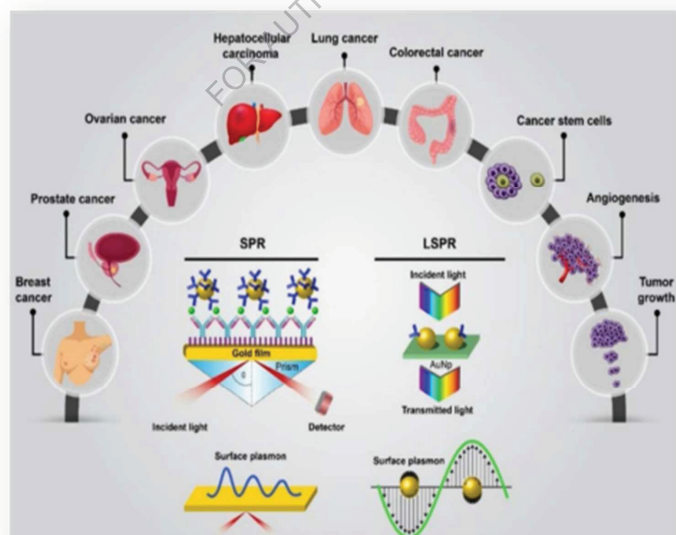


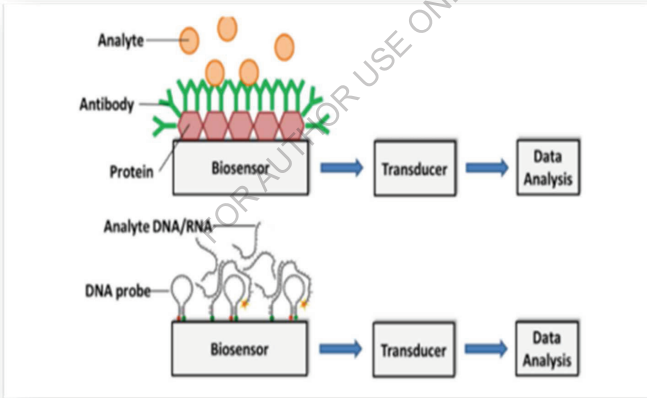
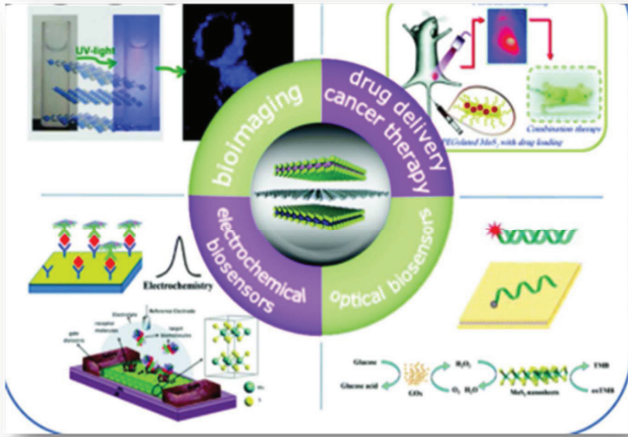


