

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11(Ф) – 2024	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	стр. 1 из 56	

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дисциплина: Биофизика

Код дисциплины: Bio 1205


Название ОП: 6B10117 «Стоматология»

Объем учебных часов/кредитов: 90/3

Курс и семестр изучения: 1/2

Объем практического (семинарские и лабораторные) занятия: 24


Шымкент, 2024 год

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	Стр. 2 из 56	

Методические указания для практических занятий разработаны в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины (силлабусом) «Биофизика» и обсуждены на заседании кафедры

Протокол № 11 от «30» 05 2024 г.

Зав.кафедрой  Иванова М.Б.

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	Стр. 3 из 56

Занятие № 1

1. Тема: Введение в предмет «Биофизика».

2. Цель: ознакомить студентов с дисциплиной «Биофизика».

3. Задачи обучения: изучить историю развития предмета и методы исследования.

4. Основные вопросы темы:

1. Дисциплина «Биофизика» и ее разделы.
2. Биофизика и связь с другими науками.
3. Методы исследования биофизики.

5. Методы/технологии обучения и преподавания: семинар

Биофизика – это наука, изучающая физические и физико-химические основы жизнедеятельности организма на разных уровнях его организации. По уровням организации биологического объекта общую биофизику разделяют:

1. Молекулярную биофизику, которая изучает биологические объекты на молекулярном уровне. Как известно, специфика живого начинает проявляться на уровне сложных биомакромолекул – белков, нуклеиновых кислот, липидов и др.

2. Биофизику клетки, которая исследует элементарную ячейку жизни – клетку и клеточные органеллы. Важнейшим подразделом биофизики клетки является биофизика биологических мембран.

3. Биофизику сложных систем, которая рассматривает физиологические системы, организм в целом и сообщества организмов. Биофизика сложных систем включает в себя некоторые разделы биологической кибернетики.

Медицинская биофизика занимается изучением вопросов биофизики, наиболее важных для медицины и фармации. Совместно с другими медицинскими науками медицинская биофизика занимается решением следующих основных задач:

- Определение причин и механизмов патологии живых систем (в том числе сердечных аритмий, гипертонической болезни, канцерогенеза, атеросклероза), а также разработка новых методов лечения (таких, как липосомальная терапия, лазерная хирургия и терапия, ультразвуковые воздействия, криохирургия, гипероксигенация, гемосорбция, гемодиализ, лучевая терапия).
- Обоснование физических методов диагностики состояния организма, и разработка новых диагностических методов (например, методов электрографии, хемилюминесценции, спектроскопии, электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР)).
- Изучение первичных механизмов действия на организм физических факторов окружающей среды, как вредных (вибрация невесомость, облучение и др.), так и используемых в физиотерапии (УВЧ-терапия, индуктотермия, электрофорез, вибромассаж и др.).

В биофизических исследованиях используются физические и физико-химические методы. Такие как:

- ❖ рентгеноструктурный анализ, основанный на получении дифракции рентгеновских лучей, с помощью которого определяется структура исследуемого вещества;
- ❖ электронная микроскопия, в которой вместе обычных лучей используется поток электронов, который дает возможность различать величину в 5 ангстрем (А);
- ❖ оптическая спектроскопия, основанная на измерениях или изучения поглощенной и испускаемой электромагнитной волны (энергии) исследуемым веществом;
- ❖ радиоспектроскопия, основанная на избирательное поглощение ЭМ волн радиодиапазона исследуемым веществом, содержащие парамагнитные частицы, при наложении на него постоянного магнитного поля (ЭПР метод) или обусловленное

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»	
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий		№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 4 из 56
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

ядерным парамагнетизмом (ЯМР-метод);

❖ изотопы и многие другие методы исследования.

Биофизика мембран – важнейший раздел биофизики клетки, имеющий большое значение для медицины. Многие жизненные процессы протекают на биологических мембранах. Нарушение мембранных процессов – причина многих патологий. Лечебные воздействия на организм также во многих случаях связаны с воздействием на функционирование биологических мембран.

Живая клетка основа строения всех животных и растений. Важнейшим условием существования клетки (и клеточных органелл) является:

1) автономность по отношению к окружающей среде (вещество не должно смешиваться с веществом окружения, должна соблюдаться автономность химических реакций в клетке и ее отдельных частях);

2) с другой стороны, связь с окружающей средой (непрерывный, регулируемый перенос вещества и энергии между клеткой и окружающей средой). Живая клетка относится к термодинамической открытой системе.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

Основная

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146р.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (мед. жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗ РК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013.
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР ДМ; Астана мед. ун-ті АҚ.- Карағанды: ЖК "Ақнұр", 2013.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последипломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные издания

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ У.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев.– Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.

https://elib.kz/ru/search/read_book/51/

3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/

4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/866/

5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР».– 2019.– 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>

6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Структура предмета «Биофизика».
2. Методы исследование предмета «Биофизика».
3. Биофизика клетки.

Занятие № 2

1. Тема: Гемодинамические закономерности движения крови по сосудам.

2. Цель: изучение законов гемодинамики.

3. Задачи обучения: объяснить студентам закономерности движения крови по сосудистой системе, а также реологические свойства крови.

4. Основные вопросы темы:

1. Законы гемодинамики.
2. Закономерности движения крови по сосудам.
3. Чем отличается движение крови в разных сосудах?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Кровь представляет собой вязкую жидкость, которая прогоняется сердцем через сложную систему артерий и вен. Стационарное движение жидкости является слоистым, или ламинарным, течением. Для него справедливы уравнение Бернулли $P_{ст} + \rho v^2 / 2 + \rho gh = const$,

полученное для идеальной жидкости, и формула Пуазейля $V = \frac{\pi R^4 \cdot dP}{8\eta \cdot \ell}$, выведенная для

вязкой жидкости.

Увеличение скорости течения вязкой жидкости вследствие неоднородности давления по поперечному сечению трубы создает завихрения и движение становится вихревым, или турбулентным. При турбулентном движении скорость частиц в каждом месте непрерывно и хаотически изменяется, движение является нестационарным. Характер течения жидкости по трубе зависит от свойств жидкости, скорости ее течения, размеров трубы и определяется числом Рейнольдса: $Re = \rho_{ж} v D / \eta$, где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, D – диаметр трубы.

Если число Рейнольдса больше некоторого критического ($Re > Re_{кр}$), то движение жидкости турбулентное. Например, для гладких цилиндрических труб $Re_{кр} = 2300$. Так как число Рейнольдса зависит от вязкости и плотности жидкости, то удобно ввести их

отношение, называемое кинематической вязкостью: $\nu = \frac{\eta}{\rho_{ж}}$. Используя это понятие, число

Рейнольдса можно выразить в виде: $Re = v D / \nu$.

Единицей кинематической вязкости является квадратный метр на секунду (m^2/c), в системе СГС – стокс (СТ); соотношение между ними: $1СТ = 10^{-4} m^2/c$.

Течение крови в артериях в норме является ламинарным, небольшая турбулентность

возникает вблизи клапанов. При патологии, когда вязкость бывает ниже нормы, число Рейнольдса может превышать критическое значение и движение станет турбулентным.

Турбулентное течение связано с дополнительной затратой энергии при движении жидкости, что в случае крови приводит к добавочной работе сердца. Шум, возникающий при турбулентном течении крови, может быть использован для диагностирования заболеваний. Этот шум прослушивают на плечевой артерии при измерении давления крови.

Скорость течения крови по телу достаточно мала, так что поток можно считать ламинарным без турбулентностей. Следовательно, мы можем рассматривать течение крови через артерию так же, как рассматривали бы ламинарное течение жидкости через тонкую трубку. Благодаря силам сцепления между молекулами крови и внутренними стенками артерии вблизи них течение крови отсутствует (это верно для любой жидкости в трубке). Значит, кровь течет быстрее в центре артерии, а у стенок ее скорость равна нулю.

Так как скорость течения изменяется в зависимости от расстояния от центра трубки артерии, то, согласно уравнению Бернулли, должно иметь место и соответствующее изменение давления. Низкая скорость течения около стенки означает, что давление здесь высокое. В центре трубки, там, где скорость максимальна, давление минимальное. Таким образом, давление возрастает с удалением от центра трубки. Тем самым любой небольшой предмет, например клетка крови, которая движется по трубке, будет испытывать радиальную разность давлений. Эта разность создает силу, которая толкает клетку к центру трубки. Из других источников известно, что клетки крови действительно концентрируются в

центральной части артерий. Поток Q выражается в м³/с и равен: $Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} (p_1 - p_2)$.

Это выражение известно как уравнение Пуазейля, по имени французского физиолога Жана Марии Пуазейля (1799-1869), который его впервые получил и проверил. Отметим, что Q существенно зависит от радиуса R ; если R удваивается, Q возрастает в 16 раз. Аналогично, при уменьшении R поток значительно уменьшается. Если что-либо приведет к утолщению артериальных стенок (что вызовет уменьшение R), ослабевший поток крови может вызвать грудную жабу, которая характеризуется болями в груди, сопровождающимися общим недомоганием. Наиболее распространенная причина грудной жабы – артериосклероз, повреждение артерий. Выздоровления можно достичь введением некоторых веществ (например, нитроглицерин), которые расслабляют мышцы артериальных стенок и позволяют R становиться больше, увеличивая посредством этого поток крови и уменьшая нагрузку на сердце.

Выражения для v и Q показывают, что скорость жидкости и ее поток зависят от разности давлений на концах рассматриваемого участка трубки.

Как же можно измерить давление крови в артериях?

Заметим сначала, что течение крови в артериях ламинарное. Ламинарное течение крови по артерии – «тихий» процесс; турбулентное, напротив, «шумный». Если кровь заставить течь по артерии турбулентно, то характерный звук можно зафиксировать стетоскопом, приложив его к артерии. Этот способ фиксации турбулентного потока и используется в наиболее распространенном методе измерения кровяного давления. В действительности измеряются два различных давления. Максимальное (или систолическое) давление устанавливается тогда, когда кровь выталкивается сокращающейся сердечной мышцей из левого вентрикулярного клапана в аорту, а оттуда в артерии. Между сокращениями сердца давление падает до нижнего (или диастолического) уровня. Когда давление крови измеряется с использованием звуковой техники, предполагается, что любое искусственное сжатие артерии приведет к появлению турбулентного потока. Этого сжатия достигают, накладывая снаружи на артерию дополнительное давление, добавляющееся к давлению крови внутри артерии.

Обычно для измерения давления используют главную плечевую артерию. Вокруг руки обматывается надувная лента. Затем ленту накачивают воздухом до давления, достаточного для сжатия артерии и остановки потока крови. После этого клапан ленты открывается и давление воздуха медленно падает. Врач слушает стетоскопом, помещенным на артерию ниже ленты (обычно около внутренней впадины локтя). До того как некоторое количество крови пройдет по сжатой артерии, никакого звука не слышно. Он появляется, когда давление воздуха в ленте упадет ниже систолического. Давление в ленте при появлении первого звука и записывается как систолическое. При падении давления еще ниже течение остается турбулентным, пока давление ремня не станет настолько малым, что уже не будет обеспечивать сжатие артерии. Давление в ремне в этот момент, когда пропадает звук турбулентного потока, записывается как диастолическое.

В здоровом взрослом организме систолическое давление приблизительно равно 120 мм.рт.ст., а диастолическое – приблизительно 80 мм.рт.ст. (это калибровочные измерения). Среднее давление крови в тот момент, когда она выходит из сердца (в дуге аорты, которая прямо соединена с сердцем), равно приблизительно 100 мм.рт.ст. В сложной системе артерий, капилляров и вен из-за потерь энергии на трение, давление падает. Зная уравнение Пуазейля, мы можем видеть, что падение давления в аорте невелико. Общий поток крови в теле человека (в состоянии покоя) примерно $80 \text{ см}^3/\text{с}$, или $8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$. Радиус аорты приблизительно равен 1 см, или 10^{-2} м . Следовательно, решая уравнение Пуазейля для $(p_1 - p_2)/l$, мы находим:

$$\frac{p_1 - p_2}{l} = \frac{8\eta Q}{\pi R^4} = \frac{8 \cdot 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с} \cdot 8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с}}{\pi \cdot (10^{-2} \text{ м})^4} = 80 \text{ Па} / \text{м} = 0,6 \text{ мм.рт.ст.}$$

Это и есть падение давления на метр длины трубки.

Значит, в аорте при переходе ее в обычную артерию (расстояние около 0,4 м) падение давления по сравнению со средним давлением крови, покидающей сердце, незначительно. Даже во время напряженной деятельности, когда расход крови может увеличиваться в пять раз, падение давления в главной артерии невелико.

В дальнейшем, при прохождении кровеносной системы, падение давления становится заметным. После прохождения через большие артерии давление составляет 90 мм.рт.ст., а на выходе и в малых артериях (или артериолах) давление равно всего лишь 25 мм.рт.ст. Когда кровь наконец достигает вен, давление падает до 10 мм.рт.ст и даже ниже. На рисунке 1 схематично показано падение давления внутри кровеносной системы. На графике изображено только среднее давление.

Конечно, имеются и пульсации давления, вызванные ударами сердца. Эти пульсации заставляют давление в аорте и больших артериях колебаться между 120 и 80 мм.рт.ст. В малых артериях колебания частично сглаживаются, а когда кровь достигает капилляров, колебания почти пропадают и давление постоянно.

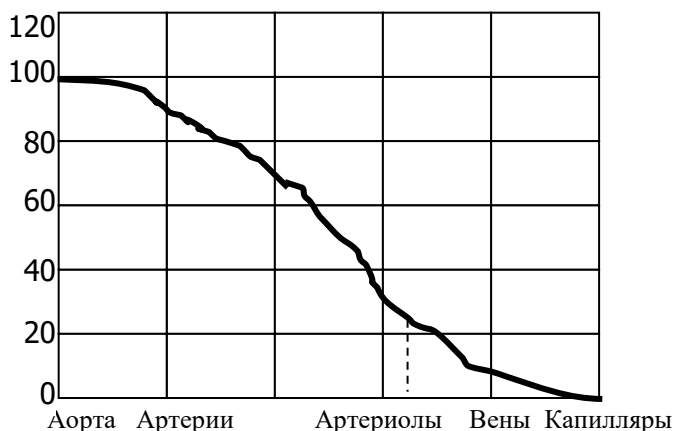


Рис.1. Изменение давления на протяжении кровеносной системы, состоящей из артерий, капилляров и вен (схематично).