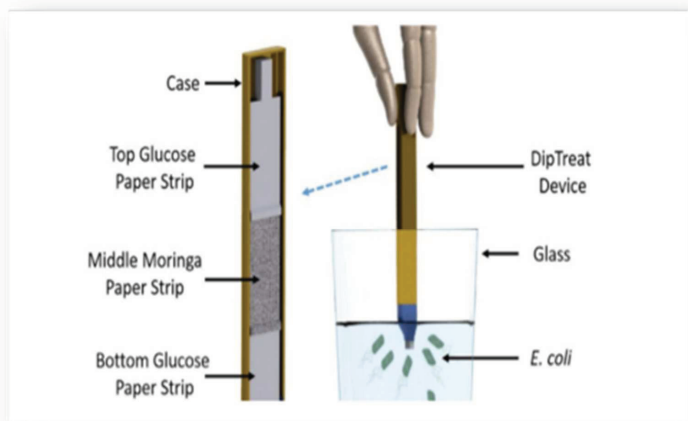


FOR AUTHOR USE ONLY









FOR AUTHOR USE ONLY

## Динамический диапазон

\_ Точность

Разрешение

\_ Точность

Смещение

\_ Линейность

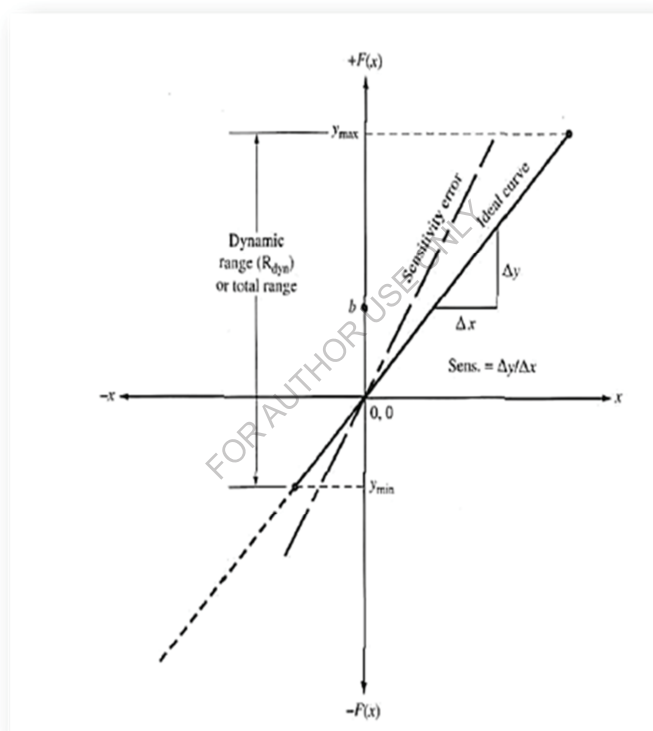
\_ Гистерезис

\_ Время отклика

**Чувствительность:** Чувствительность датчика определяется как наклон кривой выходной характеристики ( $Y = X$ ). В более общем смысле, минимальный вход физического параметра, который создаст обнаруживаемое изменение на выходе. В некоторых датчиках чувствительность определяется как изменение входного параметра, необходимое для создания стандартизированного



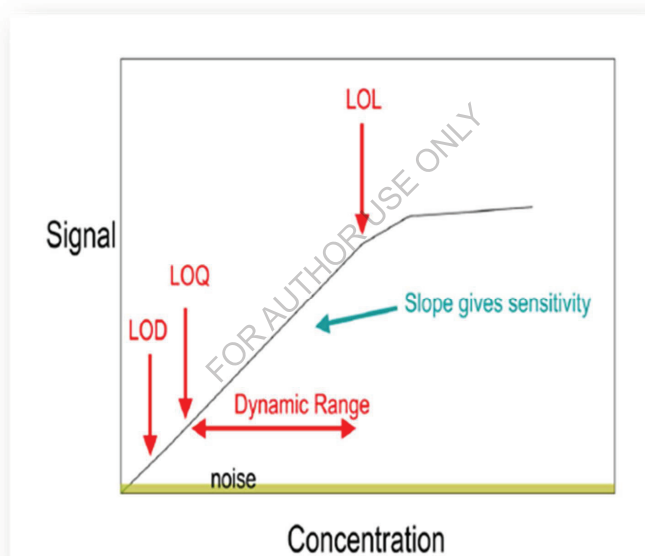
изменения на выходе. В других датчиках она определяется как изменение выходного напряжения при заданном изменении входного параметра. См. рисунок (8).



**Рисунок 8:** Кривая чувствительности.

**Динамический диапазон** Динамический диапазон - это общий диапазон датчика от минимума до максимума. См. рисунки (8, 9).

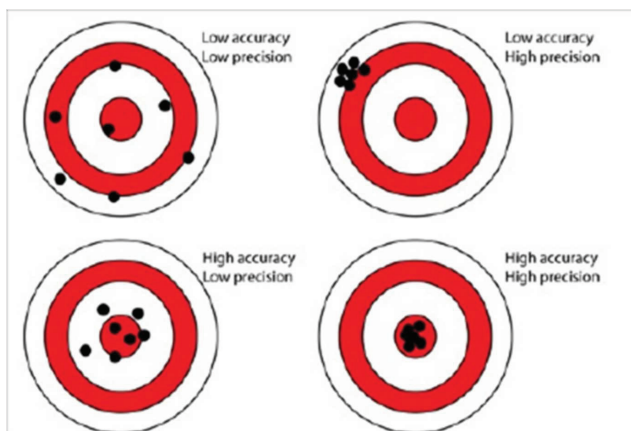
**Точность** Точность относится к степени воспроизводимости измерения.