Вернемся к вопросу о потоке крови в кровеносной системе. Поток Q может быть выражен как произведение площади поперечного сечения трубки и средней скорости потока v : $Q = Sv$. Следовательно, мы можем найти:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{\pi R^2}.$$

В аорте $R=0,1$ м, а $Q=8 \cdot 10^{-5}$ м³/с (в состоянии покоя). Тогда:

$$v = \frac{8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{с}}{\pi (0,01 \text{ м})^2} = 0,25 \text{ м} / \text{с}.$$

Число Рейнольдса для этого потока: $Re = \frac{\rho v d}{\eta} = \frac{1,05 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 0,25 \text{ м} / \text{с} \cdot 0,02 \text{ м}}{4,0 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}} = 1300.$

Это значение меньше критического для турбулентного потока ($Re=2000$), так что поток в аорте в состоянии покоя ламинарный. Однако во время напряженной деятельности скорость расхода крови растет, вызывая увеличение v . Это приводит к тому, что число Рейнольдса достигает 2000 и течение становится турбулентным. В меньших сосудах скорость остается достаточно маленькой и поток по-прежнему ламинарный.

Скорость распространения пульсовой волны в крупных сосудах:

$$v = \sqrt{\frac{Eh}{2\rho r}}, \quad \text{где } \rho - \text{плотность вещества сосуда.}$$

Связь объемной $v_{об}$ и линейной $v_{кр}$ скоростей кровотока в сосуде:

$$v_{об} = v_{кр} \cdot S, \quad \text{где } S - \text{площадь просвета сосуда.}$$

Механическое напряжение стенки кровеносного сосуда: $\sigma = P \cdot r / h$, где r - радиус сосуда, h - толщина стенки сосуда.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.

6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Вязкость крови.
2. Уравнение Бернулли.
3. Формула Пуазейля.
4. Измерение давление крови.
5. Уравнение неперерывного жидкости
6. Формула Ньютона для вязкость жидкости.
7. Вязкость крови в норме.
8. Особенности течение жидкости в сосуде.
9. Скорость движение крови.
10. Ламинарное и турбулентное течение.

11. Число Рейнольдса.

12. Измерение давление и вязкость крови при патологии.

Занятие №3

1. Тема: Определение коэффициента вязкости жидкости с помощью вискозиметра.

2. Цель: изучить методы определения коэффициента вязкости жидкости.

3. Задачи обучения: уметь определять коэффициент вязкости жидкости при помощи вискозиметра.

4. Основные вопросы темы:

1. Какие физические основы явления переноса в жидкостях вы знаете?

2. Как записывается формула вязкости жидкости, уравнение Ньютона и Пуазейля?

3. Какие методы определения коэффициенты вязкости жидкости вы знаете?

4. Как зависит коэффициент вязкости жидкости от температуры и от давления?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: лабораторная работа, работа в парах

• Приборы и принадлежности:

1. Вискозиметр ВПЖ – 3.

2. Термометр.

3. Исследуемый раствор.

4. Стандартный раствор.

5. Секундомер.

• Устройство капиллярного вискозиметра ВПЖ - 3

Вискозиметр стеклянный типа ВПЖ-3 (см.рис.1) представляет собой капиллярную трубку (5) с измерительным резервуаром (4), ограниченным двумя метками M_1 и M_2 . Капиллярная трубка (5) впаяна внутрь корпуса (6) вискозиметра, имеющего два ствола (8) и (9). К прибору прилагается насадка (1) с краном (2). Насадка соединяется конусом (3) с корпусом.

• Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство вискозиметра, правила работы с ним и метод измерений.

2. Измерить температуру дистиллированной воды и по таблицам определить ее плотность - ρ_0 и коэффициент вязкости - η_0 , а плотность жидкости - ρ указана на сосуде с исследуемой жидкостью.

3. В вискозиметр через насадку (1), открыв стеклянный кран (2), засасывают дистиллированную воду из банки (7) при помощи резиновой груши или иным способом до тех пор, пока насадка не наполнится примерно наполовину. Закрыть кран (2).

4. После выдержки прибора при заданной температуре отделите от вискозиметра насадку (1) в банку.

5. Измерить время истечения дистиллированной воды между метками M_1 и M_2 . В тот момент, когда мениск будет проходить мимо метки M_1 , нужно включить секундомер, а при прохождении мениска мимо нижней метки M_2 секундомер следует остановить.

6. Повторить опыт 5-7 раз. При этом разность между наибольшим и наименьшим временем истечения воды между отметками M_1 и M_2 не должна превышать 0,3 среднего его значения.

7. Вылить воду в сосуд с дистиллированной водой.

8. В банку налить исследуемую жидкость и строго повторить указания п. 2-6.

9. Результаты занесите в таблицу 1.

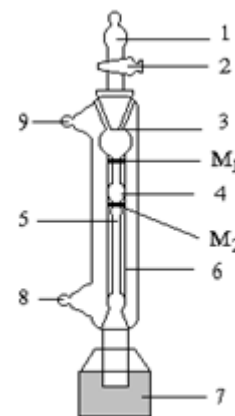


Рис 1

Таблица 1

№	Дистиллированная вода			Исследуемая жидкость		
	ρ_0 , кг/м ³	T_0 , с	η_0 , Па·с	ρ , кг/м ³	t , с	η , Па·с
1						
2						
3						
4						
5						
Ср.						

10. Рассчитать коэффициент вязкости η исследуемых жидкостей по формуле:

$$\eta = \frac{\eta_0 \cdot \rho \cdot t}{\rho_0 \cdot t_0}, \text{ где } \rho - \text{плотность жидкости в кг/ м}^3; \rho_0 - \text{плотность дистиллированной воды; } t_0$$

- время истечения дистиллированной воды; t - время истечения исследуемой жидкости в секундах.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146р.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абилова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.- Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что такое сила внутреннего трения?
2. Уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.
3. Как зависит вязкость жидкости от температуры.
4. Формула Пуазейля.
5. Выведите формулу для определения вязкости жидкости с помощью капиллярного вискозиметра.

Занятие №4

1. Тема: Сила поверхностного натяжения биологических жидкостей.

2. Цель: изучить классификацию технических аппаратов для исследования биологических жидкостей.

3. Задачи обучения: уметь работать с приборами и средствами для исследования биологических жидкостей.

4. Основные вопросы темы:

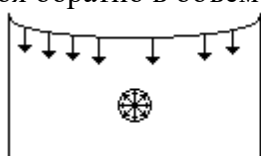
1. В чем заключается явление поверхностного натяжения?
2. Что такое сила поверхностного натяжения и как она направлена?
3. Что такое поверхностно - активные вещества?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

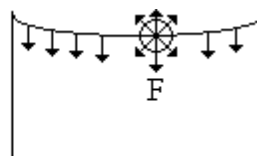
Поверхностное натяжение обусловлено силами притяжения между молекулами.

Когда молекула находится внутри объема жидкости, она равномерно окружена соседними молекулами, так что результирующая сила, действующая на нее, равна нулю (рис. 2,а).

Молекула, находящаяся на поверхности жидкости (рис.2,б), испытывает меньшее притяжение со стороны молекул пара и большее притяжение со стороны молекул жидкости. Поэтому появляется результирующая сила F , которая стремится втянуть молекулу поверхностного слоя обратно в объем жидкости.



а)



б)

Рис. 2

Для того, чтобы переместить молекулу из глубины на поверхность жидкости, надо совершить работу против этой результирующей силы. Эта работа, отнесенная к единице поверхности жидкости, называется поверхностным натяжением $\sigma = dA/dS$. Она идет на увеличение поверхностной энергии dW . Так называется избыточная потенциальная энергия, которой обладают молекулы в поверхностном слое по сравнению с их потенциальной энергией внутри остального объема жидкости:

$$dW = dA = \sigma \cdot dS$$

Коэффициент поверхностного натяжения σ (сигма) равен поверхностной энергии, приходящейся на единицу площади свободной поверхности жидкости: $\sigma = dW/dS$

При отсутствии внешних сил молекулы жидкости стремятся занять положение, соответствующее минимуму энергии, поэтому жидкость в свободном состоянии стремится иметь минимальную площадь поверхности и принимать форму шара. Поверхностный слой уплотняется, что похоже на наличие на поверхности жидкости упругой пленки, в которой действуют упругие силы, направленные по касательной к поверхности. Эти силы получили название сил поверхностного натяжения. Действие сил поверхностного натяжения приводит к сближению молекул поверхностного слоя. Если условно выбрать на поверхности жидкости отрезок длиной L (рис. 3), то силы поверхностного натяжения F можно изобразить стрелками, перпендикулярными отрезку.

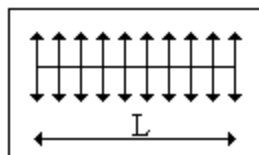


Рис.3.

Поверхностное натяжение равно отношению силы поверхностного натяжения к длине отрезка, на котором действует эта сила: $\sigma = F/L$

Единицы поверхностного натяжения: $[\sigma] = \text{Дж}/\text{м}^2 = \text{Н}/\text{м}$

Поверхностное натяжение зависит от температуры. Вдали от критической температуры значение его убывает линейно при увеличении температуры. Снижение поверхностного натяжения можно достигнуть введением в жидкость поверхностно-активных веществ. Вещества, способные абсорбироваться на поверхности жидкости и снижать ее поверхностное натяжение, называются поверхностно-активными.

Для воды поверхностно-активными веществами являются эфир, спирт, мыло и др.

Для определения поверхностного натяжения в медицинской практике пользуются методом отрыва капель. При медленном истечении жидкости из отверстия или из вертикальной трубки образуется капля. Отрыв происходит по шейке капли или перетяжке, радиус которой меньше радиуса отверстия (рис. 4).

Предполагается, что в момент отрыва сила поверхностного натяжения $F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma$ равна силе тяжести $P = \rho \cdot g \cdot V$ капли (r - радиус шейки капли, ρ - плотность жидкости, V - объем капли), т.е. $2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma = \rho \cdot g \cdot V$, откуда $\sigma = \rho \cdot g \cdot V / 2 \cdot \pi \cdot r$ (1)

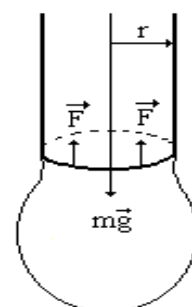


Рис.4.

Измерить радиус шейки капли практически нельзя, поэтому, используя метод отрыва капель, прибегают к сравнительному способу. Если известно поверхностное натяжение σ_0 стандартной жидкости, например, воды, то можно записать: $\sigma_0 = \rho_0 \cdot g \cdot V_0 / 2 \cdot \pi \cdot r$ (2)

Взяв одинаковые объемы V_1 воды и исследуемой жидкости и подсчитав количество капель в этих объемах, можно вычислить объем одной капли:

$$V_0 = V_1/n_0 \quad (\text{воды}) \quad V = V_1/n \quad (\text{исследуемой жидкости})$$

Подставив эти выражения соответственно в (1) и (2) и взяв их отношение, получим:

$$\sigma/\sigma_0 = \rho \cdot n_0 / \rho_0 \cdot n \quad \text{или} \quad \sigma = \sigma_0 \cdot \rho \cdot n_0 / \rho_0 \cdot n$$

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОКМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абилова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/

5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. В чем заключается измерение поверхностного натяжения методом отрыва капель?
2. Как зависит поверхностное натяжение от температуры, концентрации раствора?
3. Какое значение имеют поверхностные явления в медицине?
4. Что такое газовая эмболия?

Занятие №5

1. Тема: Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

2. Цель: изучить зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора.

3. Задачи обучения: уметь определять коэффициент поверхностного натяжения биологических жидкостей.

4. Основные вопросы темы:

1. Каковы методы определения поверхностного натяжения?
2. В чем заключается измерение поверхностного натяжения методом отрыва капель?
3. Как зависит коэффициент поверхностного натяжения от концентрации раствора?
4. Как выводят формулу для вычисления коэффициентов поверхностного натяжения?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: лабораторная работа, работа в парах

• Приборы и принадлежности:

1. Капельница
2. Термометр.
3. Исследуемый растворы.
4. Стандартный раствор.

• Описание установки.

Установка для определения поверхностного натяжения методом отрыва капель представляет собой укрепленную на вертикальном штативе (1) капельницу (рис. 1).

Капельница представляет собой стеклянную трубку (5) с узким нижним концом (2). Перед узкой частью трубки имеется кран (3), которым регулируется истечение жидкости из капельницы. На трубке нанесены деления (4), позволяющие измерять объем протекающей жидкости.

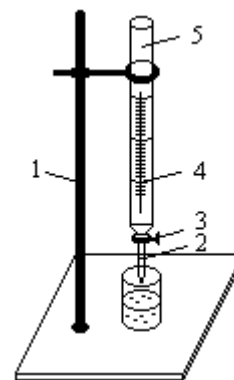


Рис.1.

• Порядок выполнения работы.

Задание 1. Определение поверхностного натяжения методом отрыва капель.

1. Промойте капельницу, закрепите ее вертикально в штативе и залейте в нее определенный объем дистиллированной воды.
2. Измерить температуру дистиллированной воды и по таблицам определить ее плотность - ρ_0 и коэффициент поверхностного натяжения - σ_0 , а плотность жидкости - ρ указана на сосуде с исследуемой жидкостью.
3. Открыв кран, подсчитайте число капель n_0 дистиллированной воды в данном объеме (2-3 см). Опыт проведите три раза, найдите среднее число капель воды. Измерив температуру воды, определить соответствующую плотность.
4. Залейте в капельницу такой же объем раствора жидкости концентрации C_1 и подсчитайте число капель n_1 капель в данном объеме (2-3 см). Опыт проведите три раза, найдите ср. значение.

5. Проведите аналогичные измерения с растворами жидкостей других концентраций C_2 и C_3 .
6. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.
7. Вычислите поверхностное натяжение растворов жидкостей по формуле: $\sigma = \sigma_0 \cdot \rho \cdot n_0 \text{ ср} / \rho_0 \cdot n_{\text{ср}}$

№	n_0	ρ_0	σ_0	$C_1 = \%$			$C_2 = \%$			$C_3 = \%$			$C_x = ?$			
				n	ρ	σ	n	ρ	σ	n	ρ	σ	n	ρ	σ	
1																
2																
3																
$C_{\text{ср}}$																

8. Постройте график зависимости поверхностного натяжения растворов жидкостей от их концентрации $\sigma = f(C)$
9. Проанализируйте полученный результат.

Задание 2. Определение неизвестной концентрации раствора жидкости.

1. Залейте в капельницу раствор жидкости неизвестной концентрации и подсчитайте число капель n_x в данном объеме (2-3 см). Опыт повторите три раза, найдите ср. значение.
2. Вычислите поверхностное натяжение раствора жидкости неизвестной концентрации по формуле: $\sigma_x = \sigma_0 \cdot \rho_x \cdot n_{0, \text{ср}} / \rho_0 \cdot n_{x, \text{ср}}$

1. По графику $\sigma = f(C)$ определите неизвестную концентрацию C_x .

4. Результаты занесите в таблицу

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 17 из 56	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.- Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. В чем заключается измерение поверхностного натяжения методом отрыва капель?
2. Как зависит поверхностное натяжение от температуры, концентрации раствора?
3. Какое значение имеют поверхностные явления в медицине?
4. Что такое газовая эмболия?

Занятие №6

1. Тема: Исследование электрической активности сердца.

2. Цель: изучить методы исследования электрической активности сердца, применяемые в медицине.

3. Задачи обучения: уметь определять электрическую активность сердца с помощью кардиографа.

4. Основные вопросы темы:

1. Что такое электрический диполь и поле электрического диполя?
2. В чем состоит теория Эйнтховена?
3. Что такое электрокардиограмма?
4. Что такое вектор-кардиограмма?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Одним из методов исследования электрической активности сердца, применяемых в медицине, является **электрокардиография** - регистрация электрических процессов в сердечной мышце, возникающих при ее возбуждении. Этот метод нашел широкое применение вследствие доступности и абсолютной безвредности. В основе электрокардиографии лежит теория Эйнтховена, в которой сердце рассматривается как токовый диполь.

Изменение модуля и направления электрического дипольного момента сердца во времени можно отразить графически с помощью электрокардиограммы – ЭКГ. По теории Эйнтховена существует связь между вектором электрического дипольного момента сердца и разностями потенциалов, измеряемыми между определенными точками на поверхности тела человека. Таким образом, чтобы зарегистрировать ЭКГ, нужно зарегистрировать изменение во времени разности потенциалов любых двух точек тела, имеющих разные потенциалы. Пара точек, с которых снимается изменение разности потенциалов во времени, называется отведением.

Существуют различные системы отведений. Они отличаются местом наложения электродов на пациента: грудные отведения, отведения от конечностей и т.д. Наиболее широко в клинической практике применяются отведения от конечностей (рис.2), их называют стандартными отведениями. Для их получения электроды накладывают на верхние и нижние конечности. К правой ноге подключают провод заземления. Возможно также применение добавочного грудного электрода. Отведения с этих электродов называются грудными. Эти отведения дают дополнительную диагностическую информацию.

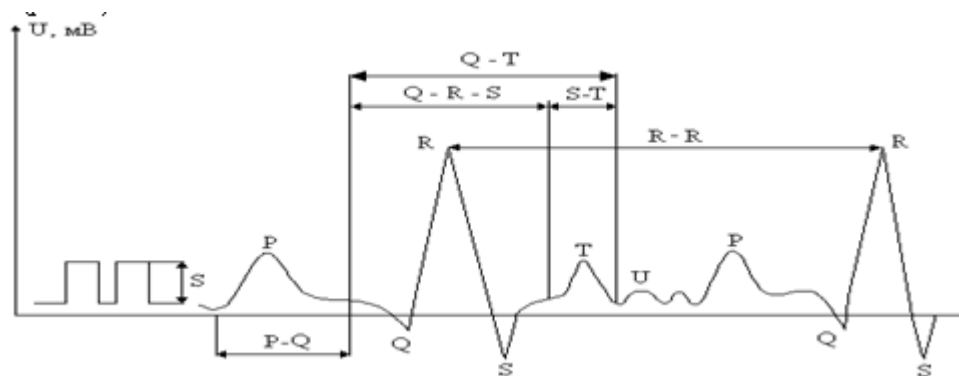


Рис.1. Вид ЭКГ на ленте

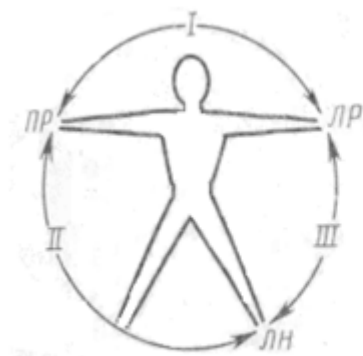


Рис 2.

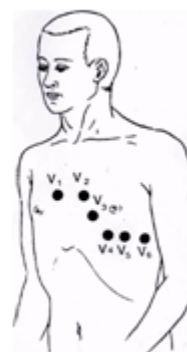


Рис 3.

Нормальная ЭКГ за цикл работы сердца для отведения I приведена на рисунке 1.

Зубцы ЭКГ условно обозначают буквами латинского алфавита P, Q, R, S, T. Различные изгибы на ЭКГ называют волнами. P – волны наблюдаются непосредственно перед сокращением предсердий, комплекс Q, R, S связан с началами сокращения желудочков, а T – волна наблюдается в конце сокращения желудочков. Изменения интервала Q-T имеют место при различных функциональных нарушениях. Так, например, в положении стоя Q-T укорачивается в связи с учащением ритма, а в положении лежа – возвращается к исходному. При вдохе Q-T слегка укорачивается, а при глубоком выдохе Q-T вначале укорачивается из-за тахикардии, но вскоре с наступлением брадикардии удлиняется. Физическая нагрузка приводит обычно к укорочению Q-T, напротив давление на глазные

яблоки вызывает удлинение Q-T

Зубец R отражает потенциал активной мышечной ткани желудочка. Амплитуда R зависит от величины мышечной массы соответствующего желудочка, поворота сердца вокруг продольной и переднезадней оси, расстояния от электрода до источника токов, действия сердца и от электропроводности тканей.

Более мелкие волны U следуют за T волнами после расслабления желудочков.

Основными характеристиками ЭКГ являются форма и высота зубцов, длительность интервалов.

В таблице приведены значения и характеристики ЭКГ в норме для II отведения.

При патологических изменениях в сердце происходит изменение формы ЭКГ, меняются высота зубцов и интервалы. Это позволяет использовать ЭКГ при диагностике заболеваний сердца.

Прибор, с помощью которого производится запись ЭКГ, называется **электрокардиографом**. Существует много различных марок электрокардиографов, которые отличаются количеством каналов для записи, типом питания (батарейное, сетевое), видом записи (чернильно-перьевая, фотозапись).

P		Q		R		S		T	
U, мВ	t, с	U, мВ	t, с	U, мВ	t, с	U, мВ	t, с	U, мВ	t, с
0,05-0,025	0-0,1	0-0,2	max 0,03	0,3-1,6	max 0,03	0-0,03	max 0,03	0,25-0,6	max 0,25

Интервалы в сек.				
PQ	QRS	QRST	ST	RR
0,12-0,2	0,06-0,09	0,03-0,44	0-0,15	0,7-1,0

Кроме электрокардиографии существует методика исследования изменения электрического момента сердца по его проекциям на координатные плоскости – **вектор-электрокардиография**. Проекция вектор-электрокардиограммы на плоскость может быть получена сложением двух взаимных отведений. Если подать на отклоняющие пластины электроннолучевой трубки напряжение от двух отведений, то на ее экране можно наблюдать их векторную сумму – вектор-электрокардиограмму (ВЭКГ), дающую более полную информацию о работе сердца, чем ЭКГ. Прибор для визуального наблюдения ВЭКГ называется вектор-электрокардиоскопом. В качестве регистрирующего устройства в нем используется электроннолучевая трубка.

Виды возможных помех при записи электрокардиограммы и их устранение

При записи электрокардиограммы могут возникнуть различные виды помех, проявляющиеся при записи в виде размытости нулевой линии (4а), соматической дрожи (4б), блуждающей нулевой линии (4в).

Размытость на записи (рис.4а) проявляется в виде зубцеобразной нулевой линии с периодическим повторением зубцов (период 1 мм при скорости движения диаграммной ленты 50 мм/с).

Зубцы закруглены, их амплитуда на записи более или менее постоянна в течение короткого промежутка времени. Размытость записи обусловлена помехами сети переменного тока. Обычно на одних отведениях такие помехи проявляются сильнее или слабее, чем на других.

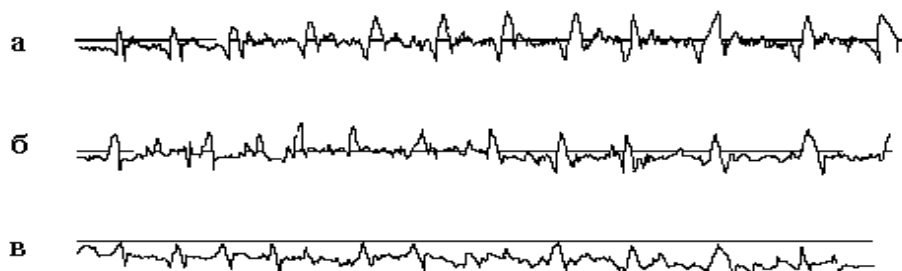


Рис. 4. Виды возможных помех при записи электрокардиограммы

Они могут увеличиваться или уменьшаться при перемещении пациента. Для устранения помех проверьте следующее:

- заземление электрокардиографа и кровати или кушетки, если они имеют металлическую раму. При установке переключателя отведений в положение К размытость нулевой линии не должна наблюдаться;
- правильность наложения электродов (качество контактов между электродами и кожей пациента), уделив особое внимание присоединению электрода к правой ноге;
- состояние электродов и наконечников кабеля отведений (они должны быть чистыми);
- состояние прокладок (они должны быть хорошо смочены);
- плотность соединений штырей кабеля отведений с электродами не касаются ли конечности пациента каких-либо металлических предметов. Устраните касание.

Если помехи переменного тока появляются только на грудном отведении, необходимо проверить плотность наложения грудного электрода.

Если помехи переменного тока присутствуют на всех отведениях, то вероятно пациент находится в сильном поле переменного тока.

Для устранения таких помех следует:

- отключить все электрическое оборудование, расположенное поблизости от пациента (например, нагреватели, рентгеновскую аппаратуру и т.п.), путем извлечения вилок розеток сети;
- расположить кабель ответвлений так, чтобы на нем не было колец или петель;
- расположить место разветвления проводов кабеля отведений на животе пациента, а отдельные провода кабеля, отходящие к электродам как можно ближе к телу пациента;
- отодвинуть кушетку от стены, если она расположена близко от нее, так как в стене может находиться скрытая проводка;
- проверить: не работает ли поблизости высокочастотная аппаратура;
- попробовать наложить электроды для конечностей заново, располагая их ближе к туловищу;
- переместить пациента в другое место или помещение.

В некоторых случаях помехи переменного тока могут быть настолько велики, что полностью избежать их невозможно.

Соматическая дрожь (рис.4 б) проявляется на записи в виде нестабильности нулевой линии на ней импульсов произвольной частоты и формы с разной амплитудой. Вершина импульсов, как правило, острая. Такие помехи возникают вследствие деятельности других мышц или из-за неудобного положения пациента. В отличие от помех переменного тока, которые можно исключить полностью, соматическую дрожь иногда можно только свести к минимуму, особенно у очень молодых и у пациентов пожилого возраста.

Для устранения помех следует: проверить, удобно ли лежит пациент. Обратить внимание на то, что кровать или кушетка должны иметь достаточную длину и ширину, чтобы полностью поместить туловище и конечности пациента.

Конечности пациента должны быть расслаблены:

- проверить натяжение ремней на конечностях;
- успокоить пациента, предупредить его, чтобы во время записи электрокардиограммы он лежал без напряжения и не разговаривал;
- предложить пациенту отдохнуть в течение 10-15 мин с целью уменьшения дрожи, связанной с нервным состоянием или преклонным возрастом пациента и повторно произвести запись;
- передвинуть электроды на конечностях как можно ближе к туловищу.

Не рекомендуется подчеркивать, что пациент, который нервничает, беспокоится или находится в напряженном состоянии, является источником помех. Это может привести к еще большему увеличению соматической дрожи.

Блуждающая нулевая линия (рис.4 в) характеризуется движением всей записи вверх и вниз и обусловлена нарушением спокойного состояния пациента, электрохимическими процессами в местах перехода "кожа-электрод", дыханием пациента.

Для устранения блуждания нулевой линии следует:

- проверить, удобно ли лежит пациент;
- успокоить пациента, избегать разговоров с ним во время записи;
- проверить плотность прилегания электродов;
- расположить кабель отведений так, чтобы он не натягивал электроды;
- поместить электроды в раствор, применяемый для смачивания прокладок под электроды, за 10-15 мин до начала работы.

Если причиной блуждания нулевой линии являются дыхательные движения пациента, что часто встречается при записи грудных отведений, проделайте следующее:

- приостановите запись электрокардиограммы на 1-2 с и затем вновь ее возобновите;
- снимите грудной электрод и тщательно протрите места наложения электродов сухой фильтровальной бумагой, а затем тампоном, смоченным в спирте, и повторите запись;
- попросите пациента по возможности задержать дыхание на время записи электрокардиограммы.

Поскольку записываемые отведения представляют собой сигналы от различных комбинаций электродов, можно установить, какой из электродов является источником помех. При проведении такой проверки пользуйтесь табл.1. Правая нога, как правило, не является причиной возникновения соматической дрожи, но плохо наложенный на правую ногу электрод увеличивает уровень помех переменного тока.

Табл.1.

Помехи на отведениях	Электрод, который следует проверить
I и II, но не III	На правой руке
I и III, но не II	На левой руке
II и III, но не I	На левой ноге
V, но не I, II или III	На грудной клетке
На всех отведениях	На правой ноге

Во время записи электрокардиограммы к кабелю отведений должны присоединяться все электроды, наложенные на пациента, даже если не все электроды используются для записи интересующих отведений (например, электрод на левой ноге не нужен для записи первого отведения). Любой не присоединенный к электроду штырь кабеля отведений может быть источником помех.

Запись нулевой линии без помех в положении переключателя отведений R указывает на нормальную работу прибора.

Любые помехи, появляющиеся на записи при подключении пациента, свидетельствуют о том, что причиной помех является пациент или окружающая среда.

6. Методы/технологии оценивания: решение задач, индивидуальные задания.

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146р.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (каз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адипбаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»	
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий		№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 23 из 56
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что называется электрокардиографией?
2. В чем состоит теория Эйнтховена?
3. Что называется электрокардиограммой?
4. Какие системы отведений применяются при записи ЭКГ?
5. Из каких основных блоков состоит электрокардиограф, векторэлектрокардиоскоп?
6. В чем преимущества и недостатки электрокардиографа?
7. Перечислите возможные помехи, искажающие ЭКГ.

Занятие № 7

1. Тема: Методы регистрации ЭКГ.

2. **Цель:** изучение устройства и принципа работы электрокардиографа.

3. **Задачи обучения:** уметь записывать изменения электрических потенциалов, которые распространяются по поверхности тела в виде электрокардиограммы.

4. Основные вопросы темы:

1. Что называется электрокардиографией?
2. Что называется электрокардиограммой?
3. Какие системы отведений применяются при записи ЭКГ?
4. Из каких основных блоков состоит электрокардиограф, вектор-электрокардиоскоп?

5. **Методы/технологии обучения и преподавания:** лабораторная работа, работа в парах

• Приборы и принадлежности:

1. Электрокардиограф. ЭК1Т – 07 «АКСИОН»
2. Электроды: грудные и для конечностей.
3. ПЭВМ.
4. Кабель заземления.