**Рисунок 9:** Кривая чувствительности.

**Точность** Точность датчика - это максимальная разница, которая будет существовать между фактическим значением (которое должно быть измерено первичным или хорошим вторичным эталоном) и указанным значением на выходе датчика. Чтобы полностью понять разницу между точностью и погрешностью, см. рисунок (10).

**Разрешение** Разрешение определяется как наименьшее обнаруживаемое инкрементное изменение входного параметра, которое может быть обнаружено в выходном сигнале.



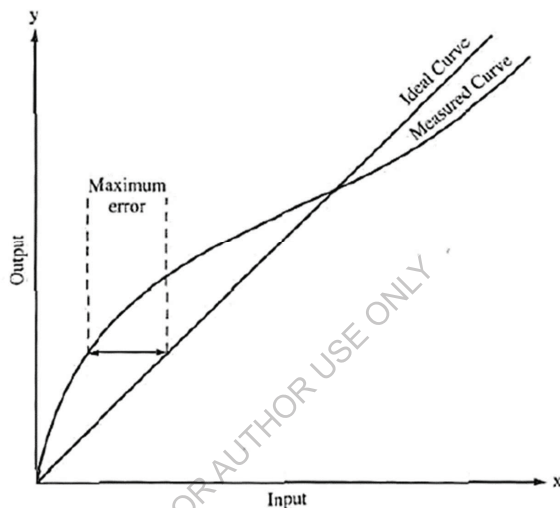
**Рисунок 10: Точность и прецизионность.**

**Смещение** Погрешность смещения датчика определяется как выходное значение, которое будет существовать, когда оно должно быть равно нулю. Альтернативно, разница между фактическим выходным значением и заданным выходным значением при определенном наборе условий.

**Линейность** Линейность датчика - это выражение степени отклонения фактической

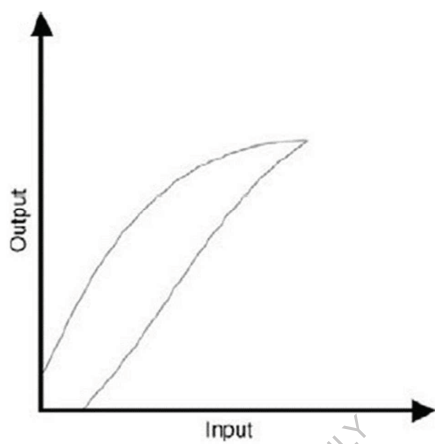
измеренной кривой датчика от идеальной кривой.

См. рисунок (11).



**Рисунок 11: Ошибка линейности.**

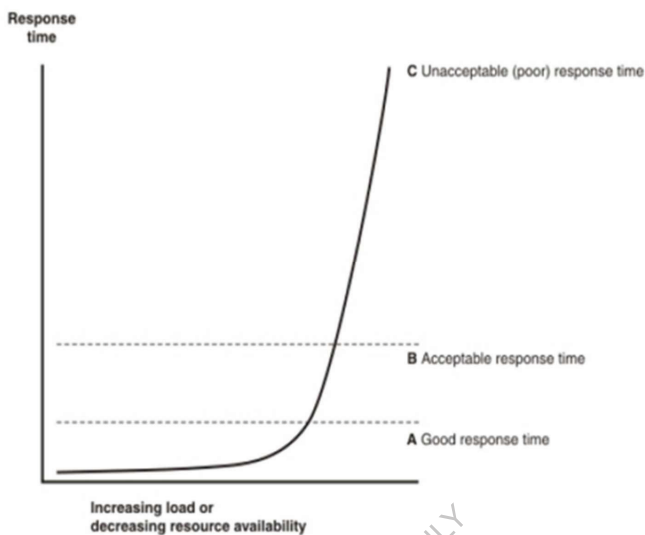
**Гистерезис** Преобразователь должен быть способен следовать за изменениями входного параметра независимо от того, в каком направлении происходит изменение, гистерезис является мерой этого свойства. См. рисунок (12).



**Рисунок 12: Кривая гистерезиса.**

FOR AUTHOR USE ONLY

Датчики с временем **отклика** не изменяют состояние выхода немедленно при изменении входного параметра. Скорее, он переходит в новое состояние в течение определенного периода времени, называемого временем отклика. Время отклика можно определить как время, необходимое для перехода выхода датчика из предыдущего состояния в конечное установившееся значение в пределах допустимого диапазона от правильного нового значения. См. рисунок (13).



**Рисунок 13: Кривая гистерезиса.**

Шум Почти все типы датчиков производят некоторый выходной шум в дополнение к выходному сигналу. Шум датчика ограничивает производительность системы. Наиболее распространенными типами шума являются шум питания 50 Гц и белый шум, который обычно распределен по частотному спектру.



Полоса пропускания Все датчики имеют конечное время реакции на мгновенное изменение физического сигнала. Кроме того, многие датчики имеют время затухания, которое представляет собой время после ступенчатого изменения физического сигнала для того, чтобы выходной сигнал датчика затух до своего первоначального значения. Обратные значения этих времен соответствуют верхней и нижней частотам среза, соответственно. Полоса пропускания датчика - это диапазон частот между этими двумя частотами.

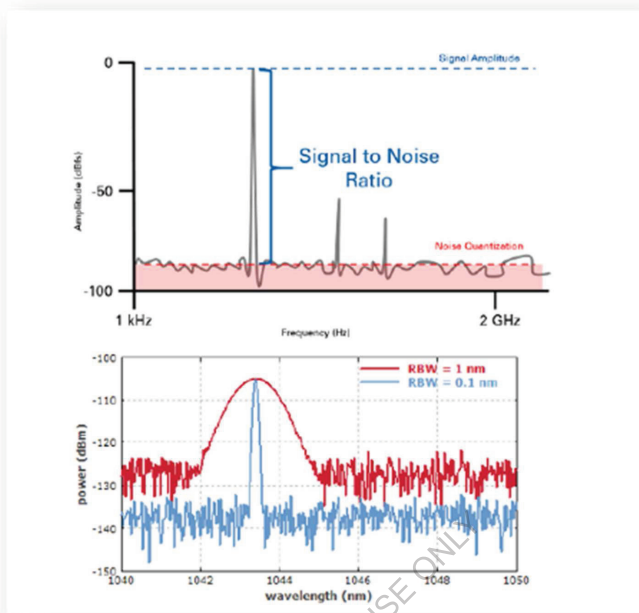
#### **4- Источники ошибок в датчиках:**

Датчики, как и все другие устройства, допускают определенные погрешности. Погрешность определяется как разница между измеренным и истинным значением. **Ошибки**

**датчиков можно разделить на пять основных категорий:**

- 1- Ошибка вставки.**
- 2- Ошибка приложения.**
- 3-Характеристика ошибки.**
- 4-Динамическая ошибка.**
- 5-Экологическая ошибка.**

**Ошибки введения:** Ошибки введения возникают во время введения датчика в измеряемую систему. Поэтому их можно отнести к ошибкам, связанным с человеческим фактором, которые являются ошибками, вызванными плохим или неправильным использованием устройства.



**Рисунок 14:** Шум – это нежелательный сигнал, который может накладываться на нужный сигнал и искажать его. Когда мы записываем сигнал, уровень шума можно измерить с помощью отношения сигнал-шум (сокращенно SNR или  $S/N$ ) – это мера, используемая в науке и технике, которая сравнивает уровень желаемого сигнала с уровнем фонового шума. Здесь мы видим, что

верхнее изображение представляет собой хороший уровень SNR по сравнению с нижним изображением, которое имеет низкий SNR (или высокий уровень шума).

**Ошибки применения:** Ошибки применения возникают по вине оператора из-за неправильного использования программного обеспечения, прилагаемого к медицинскому прибору, например, неправильная настройка теста или выбор неправильного теста, неправильный пол или возраст пациента. см. рисунок (15).



**Рисунок 15:** Современные медицинские приборы широко используют программное обеспечение для управления работой теста, незнание всех функций этих программ или неправильное их использование может повлиять на результаты проводимого нами теста.