• Описание и работа электрокардиографа

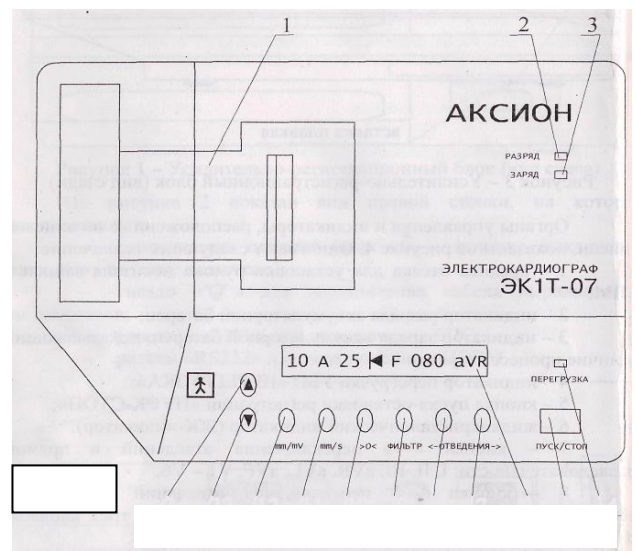
Электрокардиограф одноканальный ЭК1Т – 07 «АКСИОН» - это переносной одноканальный прибор с регистрацией ЭКГ на терморезистивной бумажной ленте при помощи термопечатающего механизма.


ЭКГ предназначен для измерения, графической регистрации биоэлектрических потенциалов сердца при диагностике состояния сердечно – сосудистой системы человека и вывода изображения ЭКГ на дисплей ПЭВМ.

ЭКГ имеет автоматический и ручной режимы регистрации кардиологических отведений. В автоматическом режиме производится синхронная регистрация кардиографических отведений длительностью 3,5 секунды с выводом на печать по одному или трем каналам (печать по трем каналам только у ЭК с выходом на ПЭВМ).

Органы управления и индикаторы, расположенные на лицевой панели, показаны на рисунке. Они имеют следующее назначение:

- 1- крышка отсека для установки рулона носителя записи в ТПМ;
- 2- индикатор разряда аккумуляторной батареи;



ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»	
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий		№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 24 из 56
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

- 3- индикатор разряда аккумуляторной батареи, показывающий наличие процесса заряда;
- 4- индикатор перегрузки УБП «ПЕРЕГРУЗКА»;
- 5- кнопка пуска – остановки регистрации «ПУСК - СТОП»;
- 6- жидкокристаллический индикатор (ЖК – индикатор) ;
- 7- кнопка «→» переключения отведений в прямой последовательности: I, II, III, aVR , aVL Avf V1–V6;
- 8- кнопка «←~» переключения отведений в обратной последовательности и включения режима регистрации трех каналов: 3К, V6 – V1, Avf aVR , Avl, III, II, I;
- 9- кнопка «ФИЛЬТР» включения фильтров (режекторного, частоты питающей сети, антитреморного);
- 10- кнопка «>O<» управления режимом успокоения;
- 11- кнопка «mm/s» переключения скорости движения носителя записи;
- 12- кнопка «mm/mV» переключения чувствительности;
- 13- кнопка «▼» смещения линии записи вниз при регистрации ЭКГ включения печати масштабной сетки;
- 14- кнопка «▲» смещения линии записи вверх при регистрации ЭКГ включения связи с ПЭВМ;

• **Подготовка прибора к работе:**

Провода кабеля отведений подсоединяются к электродам в следующем порядке:

- красный провод (R) подключить к электроду на правой руке (П.Р.)
- желтый провод (L) подключить к электроду на левой руке (Л.Р.)
- зеленый провод (F) подключить к электроду на левой ноге (Л.Н.)
- черный провод (N) подключить к электроду на правой ноге (П.Н.)
- бело–красный провод (V1) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному справа от грудины на четвертом межреберье;
- бело–желтый провод (V2) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному слева от грудины на четвертом межреберье;
- бело–зеленый провод (V3) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному на пятом ребре, на геометрической середине между электродами V2 и V4;
- бело–коричневый провод (V4) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному на пятом межребере по левой среднеключичной линии;
- бело–черный провод (V5) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному между электродами V4 и V6 по левой передней подмышечной линии;
- бело–фиолетовый провод (V6) подключить к присасывающемуся электроду, расположенному по левой средней подмышечной линии на уровне электрода V4.

Установить выключатель питания в положение «>O<». Цвет свечения индикатора «РАЗРЯД» должен быть зеленым. При включении ЭК при некачественно наложенных электродах возможно свечение индикатора «ПЕРЕГРУЗКА». При нажатии кнопки «ПУСК» при неустановленном носителе записи включается звуковой и визуальный сигнал «АВАРИЯ». При постоянном свечении индикатора «РАЗРЯД» красным цветом во время регистрации ЭКГ выключите питание ЭК и зарядите аккумуляторную батарею.

Автоматически устанавливается следующий режим работы ЭКГ;

- чувствительность 10 мм/мВ;
- автоматический режим работы;
- скорость движения носителя записи 25 мм/с;
- успокоение включено;
- фильтр выключен;
- показания ЧСС (частоты сердечных сокращений) равны нулю (000);

• **Порядок выполнения работы:**

1. Для работы в автоматическом режиме регистрации следует;

- выключить успокоение, нажав кнопку с символом «>O<». На индикаторе символ «|◀» сменится на символ «□»;
- включить регистрацию ЭКГ, нажав кнопку с надписью «ПУСК/СТОП». На индикаторе вместо показаний ЧСС появится надпись «ЭКГ». Производится синхронная запись ЭКГ в память ЭК. По окончании записи ЭКГ на индикаторе высвечивается ЧСС и начинается печать отведений в следующей последовательности: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1-V6.
- При необходимости печать можно прервать, нажав повторно кнопку «ПУСК/ СТОП».

2. Для работы в автоматическом режиме с регистрацией по трем каналам следует:

- выключить успокоение, нажав кнопку с символом «>O<». На индикаторе символ «|◀» сменится на символ «□»;
 - выбрать автоматический режим с регистрацией по трем каналам, нажав кнопку «←».
- На индикаторе символы «***» сменяются надписью «ЗК»;

- включить регистрацию ЭКГ, нажав кнопку с надписью «ПУСК/СТОП». На индикаторе вместо показаний ЧСС появится надпись «ЭКГ». Производится синхронная запись ЭКГ в память ЭК. По окончании записи ЭКГ на индикаторе высвечивается ЧСС и начинается печать отведений в следующей последовательности группами: I -III, aVR, - aVF, V1-V3, V4 -V6.

3. Для работы в ручном режиме регистрации ЭКГ следует:

- выключить успокоение, нажав кнопку с символом «>O<». На индикаторе символ «|◀» сменится на символ «□»;
- включить I отведение, нажав кнопку «→». На индикаторе символы «***» сменяются символом «I» а буква «А» - на букву «Р»;
- нажать кнопку «ПУСК/СТОП» и зарегистрировать необходимое количество QRS-комплексов. Регистрация прекращается повторным нажатием кнопки «ПУСК/СТОП». По окончании регистрации отведения значение ЧСС высвечивается на индикаторе и регистрируется на термобумаге;
- для смещения линии записи вверх или вниз необходимо нажать и удерживать кнопку «▲» или кнопку «▼» до момента достижения линией записи необходимого положения;
- нажимая кнопку «→», включить кардиографические отведения в последовательности I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6. Регистрация отведений в обратной последовательности производится нажатием кнопки «←».

Регистрация отведений в прямой последовательности может производиться без остановки печати. Для этого кнопку «ПУСК/СТОП» следует нажать повторно только после регистрации всех отведений.

Для получения качественной записи ЭКГ необходимо, чтобы пациент лежал в удобном положении, был расслаблен и спокоен. Во время записи ЭКГ пациент не должен касаться корпуса ЭК, а оператору не следует одновременно касаться пациента и корпуса ЭК.

При регистрации ЭКГ на сигнал могут накладываться синфазные периодические сигналы, вызванные влиянием сети переменного тока. Для устранения данного вида помех следует:

- включить режекторный фильтр, нажав кнопку «ФИЛЬТР». На индикаторе вместо символа «□» включится буква «С»;
- проверить состояние электродов и проводов кабеля пациента;
- проверить качество контакта электродов с кожей пациента;
- перевернуть вилку сетевого шнура БПС в розетке сети переменного тока;
- включить фильтр, нажав кнопку «ФИЛЬТР»;
- переместит пациента на другое место в помещении.

Для устранения помех, вызванных произвольным сокращением скелетных мышц

пациента, следует:

- изменить положение пациента на более удобное и дающее возможность расслабиться;
- включить антитреморный фильтр, нажимая кнопку «ФИЛЬТР» до появления на индикаторе буквы «Т» или включить оба фильтра, нажимая кнопку «ФИЛЬТР» до появления на индикаторе буквы «F»;
- успокоить пациента, при необходимости предоставить возможность пациенту отдохнуть в течение нескольких минут.

Совместная работа ЭК с ПЭВМ

Установить на ПЭВМ программное обеспечение с компакт диска, входящего в комплект поставки.

1. Описание программы

На ПЭВМ откройте папку ECG. Запустите программу с помощью файла ECG.exe.

На экране ПЭВМ появится окно программы ECG, как показано на рисунке. Вверху расположены командная строка и строка состояний. Основное поле занимает окно отображения выбранных отведений ЭКГ. Внизу расположены пиктограммы рабочих команд.

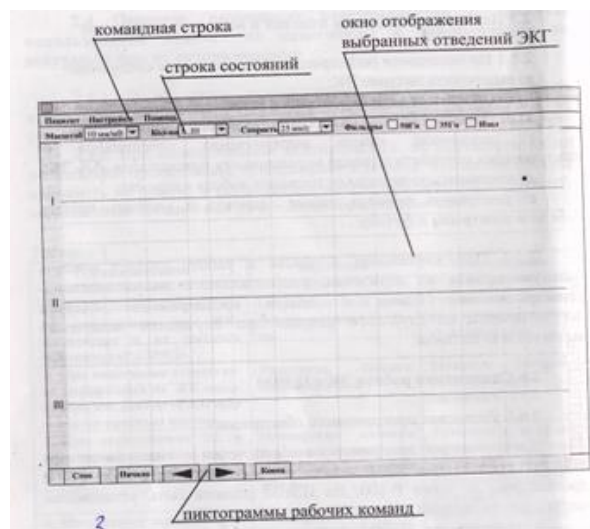
В строке состояний содержится информация об установленных параметрах ЭКГ:

- чувствительность «Масштаб»;
- выбранные отведения «Кол-во»;
- скорость записи «Скорость»;
- включенные фильтры.

Параметры регистрации ЭКГ могут быть изменены по меню, которое открывается при нажатии кнопки «▼» в соответствующем параметру окне:

При необходимости параметры могут быть изменены после записи кардиограммы. Для включения фильтров «50 Гц», «35 Гц» и выравнивания изолинии «Изол» необходимо поставить знак «✓» в окне соответствующей функции, щелкнув на ней мышкой.

Командная строка содержит кнопки: «Пациент», «Настройки», «Помощь». Команда «Пациент» имеет подменю: «Найти пациента», «Печать», «Настройка принтера», «Exit». По команде «Пациент/Найти пациента» открывается окно для ввода или изменения информации о пациенте, поиска записанной кардиограммы. Команда «Пациент / Печать» при незаписанной кардиограмме не активирована. По команде «Пациент / Настройка принтера» открывается стандартное окно настройки печати. По команде «Настройки / Параметры» открывается диалоговое окно, имеющее подменю: «Выбор порта», «Автозагрузка», «Печать» и функциональные кнопки «ОК», «Отмена», «Применить».



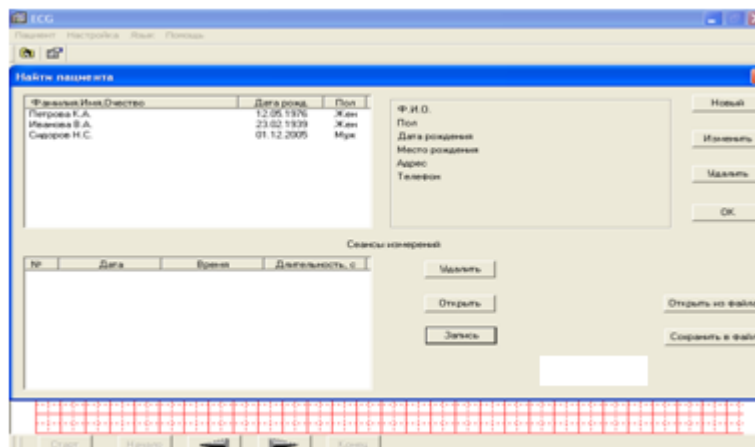
Командная строка содержит кнопки: «Пациент», «Настройки», «Помощь». Команда «Пациент» имеет подменю: «Найти пациента», «Печать», «Настройка принтера», «Exit». По команде «Пациент/Найти пациента» открывается окно для ввода или изменения информации о пациенте, поиска записанной кардиограммы. Команда «Пациент / Печать» при незаписанной кардиограмме не активирована. По команде «Пациент / Настройка принтера» открывается стандартное окно настройки печати. По команде «Настройки / Параметры» открывается диалоговое окно, имеющее подменю: «Выбор порта», «Автозагрузка», «Печать» и функциональные кнопки «ОК», «Отмена», «Применить».

Подключение ЭК к ПЭВМ

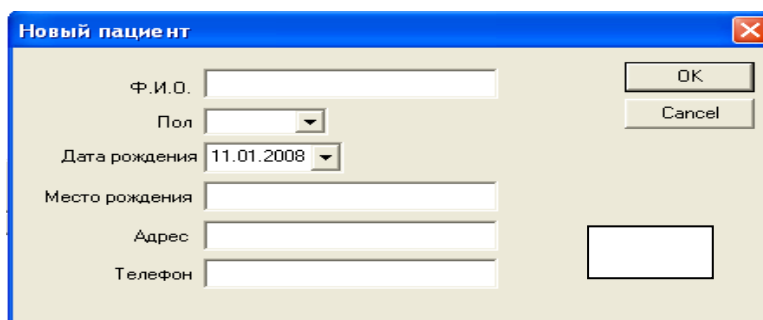
Подключить электрокардиограф к компьютеру стандартным модемным кабелем, соединив разъем RS232 электрокардиографа с портом COM персональной ЭВМ. Запустить программу связи с ПЭВМ с помощью файла ECG.exe. Откроется окно программы «ЭКГ».

Введение данных пациента

По команде «Пациент/Найти пациента» открыть диалоговое окно для ввода или изменения информации о пациенте и записи кардиограмм. Диалоговое окно «Найти пациента» показано на рисунке:



Нажать кнопку «Новый». Откроется диалоговое окно ввода информации о пациенте, как показано на рисунке:



Установить курсор в окно, соответствующее надписи «Ф.И.О». Ввести фамилию, имя, отчество пациента. Установить курсор в окно, соответствующее надписи «Пол», и выбрать из предложенного меню нужный параметр («муж», или «жен»).

В окне, соответствующем надписи «Дата рождения» отображается текущая дата. Необходимо установить курсор в окно ввести дату рождения пациента, или, нажав кнопку «▼», открыть календарь и выбрать дату рождения пациента. Последовательно устанавливая курсор в окна, соответствующие надписям «Место рождения», «Домашний адрес», «Телефон», ввести нужные данные. Нажать кнопку «OK», введенная информация отразится в окне «Найти пациента».