**Характеристические ошибки:** Ошибки характеристики присущи самому устройству. т.е.

разница между идеальной характеристической передаточной функцией устройства и фактической характеристикой.

Эта форма ошибки может включать в себя значение смещения постоянного тока (ложный напор), неправильный наклон или наклон, который не является идеально линейным.

**Динамические ошибки:** Многие датчики характеризуются и калибруются в статическом состоянии, например, при статическом или квазистатическом входном параметре. Многие датчики сильно задемпфированы, поэтому они не реагируют на быстрые изменения входного параметра. Динамические ошибки включают время отклика, амплитудные искажения и фазовые искажения.

### **Экологические ошибки:**

\_ 50 Гц сигнал.

Радиоволны.

\_ Беспроводной интернет.

\_ волны GSM.

### **5- Развитие медицинских датчиков и преобразователей:**

Развитие биомедицинских областей требует полного отслеживания всех новых представленных технологий и попытки найти их медицинское применение. См. рисунок (16).

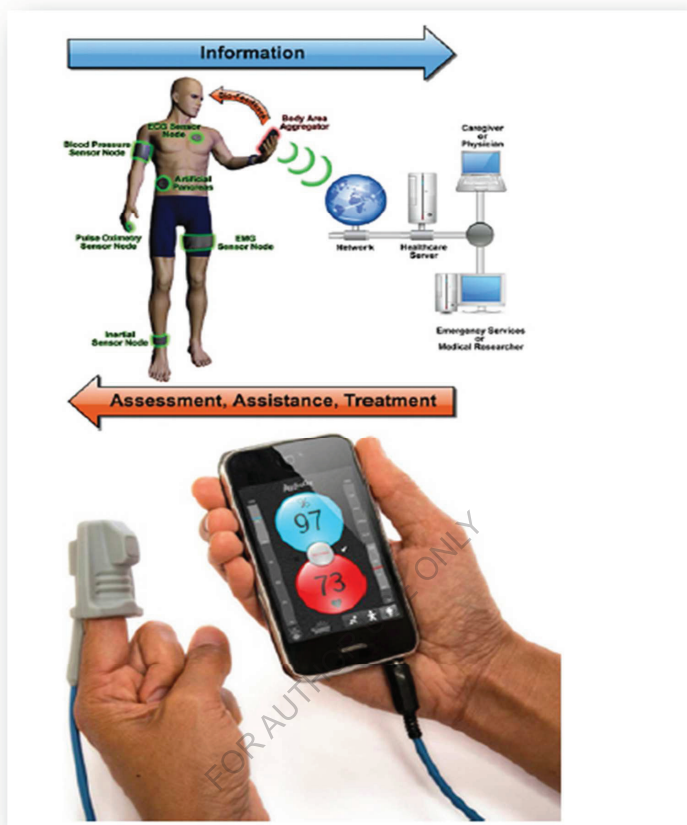


Рисунок 16: Развитие медицинских датчиков.



## 6- ССЫЛКИ

Применение и проектирование медицинской аппаратуры, Джон Г. Вебстер, третье издание.

[\\_https://www.omega.com/prodinfo/straingages.html](https://www.omega.com/prodinfo/straingages.html).

[\\_http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience](http://www.cnsorg.org/computational-neuroscience).

[\\_https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11154/).

[\\_http://compneuro.washington.edu/about/what-is-compneuro/](http://compneuro.washington.edu/about/what-is-compneuro/).

[\\_https://psychologydictionary.org/neural-circuit/](https://psychologydictionary.org/neural-circuit/).

Нейроинженерия, Бин Хе, второе издание.

16

[-https://doi.org/10.1038/s41427-020-00280-x](https://doi.org/10.1038/s41427-020-00280-x)

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**More  
Books!**



yes  
**I want morebooks!**

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн – в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! окружающей среде благодаря технологии Печати-на-Заказ.

Покупайте Ваши книги на  
**[www.morebooks.shop](http://www.morebooks.shop)**

KS OmniScriptum Publishing  
Brivibas gatve 197  
LV-1039 Riga, Latvia  
Telefax: +371 686 20455

[info@omniscryptum.com](mailto:info@omniscryptum.com)  
[www.omniscryptum.com](http://www.omniscryptum.com)

OMNIScriptum



FOR AUTHOR USE ONLY