Регистрация кардиограммы

Подготовить ЭК к работе в соответствии с п. 2.1. Включить электрокардиограф. Дождаться появления звукового сигнала, сопровождающего ритм.

Перевести ЭК в режим связи с компьютером, нажав кнопку «▲». На ЖК-индикаторе появится надпись *СВЯЗЬ С ПЭВМ*, которая сохраняется примерно 20с. В течение этого времени нажать кнопку «Запись» на экране компьютера в окне «Найти пациента» для начала регистрации кардиограммы. Окно «Найти пациента» закрывается, и на экране компьютера отображается записываемая кардиограмма. Для окончания регистрации следует нажать кнопку «Стоп» в нижней части экрана ПЭВМ. В открывшемся окне вопроса «Сохранить результаты?» выбрать нужный ответ («Да» или «Нет»). После ответа «Да» на экране компьютера отражается записанная кардиограмма, в верхней части экрана – надпись «ЭКГ – фамилия пациента – дата записи – время записи». Например: «ЭКГ – Иванова В.А. – 18.11.2007 -14.09».

Примечание: Если не нажать кнопку «Запись» на экране компьютера в течение 20 секунд после установления связи с компьютером, на индикаторе ЭК появится надпись «КОНЕЦ СВЯЗИ». Для повторного установления связи нужно снова нажать кнопку «▲».

Если качество записи кардиограммы неудовлетворительное, можно повторить запись

кардиограммы этого пациента, нажав кнопку «Старт» в нижней части экрана.

Просмотр кардиограммы

Чтобы лучше проанализировать кардиограмму или рассмотреть отдельные фрагменты на экране компьютера, можно изменять параметры кардиограммы, устанавливая нужные значения в соответствующих окошках строки состояний:

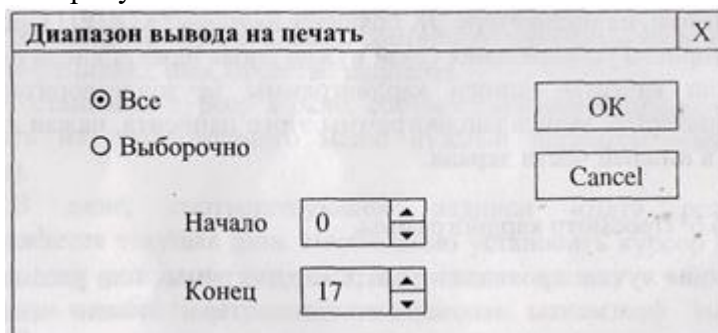
- чувствительность «Масштаб» - 5, 10, 25 мм/мВ;
- выбранные отведения «Кол-во» - I, II, III, I...III, aVR...aVF, I...aVF, V1...V3, V4...V6, V1...V6, I...V6;
- скорость записи «Скорость» - 5, 10, 25, 50 мм/с;
- включить фильтр «50 Гц»;
- включить фильтр «30 Гц»;
- включить выравнивание изолинии «Изол».

В верхней части окна отображения ЭКГ проставлена длительность регистрации кардиограммы по секундам. Нажимая пиктограммы рабочих команд в нижней части экрана можно сдвигать изображение ЭКГ:

- пиктограмма «Начало» - на начало ЭКГ;
- пиктограмма «◀» - на 1 с вправо;
- пиктограмма «▶» - на 1 с влево;
- пиктограмма «Конец» - на конец ЭКГ.

Распечатка кардиограммы

Для распечатки выбранной кардиограммы (отображается на экране) нужно выбрать команду «Пациент/Печать». На экране компьютера появится окно «Диапазон вывода на печать», как показано на рисунке:



По умолчанию задана печать всей кардиограммы. При необходимости распечатать отдельные фрагменты, нужно выбрать позицию «Выборочно», становятся активными окна «Начало» и «Конец». Кнопками «▲» и «▼» установить нужный диапазон (в секундах) и нажать кнопку «ОК».

Для одного из отведений (обычно это II отведение) произвести измерение высоты зубцов ЭКГ:

1. По измеренной высоте зубцов ЭКГ (h) и высоте записанных калибровочных импульсов (S) вычислить разность потенциалов, соответствующую каждому зубцу по формуле: $U=h/S$
2. Результаты измерений и вычислений занести в табл. 1.
3. Произвести измерения длительности t временных интервалов ЭКГ. Для этого расстояние L между соответствующими зубцами (рис.8), измеренные по ЭКГ, разделить на скорость « v » движения ленты (скорость записи). $t=L/v$
4. Определить частоту пульса пациента $\nu=60/t_{(R-R)}$
5. Результаты измерений и вычислений занести в табл. 2.

Табл.1

Табл.2.

Условное обознач. зубца ЭКГ	Калибров потенциал S, мм/мВ	h, мм	U, мВ
R			
P			
S			
T			

Условное обозначение интервала	v мм/с	L, мм	t, с	v, мин ⁻¹
R-R				
P-Q				
Q-R-S				
S-T				
Q-T				

Зубцы ЭКГ: h-амплитуда в мм, t - продолжительность в сек

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (каз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абилова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Акнұр", 2013. - 200 с
2. Калиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/

3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что такое электрический диполь и поле электрического диполя?
2. В чем состоит теория Эйнштейна?
3. Что такое электрокардиограмма?
4. Что такое вектор-кардиограмма?

Занятие №8

1. Тема: Фотоэлектрические преобразователи.

2. Цель: изучить явление поглощения света.

3. Задачи обучения: уметь определять зависимость оптической плотности от концентрации растворов и строить калибровочный график.

4. Основные вопросы темы:

1. Что называется поглощением света?
2. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера.
3. Что называется коэффициентом пропускания и поглощения?
4. Как определяется оптическая плотность раствора?
5. Как зависит показатель поглощения от длины волны, от состояния вещества?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

В последние десятилетия широко применяются методы анализа, основанные на светопоглощении, к ним относятся **спектрофотометрия** и **фотоэлектроколориметрия**.

При абсорбционном анализе используется одно из физических свойств вещества, его способность к избирательному поглощению электромагнитного излучения.

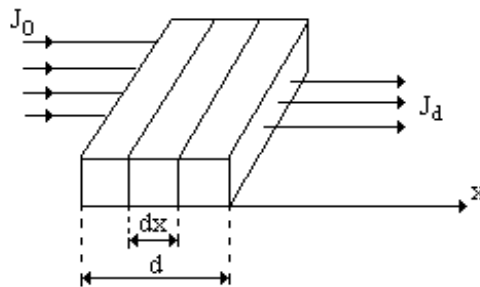
В фотоколориметрии проводят измерение поглощения видимого света без предварительного выделения монохроматического излучения для исследования строения, идентификации и количественного анализа светопоглощающих соединений. Приборы снабжены светофильтрами, которые выделяют определенные спектральные полосы.

Фотоколориметрические методы отличаются простотой выполнения, небольшой затратой исследуемого вещества и реактивов, возможностью проведения объективных измерений, что намного повышает точность анализа.

К недостаткам фотоколориметрического метода относится необходимость работы с широкими спектральными полосами. Для устранения этих недостатков необходимо светофильтры заменить монохроматором, с помощью которого можно выделить гораздо узкие области спектра.

Поглощением света называют явление ослабления интенсивности при прохождении через любое вещество вследствие превращения световой энергии в другие виды энергии.

Установим закон поглощения света веществом. Ослабление интенсивности проходящего света через слой вещества dx будет пропорционально толщине этого слоя dx :



Значит, ослабление интенсивности dJ света этим слоем при поглощении тем больше, чем больше толщина слоя и интенсивность света падающего на этот слой: $dJ = -K \cdot J dx$, где K - натуральный показатель поглощения, знак «-» означает, что интенсивность света при прохождении через вещество уменьшается, то есть $dJ < 0$. Интегрируя (1) подставляя соответствующие пределы (рис.3), получаем

$$\int_{J_0}^{J_d} \frac{dJ}{J} = -K \int_0^d dx \quad \text{или} \quad \ln \frac{J_d}{J_0} = -K \cdot d \quad (1)$$

$$\text{Откуда, потенцируя, имеем} \quad J_d = J_0 e^{-Kd} \quad (2)$$

Это экспоненциальный закон поглощения света Бугера. Как видно, натуральный показатель поглощения K является величиной обратной расстоянию, на котором интенсивность света ослабляется в результате поглощения в среде в e раз.

Натуральный показатель поглощения зависит от длины волны света, поэтому целесообразно закон (2) записать для монохроматического света:

$$J_d = J_0 e^{-k_1 c d} \quad (3)$$

В этом случае коэффициент K_1 называют монохроматическим натуральным показателем поглощения.

В видимой области излучения показатель поглощения снижается и остается почти постоянным до красной области.

Большое значение для фармацевтов, биологов и медиков имеет изучение поглощения света в растворах. В этом случае поглощение света также зависит и от концентрации молекул, с которыми взаимодействуют фотоны света. Закон поглощения с учетом концентрации, называемый законом Бугера-Ламберта-Бера, записывают в виде:

$$J_d = J_0 e^{-k_1 C d} \quad (4)$$

В лабораторной практике закон Бугера-Ламберта-Бера обычно выражают через показательную функцию с основанием 10.

$$J_d = J_0 \cdot 10^{-k_1 C d} \quad (5)$$

Отношение потока излучения, прошедшего сквозь данное тело, или раствор, к потоку излучения, упавшего на это тело, называют коэффициентом пропускания. Выразим его как

$$\text{отношение интенсивности:} \quad T = \frac{J_d}{J_0}$$

Десятичный логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания, называют оптической плотностью раствора: $D = \lg \frac{1}{T} = \lg \frac{J_0}{J_d} = K_1 C d$

Оптическая плотность может принимать любые значения от 0 до бесконечности, однако современные приборы позволяют измерить величины оптической плотности от 0 до 2. Закон Бугера-Ламберта-Бера справедлив только для монохроматического излучения с

постоянным показателем поглощения.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146р.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Акнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Акнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>

6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что такое поглощение света?
2. Закон Бугер-Ламберта?
3. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера.
4. Что такое коэффициент пропускания и поглощения света?

Занятие №9

1. Тема: Определение концентрации растворов с помощью КФК-3.

2. Цель: изучить устройство фотометр КФК-3.

3. Задачи обучения: уметь определять концентрацию окрашенных растворов по калибровочному графику.

4. Основные вопросы темы:

1. Из чего состоит устройство КФК-3?
2. Как определяют оптическую плотность вещества?
3. Как определяют концентрацию неизвестного окрашенного раствора (C_x)?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: лабораторная работа, работа в парах.

• Приборы и принадлежности:

1. Фотометр фотоэлектрический КФК-3.
2. Исследуемые растворы.
3. Стандартный раствор.
4. Кюветы.

• Назначение, устройство и работа составных частей фотометра фотоэлектрического КФК-3

Устройство и работа составных частей фотометра

- 1 – Металлическое основание
- 2 – Кожух
- 3 – Кюветное отделение закрывается
- 4 – Ручка, перемещением которой осуществляется ввод кювет в световой пучок.
- 5 – Ручка для поворота дифракционной решетки и установки требуемой длины волны

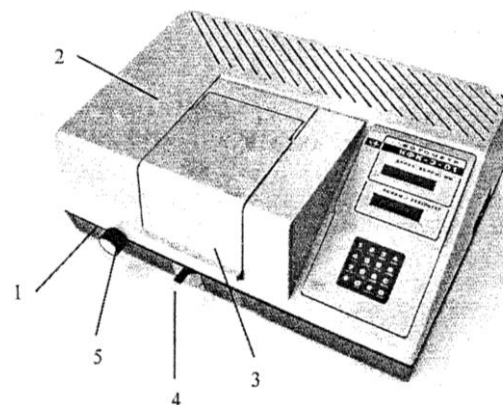


Рис.1. Внешний вид фотометра КФК-3

Оптическая принципиальная схема фотометра приведена на рис. 2.

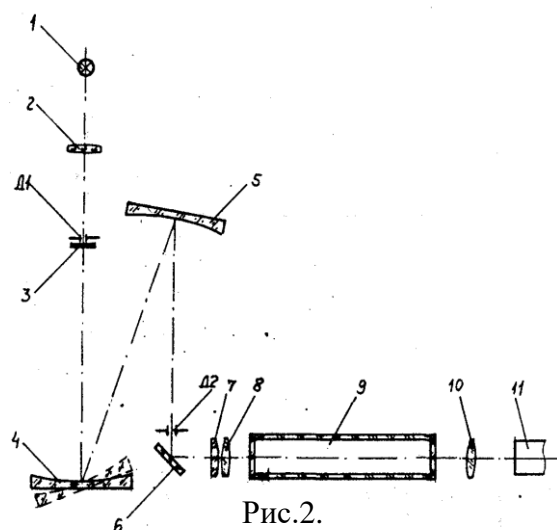


Рис.2.

Нить лампы (1) изображается конденсором (2) в плоскости входной щели (D_1), заполняя ее светом. Далее входная щель изображается вогнутой дифракционной решеткой (4) и вогнутым зеркалом (5) в плоскости выходной щели (D_2). Вращая дифракционную решетку вокруг оси, параллельной ее штрихам, выделяют выходной щелью излучение в узких спектральных интервалах в диапазоне от 315 до 990 нм. Объектив (7,8) изображает с увеличением выходную щель перед линзой (10). Линза (10) создает в плоскости фотоприемника (11) световое пятно.

Для уменьшения рассеянного излучения при работе в диапазоне длин волн 315 - 400 нм после входной щели автоматически вводится (а затем автоматически выводится) светофильтр (3). В кюветное отделение между объективом (7,8) и линзой (10) устанавливаются прямоугольные кюветы (9).

- Порядок выполнения работы:

1 часть.

I. Подготовка фотометра к работе.

1. Подсоединить фотометр к сети. Включить тумблер «Сеть».
2. Подготовка осуществляется в автоматическом режиме:
 - на индикаторе отображается сообщение «Прогрев прибора» и показания времени (обратный отсчет);
 - по истечении 10 минут фотометр выдает звуковой сигнал готовности к работе и на индикаторе отображается надпись «Готов к работе, Введите режим»

II. Измерение концентрации вещества в растворе.

Для измерения концентрации вещества в растворе предварительно необходимо выполнить:

1. Выбрать длину волны измерений;
2. Измерить оптическую плотность раствора;
3. Определить значение коэффициента факторизации F;

1. Выбор длины волны.

- 1.1. Ручкой установки длин волн установить необходимую по роду измерений длину волны.
- 1.2. В одну кювету налить дистиллированную воду, а в другую – исследуемый раствор с известной концентрацией.
- 1.3. Установить в кюветное отделение кювету с дистиллированной водой в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювету с исследуемым раствором - в ближнее гнездо.
- 1.4. Ручку перемещения кювет установить в крайнее левое положение, при этом в световой пучок вводится кювета с дистиллированной водой.
- 1.5. Закрыть крышку кюветного отделения.
- 1.6. Нажав на клавишу выбора режима «D» выбираем режим измерения «А – оптическая плотность».
- 1.7. Нажать клавишу «#». На индикаторе должно отобразиться «Градуировка».
- 1.8. Через 3-5 с данная надпись исчезает и вместо нее отображается «Измерение, $A = 0,000 \pm 0,002$ ».
- 1.9. Ручку перемещения кювет установить вправо до упора. При этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. На индикаторе отображается значение оптической плотности исследуемого раствора.
- 1.10. При изменении длины волны повторить пункты 1.3. – 1.9. до достижения максимального значения оптической плотности.
- 1.11. Полученные значения занести в таблицу 1.

Таблица 1.

Длина волны λ , нм							
Оптическая плотность, А							

- 1.12. Из таблицы 1 выбрать значение длины волны, соответствующее максимальному значению оптической плотности.

2. Измерение оптической плотности раствора.

- 2.1. По пунктам 1.1.-1.9. для выбранной длины волны измерить оптическую плотность первого раствора с известной концентрацией.

2.2. Повторить пункт 2.1. для остальных растворов.

2.3. Занести полученные данные в таблицу 2.

Таблица 2.

Используемая длина волны λ , нм	Концентрация раствора С, %					
	Оптическая плотность, А					

2.4. Из таблицы 2 выбрать значение оптической плотности, соответствующее среднему значению концентрации.

2.5. По формуле $K_{\phi} = \frac{C}{A}$ определить K_{ϕ} – коэффициент факторизации для выбранных значений концентрации и оптической плотности.

2. Часть.

III. Определение концентрации раствора по фактору.

1.1. Подготовить фотометр к работе по пунктам 1-2 1 части.

1.2. Нажав на клавишу выбора режима «D» выбираем режим измерения «С_ф – Концентрация по фактору».

1.3. При нажатии на клавишу «B» на индикаторе отображается «Введите К_ф=0.000», при этом курсор находится в первом разряде значения К_ф.

1.4. С помощью клавиш «B» (курсор перемещается вправо) и «A» (курсор перемещается влево) введите значение К_ф, полученное в 1 части.

Примечание: Если при наборе была допущена ошибка, установить курсор в нужном разряде и нажать соответствующую цифровую клавишу.

1.5. В одну кювету налить дистиллированную воду, а в другую – исследуемый раствор с неизвестной концентрацией.

1.6. Установить в кюветное отделение кювету с дистиллированной водой в дальнее гнездо кюветодержателя, а кювету с раствором - в ближнее гнездо.

1.7. Ручку перемещения кювет установить в крайнее левое положение, при этом в световой пучок вводится кювета с дистиллированной водой.

1.8. Закрывать крышку кюветного отделения.

1.9. Нажать клавишу «D». Выбрать режим «С_ф – Концентрация по фактору».

1.10. Нажать клавишу «#». На индикаторе отображается надпись «Градуировка».

1.11. Через 3-5 с данная надпись исчезает и вместо нее отображается «Измерение, С_ф =0.000 ± 0.002».

1.12. Ручку перемещения кювет установить вправо до упора. При этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. На индикаторе отображается значение концентрации по фактору.

1.13. Нажав на клавишу выбора режима «D» выбираем режим измерения «А – оптическая плотность».

1.14. Нажать клавишу «#». На индикаторе должно отобразиться «Градуировка».

1.15. Через 3-5 с данная надпись исчезает и вместо нее отображается «Измерение, А =0,000 ± 0,002».

1.16. Ручку перемещения кювет установить вправо до упора. При этом в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором. На индикаторе отображается значение оптической плотности исследуемого раствора.

1.17. Для остальных растворов с неизвестной концентрацией повторить пункты 1.5. – 1.16.

1.18. Занести полученные данные в таблицу 3.

Таблица 3.

Используемая длина волны λ , нм	№ раствора				
-----------------------------------------	------------	--	--	--	--

	Концентрация раствора С, %					
	Оптическая плотность, А					

1.19. Построить график зависимости оптической плотности от концентрации $A=f(C_f)$.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:


1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (каз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.- Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 37 из 56
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	

6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что называется оптическая плотность жидкости?
2. Световой пучок в фотоэлектрометре.
3. Из чего состоит устройство КФК-3?
4. Как определять концентрацию неизвестного окрашенного раствора?

Занятие №10

1. Тема: Механизмы действия лазерного излучения на биологические ткани.

2. Цель: изучить определение длины волны излучения лазера при помощи дифракционной решетки.

3. Задачи обучения: уметь определять длину волны излучения лазера.

4. Основные вопросы темы:

1. Дифракционные явления.
2. Что называется дифракцией света?
3. Дифракционная решетка.
4. Как получить лазерное излучение?
5. Как можно определить длину волны лазерного излучения?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Лазерное излучение – электромагнитное излучение оптического диапазона, не имеющее аналога в природе. Его получение базируется на свойстве атомов (молекул) под влиянием внешнего воздействия переходить в возбужденное состояние. Это состояние неустойчиво, и спустя некоторое время (примерно через 10^{-8} с) атом может самопроизвольно (спонтанно) или вынужденно, под влиянием внешней электромагнитной волны, перейти в состояние с меньшим запасом энергии, излучая при этом квант света (фотон). Согласно сформулированному Эйнштейном принципу, возбужденные атомы или молекулы излучают энергию с той же частотой, фазой и поляризацией и в том же направлении, что и возбуждающее излучение. При определенных условиях (наличие большого количества падающих квантов и большого числа возбужденных атомов) может происходить процесс лавинообразного увеличения числа квантов за счет вынужденных переходов. Лавинообразный переход атомов из возбужденного состояния, совершаемый за очень короткое время, приводит к образованию лазерного излучения. Оно отличается от света любых других известных источников монохроматичностью (т.е. имеет фиксированную длину волны), когерентностью (т.е. имеет одинаковую фазность), поляризованностью и изотропностью (т.е. одинаковой направленностью) потока излучения.

Современные лазеры, в том числе применяемые в физиотерапии, классифицируются:

1. по активному веществу (твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые),
2. по длине излучения (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного и перестраиваемого диапазонов),
3. по режиму генерации излучения (импульсные, непрерывные),
4. по степени безопасности.

Как любому волновому процессу, лазерному излучению также свойственны дифракционные явления.

Дифракция – явление отклонения света от прямолинейного распространения и захождение в область геометрической тени.

В результате происходит сложение волн и образование минимумов и максимумов,

так же как и при интерференции

Для наблюдения явления дифракции необходимо, чтобы размеры препятствия или размеры отверстия или щели были соизмеримы с длиной световой волны.

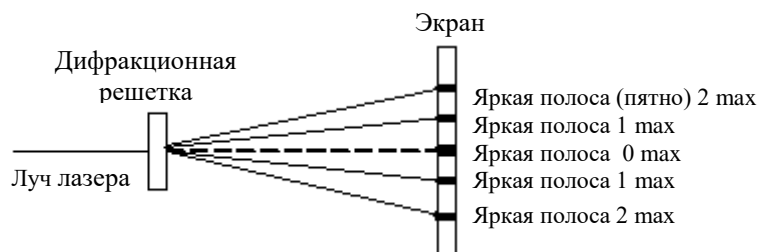
Явление дифракции можно объяснить, используя принцип Гюйгенса-Френеля. Пусть на щель, размеры которой соизмеримы с длиной световой волны, падают световые волны. Каждая точка щели становится новым источником вторичных волн. Краевые точки щели, являясь источником вторичных световых волн, дают возможность распространяться свету в направлении, отличном от первоначального.

Вторичные волны, интерферируя, образуют на экране дифракционные максимумы и минимумы. От одной щели свет дает дифракционную картину малой интенсивности, поэтому используют одновременно несколько отверстий, т.е. дифракционную решетку.

Дифракционная решетка – это совокупность многих параллельных щелей, разделенных непрозрачными промежутками (рис.1).

Общая длина щели и непрозрачного промежутка называется периодом решетки C : $c=a+b$. Дифракционную решетку можно получить нанося на стеклянную пластинку параллельные штрихи с помощью алмазного резца. $c \cdot \sin \alpha = \pm k\lambda$ (1)

Уравнение (1) – это уравнение дифракционной решетки, где $k = 0, 1, 2, 3$ – порядок



дифракционного максимума.

Рис.1.

С помощью дифракционной решетки, зная период решетки и определив угол дифракции, можно измерить длину световой волны по формуле: $\lambda = \frac{c \sin \alpha}{k}$ (2).

Если в качестве дифракционной решетки использовать монослой мелких круглых частиц одинакового размера, расположенных хаотично, то на экране можно наблюдать дифракционную картину, представляющую собой сумму дифракционных картин от отдельных частиц. Эта картина будет иметь вид концентрических чередующихся темных и светлых колец, окружающих светлый центральный круг.

Из дифракционной теории Гюйгенса-Френеля следует, что при дифракции параллельных лучей на круглой преграде темные кольца получаются при условии:

$\sin \alpha_1 = 0,61 \frac{\lambda}{r}$, $\sin \alpha_3 = 1,11 \frac{\lambda}{r}$, $\sin \alpha_6 = 1,62 \frac{\lambda}{r}$, где λ - длина волны света; r – радиус преграды; α - угловой радиус кольца (рис. 2).

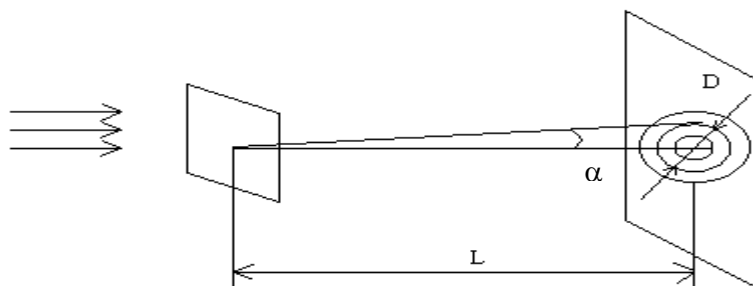



Рис. 2

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 39 из 56	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

Условия получения светлых колец: $\sin \alpha_2 = 0,82 \frac{\lambda}{r}$, $\sin \alpha_4 = 1,34 \frac{\lambda}{r}$.

Таким образом, используя дифракционную картину, можно определить размеры частиц, на которых происходит дифракция: $r = \frac{n\lambda}{\sin \alpha}$ (3), где n – коэффициент, соответствующий данному кольцу.

В настоящее время лазеры широко используются в различных областях медицины:

- в офтальмологии – отслойка сетчатки, диагностика глаукомы, катаракты.
- в терапии – консервативное лечение язв желудка, двенадцатиперстной кишки и др.
- в хирургии при резекции печени и селезенки, остановке кровотечения, удалении полипов, резке и сварке тканей.
- в урологии при операциях на мочеточниках, мочевом пузыре, предстательной железе и уретре, т.к. после лазерного разреза отек и воспаление тканей не велики.
- в отоларингологии при удалении полипов, сосудистых опухолей носа, новообразований глотки.
- в нейрохирургии при операциях на головном мозге, микрохирургия (сшивание мелких сосудов, нервов, сухожилий).
- в лабораторных исследованиях, используя дифракционные явления, можно определять длину волны лазерного излучения и размеры эритроцитов.


6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абилова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	Стр. 40 из 56

3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чуудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Лазерное излучение.
2. Дифракции света.
3. Дифракционная решетка. Период дифракционной решетки.

Занятие №11

1. Тема: Измерение длины волны лазерного излучения.

2. Цель: определение длины волны излучения лазера с помощью дифракционной решетки.

3. Задачи обучения: используя дифракционные явления, уметь определять длину волны лазерного излучения.

4. Основные вопросы темы:

1. Общие принципы работы газового лазера.
2. Настройка лабораторной установки.
3. Получение дифракционной картины.
4. Определение длины волны лазерного излучения.

5. Методы/технологии обучения и преподавания: лабораторная работа, работа в парах.

• Приборы и принадлежности:

1. Лазер.
2. Дифракционная решетка.
3. Линейка.
4. Оптическая скамья.
5. Экран.

• Краткое описание установки

Схема установки для определения длины волны излучения лазера изображена на рис.1. Все детали установки располагаются на оптической скамье 1. Вблизи одного из выходных окон лазера 2 на неподвижной подставке устанавливается дифракционная решетка 3, закрепленная так, чтобы ее можно было поворачивать вокруг вертикальной оси. На экране

4 наблюдается дифракционная картина. Для закрепления на нем листа бумаги имеются пазы. Вдоль оптической скамьи расположена шкала 5 для измерения расстояния между решеткой и экраном.

Для того чтобы определить длину волны лазера, необходимо знать период решетки «с», порядок максимума k и угол α . При правильном расположении всех деталей установки можно получить на экране максимумы нулевого, первого, второго порядков и т.д. Период дифракционной решетки обычно указывается на ее оправе. Угол α можно найти из формулы

$tg\alpha = \frac{x}{2L}$, где L – расстояние между решеткой и экраном; x – расстояние между

максимумами одного порядка, расположенными симметрично относительно центрального максимума. Под расстоянием между максимумами понимают расстояние между центрами наблюдаемых полос.

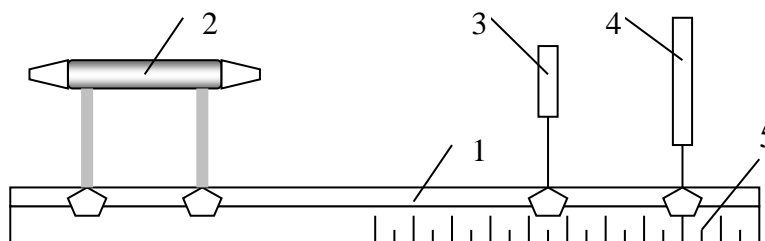


Рис.1.

Для определения размеров частиц используется гистологический препарат эритроцитов крови кролика. Размер эритроцита определяется по формуле $r = \frac{n\lambda}{\sin\alpha}$.

находят из соотношения: $tg\alpha = \frac{D}{2L}$, где D – диаметр дифракционного кольца. Так как в установке после частиц, вызвавших дифракцию света, не установлен объектив и используется непосредственно удаленный экран, дифракционные кольца получаются широкими. Поэтому $D = (D_1 + D_2)/2$, где D_1 и D_2 – внешний и внутренний диаметры кольца.

Значения коэффициента m берутся соответственно номеру кольца. Кольца нумеруются с первого темного кольца, окружающего центральный светлый круг.

• **Порядок выполнения работы.**

Определение длины волны излучения газового лазера:

- установите на оптической скамье дифракционную решетку и экран и расположите их перпендикулярно оси лазера;
- включите лазер;
- перемещая экран вдоль оптической скамьи, получите на нем четкое изображение дифракционной картины, при этом необходимо добиться, чтобы на экране были видны максимумы не менее трех порядков (рис.2);
- измерьте по шкале, укрепленной на оптической скамье, расстояние L между решеткой и экраном;
- измерьте расстояние x_1 между максимумами первого порядка;
- определите $tg\alpha_1$ для максимумов первого порядка по формуле $tg\alpha_1 = \frac{x}{2L}$;

- зная значение $\text{tg } \alpha_1$, найдите по таблице значение $\sin \alpha_1$;
- вычислите длину волны λ_1 излучения газового лазера по формуле $\lambda = \frac{c}{k} \sin \alpha$;
- произведите аналогичные измерения и вычисления для максимумов второго, третьего порядков и т.д.;
- произведите аналогичные измерения для значений s_2, s_3, s_4 ;

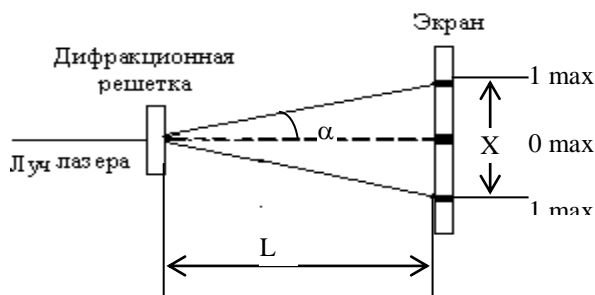


Рис.2.

Таблица 1.

№	k	L, мм	x, мм	$\text{tg } \alpha$	$\sin \alpha$	λ , мм	$\langle \lambda \rangle$, мм
1							
2							
3							
4							

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (каз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.- Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.

3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Как принцип работы газового лазера?
2. Что такое дифракционные явления?
3. Что такое дифракционная решетка?
4. Какими выражениями можно определить длину волны лазерного излучения?

Занятие №12

1. Тема: Терапевтическая электронно-медицинская аппаратура.

2. Цель: изучить классификацию терапевтической электронно-медицинской аппаратуры.

3. Задачи обучения: знать классификацию и принципы работы современной диагностической аппаратуры.

4. Основные вопросы темы:

1. Классификация терапевтической электронно-медицинской аппаратуры.
2. Принципы работы современной диагностической аппаратуры.
3. Для какой цели используются терапевтические аппараты?
4. Для какой цели используются диагностические приборы?


5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Сегодня трудно себе представить лечебное учреждение, в котором не было бы физических аппаратов или приборов. Диагностический процесс врача включает обследование больного на самом совершенном оборудовании. Большинство современных медицинских приборов по назначению и конструкции являются физическими приборами.

Технические устройства, используемые в медицине, называют обобщенным термином «медицинская техника».

Всю медицинскую технику можно разделить с точки зрения задачи, решаемой в медицинском технологическом процессе, на три большие группы: аппаратуру, инструменты и оборудование.

Медицинский аппарат - техническое устройство, позволяющее создавать энергетическое воздействие терапевтического, хирургического или бактерицидного

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		Стр. 44 из 56

свойства. Аппаратура обеспечивает в той или иной степени самостоятельный, автоматизированный процесс взаимодействия с пациентом. Медицинский инструмент действует на пациента в сочетании с рукой человека, являясь как бы ее продолжением. Медицинское оборудование - вспомогательные устройства для обслуживания пациента и обеспечения медицинского технологического (диагностического и лечебного) процесса.

Медицинская аппаратура - наиболее сложная, интенсивно развивающаяся область медицинской техники.

Большую часть медицинской аппаратуры составляют электромедицинские приборы и аппараты, представляющие собой электротехнические или электронные устройства. Имеется также аппаратура, использующая механическую энергию твердого тела - аппараты для вытяжения костей, для механотерапии и др.; жидкости - водолечебные установки; газа - наркозные аппараты, аппараты для искусственной вентиляции легких и др.

В процессе функционирования аппаратуры она оказывается определенным образом связанной с пациентом. При этом в системе аппаратура-пациент устанавливается движение энергии от аппаратуры к пациенту или наоборот. В зависимости от направления потока энергии всю электромедицинскую аппаратуру можно разделить на две части: аппаратуру, воздействующую и аппаратуру воспринимающую.

Электромедицинская аппаратура по функциональному признаку разделена на терапевтическую и диагностическую аппаратуру.

Изделия терапевтической аппаратуры принято называть аппаратами. Изделия диагностической аппаратуры - приборами.

Терапевтические аппараты воздействуют на пациента с целью вызвать желаемые сдвиги в его организме - перестройку патологического процесса в сторону нормализации. Хирургические аппараты предназначены для осуществления радикальных изменений в структуре органов и тканей. Таким образом, терапевтические аппараты являются воздействующими.

Медицинским прибором принято считать техническое устройство, предназначенное для диагностических или лечебных измерений (медицинский термометр, сфигмоманометр, электрокардиограф и др.)

Диагностические приборы предназначены для исследования характеристик живого организма с тем, чтобы установить возможные отклонения от нормы и вызвавшие их причины. Диагностические приборы могут быть как воздействующими, так и воспринимающими.

Воздействующие диагностические приборы дают необходимую информацию по реакции пациента на определенное воздействие (например, диагностические электростимуляторы) либо по внесенному телом пациента возмущению в поток энергии (рентгеновское просвечивание, ультразвуковая эхография и т.п.). При диагностике воздействующими приборами стремятся, как правило, снизить до минимально возможного уровня энергию воздействия, чтобы исключить побочные вредные для организма эффекты. Предел такому снижению кладет чувствительность организма к воздействию либо чувствительность метода регистрации внесенных возмущений.

Воспринимающие диагностические приборы дают информацию о различных процессах в организме - генерируемых тканями и органами биопотенциалах, звуковых тонах сердца, температуре тела и др. Воспринимающие диагностические приборы аналогично любым другим измерительным приборам должны оказывать минимальное влияние на исследуемый процесс и передавать информацию с наименьшими искажениями.

Воздействующие терапевтические аппараты и диагностические приборы в

зависимости от формы, в которой используется энергия, направленная на пациента, делятся на воздействующие электрической энергией и воздействующие механической энергией (по сложившейся терминологии многие диагностические воздействующие приборы принято называть аппаратами, например, рентгеновские, для электродиагностики и др.). Аппаратуру, использующую для воздействия механическую энергию, можно разделить по агрегатному состоянию рабочего тела, т.е. тела, непосредственно соприкасающегося с пациентом. Рабочее тело может быть твердым, жидким или газообразным. Соответственно можно выделить электромедицинские механические, гидравлические и газовые аппараты и приборы. К первым относятся ультразвуковые терапевтические аппараты и диагностические приборы, аудиометры, вибромассажные аппараты и др., ко вторым - аэрозольные аппараты с центробежными и ультразвуковыми распылителями, к третьим - аппараты для искусственной вентиляции легких с электроприводом.

Аппаратура, воздействующая электромагнитной энергией соответственно используемой части спектра электромагнитных колебаний, включает в себя аппараты и приборы низкочастотные, высокочастотные, светооптические, рентгеновские и радиологические.

Дальнейшая классификация дается только для рассмотренных в настоящем курсе терапевтических низкочастотных и высокочастотных аппаратов. Низкочастотные терапевтические аппараты делятся на две группы, в зависимости от формы воздействующей энергии (ток, поле). Среди аппаратов, воздействующих током, можно выделить три группы соответственно виду тока (постоянный, переменный или импульсный). Дальнейшее деление этих аппаратов производится по функциональному признаку и включает в себя названия медицинских методик.

Аппараты, воздействующие низкочастотным полем, делятся в зависимости от рода поля, т.е. используемой составляющей поля индукции (электрическое, магнитное). Следующая ступень классификации определяется видом поля (постоянное, переменное, импульсное). Дальнейшее деление - по медицинским методикам.

Высокочастотные терапевтические аппараты (рис. 5.2) составляют две группы в соответствии с формой используемой энергии (ток, поле). Аппараты, воздействующие полем, делятся на три группы в зависимости от используемой составляющей электромагнитного поля (электрическое, магнитное, электромагнитное). Дальнейшее деление аппаратов, воздействующих как током, так и полем, - в зависимости от режима колебаний делятся: непрерывные и импульсные. Заканчивается классификация высокочастотных терапевтических аппаратов конкретными медицинскими методиками.

Диагностические низкочастотные и высокочастотные воздействующие приборы насчитывают всего несколько наименований.

Примером низкочастотных приборов являются приборы для электродиагностики, примером высокочастотных - приборы для импедансной плетизмографии.

Классификация диагностических воспринимающих приборов основана на форме энергии, передаваемой от пациента к прибору. При диагностике может восприниматься электрическая, механическая, тепловая, химическая энергия. Электрическая энергия воспринимается в виде биопотенциалов различных тканей и органов (сердца, мышц, мозга, желудка и др.). Механическая энергия передается от организма к прибору в виде акустических тонов сердца (фонокардиография), незначительных движений всего тела в результате толчков крови в сердце и крупных сосудах (баллистокардиография), перемещений участков тела в результате сокращения желудка, матки (гистерография) и т.д. Тепловая энергия тела воспринимается при измерении температуры контактным (электрические термометры) или бесконтактным (термография) методом, использующим

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»	
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий		№35-11 (Ф) – 2024
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		Стр. 46 из 56

инфракрасное излучение тела. Химическая энергия используется при измерении концентрации кислорода, водорода в крови с помощью контактных электродов.

При проектировании медицинских приборов необходимо учитывать ряд факторов:

Создаваемые медицинские приборы должны быть градуированы в единицах физических величин, значения которых являются конечной медицинской измерительной информацией.

При пользовании прибором время измерения, вплоть до получения конечного результата, должно быть как можно меньше, а информация при этом как можно полнее. Этим противоречивым требованиям удовлетворяют измерительные комплексы, включающие вычислительные машины.

При метрологическом нормировании создаваемого медицинского прибора важно учитывать, с какой точностью достаточно представить результаты, чтобы можно было сделать диагностический вывод.

Многие медицинские приборы выдают информацию на регистрирующем устройстве (например, электрокардиограф), поэтому следует учитывать погрешности, характерные для этой формы записи.

Одна из проблем - терминологическая. Согласно требованиям физической метрологии, в названии измерительного прибора должна быть указана физическая величина или единица (амперметр, вольтметр, частотомер и др.). Название для медицинских приборов не отвечает этому принципу (электрокардиограф, фонокардиограф, реограф и др.). Так, электрокардиограф следовало бы назвать милливольтметром с регистрацией показаний (или регистрирующим милливольтметром).

При конструировании диагностических приборов с воздействующей энергией необходимо стремиться снизить до минимально возможного уровня энергию воздействия, чтобы исключить побочные вредные для организма эффекты. Предел такому снижению кладет чувствительность организма к воздействию либо чувствительность метода регистрации внесенных возмущений.

Воспринимающие диагностические приборы аналогично любым другим измерительным приборам должны оказывать минимальное влияние на исследуемый процесс и передавать информацию с наименьшими искажениями.

Естественно, что при создании медицинской аппаратуры должны быть учтены и иные требования (санитарно-гигиенические, вопросы безопасности, надежности и др.).

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 47 из 56	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

9. Адипбаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Қалиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.- Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии?
2. Как электрическое поле УВЧ воздействует на электролиты и диэлектрики?
3. От чего зависит распределение электрического поля УВЧ между электродами пациента?
4. Каково назначение терапевтического контура?

Занятие № 13

1. Тема: Исследование действия высокочастотных электромагнитных полей на диэлектрики и электролиты.

2. Цель: изучить свойства ультравысокочастотных электромагнитных колебаний.

3. Задачи обучения: изучение пространственное распределение электромагнитного поля, исследование теплового воздействия поля УВЧ на диэлектрики и электролиты.

4. Основные вопросы темы:

1. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии?

2. Как электрическое поле УВЧ воздействует на электролиты и диэлектрики?
3. От чего зависит распределение электрического поля УВЧ между электродами пациента?
4. Каково назначение терапевтического контура?

5. Методы/технологии обучения и преподавания: лабораторная работа, работа в парах.

• **Приборы и принадлежности:**

1. Аппарат УВЧ-30.
2. Электрический диполь.
3. Термометры
4. Сосуды с растворами электролита и диэлектрика.
5. Неоновая лампа.
6. Измерительные линейки.

• **Подготовка аппарата УВЧ-30 к работе:**

1. Вставьте вилку сетевого шнура в розетку
2. Установить органы управления в следующем порядке:
 - а) Ручку переключателя «Компенсатор напряжения» в положение «Выкл»
 - б) Ручку переключателя «Мощность» в положение «0»
3. Ручку переключателя «напряжение» перевести в положение «1»
4. Нажмите кнопку «Контроль напряжения» (не отпуская её) и, вращая переключатель «Компенсатор напряжения», установите стрелку индикатора на середину окрашенного сектора (теперь можно отпустить кнопку «контроль»).
5. Дайте аппарату прогреться 1,5 минут.
6. При выполнении задания 1 ручку переключателя «Мощность» установите в положение «15 Вт», при выполнении задания 2 – в положение «30 Вт».
7. Поднести неоновую лампу к электродам и вращая ручку «настройка», добиться максимального свечения лампы.

• **Порядок выполнения работы.**

1. Исследование пространственного распределения высокочастотного электрического поля УВЧ.

- а) установить электроды аппарата УВЧ параллельно друг другу так, чтобы антенна диполя могла помещаться между ними;
- б) антенну диполя, который закреплен на деревянной планке, установите в центре между электродами так, чтобы «нулевая» отметка линейки совпадала с антенной;
- в) перемещая диполь по горизонтальной плоскости через каждые 2 см, считая от центра, определить величину отклонения стрелки микроамперметра и данные занести в табл.1.
- г) перемещая диполь по вертикальной плоскости через каждые 2 см, считая от центра, определить величину отклонения стрелки микроамперметра и данные занести в табл.1.
- д) построить графики зависимости $I = f(L_x)$ и $I = f(L_y)$, откладывая по оси абсцисс расстояние от центра электродов L , а по оси ординат – соответствующие показания микроамперметра I .

2. Изучение теплового воздействия поля УВЧ на электролиты и диэлектрики.

- а) определить с достаточной точностью первоначальные температуры жидкостей T_1 и T_2 ;
- б) электролит и диэлектрическую жидкость поместить между электродами аппарата УВЧ.
- в) записать изменение температуры через каждые 3-5 мин. в таблицу 2;
- г) по данным наблюдений построить графики зависимости температуры от времени (откладывая по горизонтальной оси

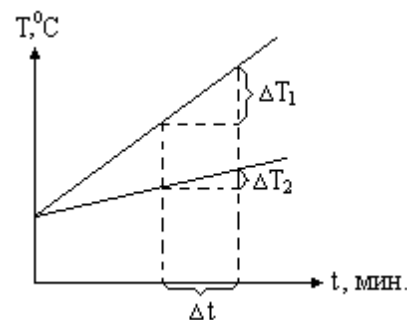


Рис.2.

время в минутах, по вертикальной соответствующее значение температуры электролита и диэлектрика);

д) По графику $T = f(t)$ определить изменение температуры по времени для диэлектрика и электролита, т.е. температурный градиент $G_T = \frac{\Delta T}{\Delta t}$ (рис.2.).

е) Выводы.

Таблица 1.

№	Горизонтальная плоскость		Вертикальная плоскость	
	L_x , (см)	I , (мкА)	L_y , (см)	I , (мкА)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Таблица 2


№	Время t , (мин.)	Температура T , °С	
		диэлектрик	Электролит
1			
2			
3			
4			
5			
6			

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чуудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абилова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 50 из 56	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		

1. Чудиновских В.Р., Қалиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии?
2. Как электрическое поле УВЧ воздействует на электролиты и диэлектрики?
3. От чего зависит распределение электрического поля УВЧ между электродами пациента?
4. Каково назначение терапевтического контура?

Занятие № 14

1. Тема: Рентгеновское излучение и его применение в медицине.

2. Цель: дать представление об основных физических понятиях, используемых в радиологии, методах лучевой терапии.

3. Задачи обучения: уметь выполнять расчеты по определению доз, переводу основных радиационных величин в единицы СИ, уметь рассчитать экспозиционную и эквивалентную дозы излучения.

4. Основные вопросы темы:

1. Рентгеновское излучение. Виды рентгеновского излучения.
2. Период полураспада, постоянная радиоактивного распада.
3. Основной закон радиоактивного распада.
4. Виды рентгенодиагностики.
5. Соматическое и генетическое действия излучения.

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Любой человек, находящийся на Земле, постоянно облучается различными видами

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		Стр. 51 из 56

излучений от множества источников. Обычно эти излучения не причиняют нам практически никакого вреда. Однако, если говорят о «радиационном поражении», имеют в виду действие излучений высоких энергий, таких, как рентгеновское излучение от медицинских устройств, или гамма-излучение и другие частицы радиоактивных материалов. Обладающие высокими энергиями рентгеновское или гамма-излучение могут проникнуть в любую точку человеческого тела. Ультрафиолетовое излучение обычно полностью поглощается кожей. Рентгеновские и гамма-излучения могут подействовать на внутренние органы, тогда как действие ультрафиолетового излучения ограничивается поверхностью кожи (излишнее облучение ультрафиолетовыми лучами приводит к солнечному ожогу, а более длительное облучение может вызвать рак кожи).

Люди обычно подвергаются воздействию проникающей радиации исключительно в виде рентгеновского или гамма-излучения. Те же, кто работает с радиоактивными препаратами, соприкасаются с материалами, излучающими α и β -частицы.

Все эти излучения благодаря своему действию могут вызвать повреждения в биологических тканях. Двухзарядные, медленно движущиеся α -частицы из радиоактивных веществ очень интенсивно взаимодействуют с электронами в атомах вещества и сильно его ионизируют.

Электроны, которые излучаются при радиоактивном β -распаде, обладают энергиями, лежащими в диапазоне от нескольких килоэлектрон-вольт до 1 МэВ.

Значительно меньший темп потери энергии при движении (или потеря энергии на единицу пути) у электрона по сравнению с α -частицей приводит к тому, что электроны значительно дальше проникают в ткань на несколько миллиметров, в то время, как частицы проникают лишь на глубину примерно 40 мкм (0,04 мм).

Рентгеновское и гамма-излучение проникают в тело глубже из-за того, что они не несут электрического заряда и поэтому не теряют энергию, пока не вызовут фото- или комптон – эффекты.

Следовательно, эффективность облучения внутренних органов внешним источником, испускающим гамма- или рентгеновское излучение, будет значительно выше, чем при облучении α или β -частицами. (Конечно, если радиоактивный материал вдохнуть или проглотить, эффект воздействия α или β -частиц на внутренние органы будет сильнее).

Прежде чем говорить о биологическом действии ионизирующих излучений на людей, вспомним основные понятия.

Радиоактивностью называют самопроизвольный распад неустойчивых ядер с испусканием других ядер или элементарных частиц. Характерным признаком, отличающим ее от других видов ядерных превращений, является самопроизвольность (спонтанность) этого процесса.

В состав радиоактивного излучения входят α -лучи (поток α -частиц атомных ядер гелия), β -лучи (поток электронов или позитронов) и гамма-лучи (поток фотонов высокой частоты).

Основной закон радиоактивного распада: число радиоактивных ядер, которые еще не распались, убывает со временем по экспоненциальному закону: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$, где N_0 – первоначальное число радиоактивных ядер, λ – постоянная радиоактивного распада.

Для каждого нуклида λ своя и зависит от периода его полураспада $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$, где $\ln 2 = 0,693$.

На практике вместо постоянной распада используют другую характеристику радиоактивного изотопа – период полураспада T . Это время, в течение которого распадается половина радиоактивных ядер. Работая с радиоактивными источниками, важно знать число частиц или гамма-фотонов, вылетающих из препарата в секунду. Это число пропорционально скорости распада, поэтому скорость распада, называемая активностью,

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024 Стр. 52 из 56
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»	

является существенной характеристикой радиоактивного препарата:

$$A = \frac{N}{T} \cdot \ln 2$$

Таким образом, активность препарата тем больше, чем больше радиоактивных ядер и чем меньше их период полураспада.

Единица активности – беккерель (Бк), что соответствует активности нуклида в активном источнике, в котором за 1 с происходит один акт распада. Наиболее употребительной единицей активности является Кюри (Ки); $1\text{Ки}=3,7 \times 10^{10}\text{Бк}=3,7 \times 10^{10}\text{с}^{-1}$. Кроме того, существует еще одна внесистемная единица активности – резерфорд (Рд); $1\text{Рд}=10^6\text{Бк}=10^6\text{с}^{-1}$.

Рентгеновским излучением называют электромагнитные волны с длиной приблизительно $80\text{-}10^5$ нм. По способу возбуждения рентгеновское излучение подразделяют на тормозное и характеристическое.

Волны рентгеновских лучей по длине меньше, чем волны ультрафиолета. Проникающая способность обратно пропорциональна длине лучей. То есть, чем длина волны меньше, тем проникающая способность выше.

Поначалу рентгеновские лучи в медицине использовались лишь травматологами для диагностирования переломов. Также излучение было незаменимым помощником в обнаружении чужеродных тел, например, пуль. В настоящее время развитие техники для использования рентгеновского излучения в медицине шагнуло далеко вперед. Существует несколько методов рентгенодиагностики:

1. **Рентгеноскопия.** (дает возможность провести обследование функционирования органов человека. Серьезным минусом этого способа исследования является сравнительно большая степень облучения пациента во время сеанса.)

2. **Флюорография** (представляет собой выполнение снимка теневого изображения с просвечивающего экрана. Местоположение пациента при таком методе диагностики должно быть между источником излучения и плоским экраном из люминесцентного вещества. Ткани организма человека имеют разную плотность, из-за этого создаются тени рентгеновского излучения различной интенсивности. Специалист проводит исследование изображения на экране и переходит к постановке диагноза.).

3. **Рентгенография** (в отличие от вышеописанных способов, производится запись рентгеновского изображения на пленку. Чтобы провести исследование данным способом нужно расположить объект между источником X-лучей и фотопленкой, функция которой - зафиксировать изображение, несущее данные о положении дел органа, именно в этот момент. Повторные рентгенографии предоставляют возможность следить за изменениями в больном органе. Этот способ диагностики очень эффективен в травматологии и стоматологии, потому что костные ткани состоят из кальция и не прозрачны для X-лучей. Также рентгенография эффективна при диагностике пневмонии и туберкулеза).

4. **Компьютерная томография** – КТ (при помощи томографа можно проводить исследование мягких тканей человека. Работа современных аппаратов построена на следующем принципе: большой пучок X-лучей в форме веера перекрывает объект исследования и проходит через все тело человека. Результат записывается волноулавливающими датчиками. Продолжительность процедуры составляет не более 10 с. Томография имеет множество плюсов в сравнении с другими методами рентгенодиагностики. КТ содержит высокое качество картинки на экране компьютера, что позволяет увидеть самые незначительные изменения, которые не могут зафиксировать другие исследования. Еще одним существенным преимуществом метода можно назвать уменьшение дозы облучения, которую пациент получает во время процедуры).

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:


1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Рентгеновские излучение и его получение.

ONTÚSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»	
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий		№35-11 (Ф) – 2024
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		Стр. 54 из 56

2. Характеризующии параметры рентгеновские излучение.
3. Трубки рентгена.

Занятие №15

1. Тема: Биологическое действие ионизирующего излучения.

2. Цель: дать представление о видах ионизирующих излучений, дозиметрической оценке поглощения энергии излучения, методах лучевой терапии.

3. Задачи обучения: уметь выполнять расчеты по определению доз, переводу основных радиационных величин в единицы СИ, уметь рассчитать экспозиционную и эквивалентную дозы излучения.

4. Основные вопросы темы:

1. Виды ионизирующих излучений.
2. Определение поглощенной и экспозиционной дозы.
3. Относительная биологическая эффективность разных видов излучений.
4. Чувствительность органов и тканей человека к ионизирующему излучению.

5. Методы/технологии обучения и преподавания: практикум, работа в малых группах.

Ионизирующие излучения - потоки фотонов, а также заряженных или нейтральных частиц, взаимодействие которых с веществом среды приводит к его ионизации. Ионизация играет важную роль в развитии радиационно-индуцированных эффектов, особенно в живой ткани.

Различают два вида эффекта воздействия на организм ионизирующих излучений: соматический и генетический. При **соматическом** эффекте последствия проявляются непосредственно у облучаемого, при **генетическом** - у его потомства. Соматические эффекты могут быть ранними или отдалёнными. Ранние возникают в период от нескольких минут до 30-60 суток после облучения. К ним относят покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, поражение кроветворной системы, лучевая болезнь, летальный исход. Отдалённые соматические эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения в виде стойких изменений кожи, злокачественных новообразований, снижения иммунитета, сокращения продолжительности жизни.

Под действием ионизирующего излучения вода, являющаяся составной частью организма человека, расщепляется и образуются ионы с разными зарядами. Полученные свободные радикалы и окислители взаимодействуют с молекулами органического вещества ткани, окисляя и разрушая её. Нарушается обмен веществ. Происходят изменения в составе крови - снижается уровень эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и нейтрофилов. Поражение органов кроветворения разрушает иммунную систему человека и приводит к инфекционным осложнениям.

Независимо от природы ионизирующего излучения его взаимодействие количественно может быть оценено отношением энергии, переданной элементу облученного вещества, к массе этого элемента. Для определения количества поглощенной энергии вводится понятие дозы излучения. Под дозой излучения понимают количество энергии, поглощенной в единице массы облученного вещества. Различные эффекты ионизирующего излучения прежде всего определяются поглощенной дозой. Единицей поглощения дозы излучения является грей (Гр), который соответствует дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. Внесистемная единица дозы излучения – рад ($1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр} = 100 \text{ ЭрГ/г}$).

Энергия, поглощенная веществом за единицу времени, называется мощностью дозы. Мощность дозы излучения выражается в греях в секунду (Гр/с) или рад в секунду (рад/с).

Казалось бы, для нахождения поглощенной дозы излучения следует измерить

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра медицинской биофизики и информационных технологий	№35-11 (Ф) – 2024	
Методические указания для практических занятий по дисциплине «Биофизика»		Стр. 55 из 56

энергию ионизирующего излучения, падающего на тело, энергию прошедшую сквозь тело, и их разность разделить на массу тела. Однако практически это сделать трудно, так как тело неоднородно, энергия рассеивается телом по всевозможным направлениям и т.п. Таким образом, вполне конкретное и ясное понятие «дозы излучения» оказывается малоприменимым в эксперименте. Но можно оценить поглощенную телом дозу по ионизирующему действию излучения в воздухе, окружающем тело.

В связи с этим вводят еще одно понятие дозы для рентгеновского и гамма-излучения. В практике лучевой терапии принято различать экспозиционную дозу, являющуюся мерой ионизации воздуха рентгеновскими и гамма-лучами.

За единицу экспозиционной дозы принимают кулон на килограмм (Кл/кг).

На практике используют единицу, называемую рентгеном (Р). Рентген - экспозиционная доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой в результате полной ионизации в 1 см³ сухого воздуха (при 0°С и 760 мм.рт.ст.) образуются ионы, несущие заряд, равный 1 ед СГС каждого знака. Нетрудно подсчитать, что экспозиционная доза 1Р соответствует образованию 2,08х10⁹ пар ионов в 0,001293 г сухого воздуха; 1Р=2,58х10⁻⁴ Кл/кг.

Наиболее употребительной единицей мощности дозы излучения является рентген в час (р/час), миллирентген в час (мР/час), микрорентген в час (μР/час).

Так как доза излучения пропорциональна падающему ионизирующему излучению, то между излученной и экспозиционной дозами должна быть пропорциональная зависимость: $D = f \cdot x$, где f - некоторый переходной коэффициент, зависящий от ряда причин и прежде всего от облучаемого вещества и энергии фотонов.

В дозиметрии принято сравнивать биологические эффекты различных излучений с соответствующими эффектами, вызванными рентгеновским и гамма-излучениями.

Коэффициент K , показывающий во сколько раз эффективность биологического действия данного вида излучения больше, чем рентгеновского или гамма-излучения, при одинаковой дозе излучения в тканях называется коэффициентом качества. В радиобиологии его называют также относительной биологической эффективностью (ОБЭ).

Поглощенная доза совместно с коэффициентом качества дает представление о биологическом действии ионизирующего излучения, поэтому произведение $D \cdot K$ используют как единую меру этого действия и называют эквивалентной дозой излучения H : $H = K \cdot D$.

Так как K является безразмерным коэффициентом, то эквивалентная доза излучения имеет ту же размерность, что и поглощенная доза излучения, но называется зивертом (Зв). Внесистемная единица эквивалентной дозы – бэр: 1бэр=10⁻² Зв. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считается 5 бэр в течение года.

6. Методы/технологии оценивания: устный опрос

7. Литература:

1. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
3. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
4. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
5. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
6. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.]- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.

7. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
8. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
9. Адиебаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

Дополнительная:

1. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗРК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
2. Қалиева Ж.А., Чудиновских В.Р. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы.-ҚР денсаулық сақтау министрлігі; Астана мед. ун-ті АҚ.-Қарағанды: ЖК "Ақнұр", 2013. - 198 бет.
3. Физика и биофизика: рук. к практическим занятиям: учеб. пособие /В.Ф. Антонов [и др.]; М-во образования и науки РФ.- 2-е изд., испр. и доп.; Рек. ГБОУ ДПО "Рос. мед. акад. Последип-ломного образования".- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2013. - 336 с.

Электронные учебники

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Қ.Ж. Құдабаев, Ж.Ж. Абдрахманова, М.А. Махамбетова, А.Н. Сыздық. Медициналық биофизика «Фармация» мамандығы студенттеріне арналған оқу құралы Алматы; Эверо, 2020 ж. 212 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/309/
4. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» бспасы, Алматы: 2020. – 292 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/866/
5. Ковалева. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
6. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>

8. Контроль:

1. Поглощенная доза. Единицы измерения.
2. Экспозиционные, эквивалентные дозы.