

УДК 378.147:004

**КВАНТОВАННЫЙ ТЕКСТ И ЗАДАНИЯ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ  
ПО ТЕМЕ «БИОПОТЕНЦИАЛЫ В МЕМБРАНАХ»  
ПО ПРЕДМЕТУ «МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»**

**Умирбекова З.К., Байдуллаева Г.Е., Нуртаева Г.К.**

*Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,  
Алматы, e-mail: uzamza@mail.ru*

В настоящей работе представлены наиболее общие методологические позиции, определяющие парадигмальную и уровневую направленность современного высшего медицинского образования, в том числе, биофизического в структуре медицинского образования. В этой связи целью нашей работы явилось разработка квантованных текстов и заданий в тестовой форме по медицинской биофизике.

**Ключевые слова:** квантованные тексты, задания в тестовой форме

**QUANTIZED TEXT AND TASKS IN THE TEST FORM BY TOPIC «BIOPOTENTIALS  
IN MEMBRANE» OF DISCIPLINE «MEDICAL BIOPHYSICS»**

**Umirbekova Z.K., Baidullaeva G.E., Nurtaeva G.K.**

*Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, e-mail: uzamza@mail.ru*

In this paper we present the most common methodological positions defining paradigm of modern and tier orientation of higher medical education, including biophysical education in the structure of medical education. In this context, the aim of our work was development of quantized texts and tasks in a test form on Medical biophysics.

**Keywords:** quantized texts, tasks in the test form

Исходное понятие теории тестов – это педагогическое задание, которое можно определить как средство интеллектуального развития, образования и обучения, способствующее активизации учения, повышению подготовленности учащихся, а также повышению эффективности педагогического труда. В правильно организованном процессе образования большая роль отводится педагогическим заданиям. Понятие «задание» является общим, охватывающим цель и смысл не только теста, но и всех учебных заданий. Оно включает такие педагогические средства, как вопрос, задача, учебная проблема и другие, используемые, главным образом, в собственной учебной деятельности.

Задания могут формулироваться в тестовой, и, скажем так, в нетестовой форме. В постсоветском образовании большинство учебных заданий дается учащимся в нетестовой форме. В основном, это вопросы, задачи, упражнения. Формы нетестовых заданий здесь не рассматриваются. В зарубежном образовании доля заданий в тестовой форме существенно выше, что объясняется соображениями проводимой там образовательной политики, имеющихся там педагогических теорий, методик, обучающей техники и технологии [1].

В современном мире, где очень много информации и быстрый темп жизни, возникает необходимость создания для студентов тексты, которые содержат максимально точ-

ную информацию в минимальном объеме текста. Поэтому, очень важно подойти к этой работе с большей ответственностью. Квантование учебных текстов это сокращение и разделение на небольшие части учебную информацию, то есть на учебные кванты, а это облегчает усвоение смысла материала. При составлении текста и заданий в тестовой форме должна соблюдаться логическая правильность заданий. И для определения подготовленности или соответственной оценки обучаемого необходимо задания для самопроверки сделать уровневыми. Сначала даются более легкие задания, и они должны усложняться по мере возрастания количества заданий. И после самопроверки своих знаний сильные студенты могут переходить на новые темы, а студенты которые не смогли ответить на все вопросы, могут вернуться к этой теме и повторяя несколько раз, добиться желаемого успеха. Этот метод приводит к не заучиванию материала, а к пониманию [2].

**Биопотенциалы в мембранах**

*Биопотенциалы*

Биопотенциалом называют разность электрических потенциалов, образующуюся между двумя точками клеток, тканей и органов в процессе их жизнедеятельности. Биопотенциалы отражают функциональное состояние клеток и тканей. Поэтому их регистрация и анализ являются важным при-

емом при физиологических исследованиях и в диагностике.

Причиной возникновения биоэлектрических потенциалов в живых системах является наличие определенных физико-химических градиентов между отдельными тканями, между окружающей клетку жидкостью и клеточным содержимым, между отдельными клеточными органоидами [3].

### Виды биопотенциалов

В тканях и клетках появляются биопотенциалы: диффузионные, мембранные, фазовые, окислительно-восстановительные.

#### Диффузионные потенциалы

Диффузионные потенциалы – это разность потенциалов, возникающая на границе раздела между двумя неодинаковыми растворами электролита. Он обусловлен диффузией ионов через границу раздела и вызывает торможение более быстро диффундирующих ионов и ускорение более медленно диффундирующих ионов, будь то катионы или анионы. Таким образом, вскоре устанавливается равновесный потенциал на границе раздела достигает постоянной величины, которая зависит от числа переноса ионов, величины их заряда и концентрации электролита.

#### Фазовые потенциалы

Фазовые потенциалы возникают на границе раздела двух несмешивающихся фаз (например, раствор электролита в воде и какое-либо масло) в результате различной растворимости катионов и анионов в неводной фазе.

#### Окислительно-восстановительные потенциалы

Окислительно-восстановительные – вследствие градиента концентрации ионов и переноса ионов через мембрану.

#### Мембранный потенциал

Мембранным потенциалом называется разность потенциалов между внутренней (цитоплазматической) и наружной поверхностями клеточной мембраны:

$$\Delta\phi_M = \phi_{\text{ВН}} - \phi_{\text{НАР}}$$

Наличие мембранного потенциала обусловлено неравномерным распределением ионов (в первую очередь ионов натрия и калия) между цитоплазмой и окружающей средой. Внутренняя сторона мембраны заряжена отрицательно по отношению к наружной. Величина мембранного потенциала отличается у разных клеток: для нервной клетки она составляет 60–80 мВ,

для поперечнополосатых мышечных волокон — 80–90 мВ, для волокон сердечной мышцы – 90–95 мВ. При неизменном функциональном состоянии клетки величина потенциала покоя не изменяется; поддержание постоянной его величины обеспечивается нормальным протеканием клеточного метаболизма. Под влиянием различных факторов (раздражителей) физической или химической природы величина мембранного потенциала может изменяться [4].

Мембранные потенциалы подразделяются на потенциалы покоя и потенциалы действия.

#### Потенциал покоя

Потенциал покоя – стационарная разность электрических потенциалов, регистрируемая между внутренней и наружной поверхностями мембраны в невозбужденном состоянии. Потенциал покоя определяется разной концентрацией ионов по обе стороны мембраны и диффузией ионов через мембрану. Наружняя сторона мембраны клетки заряжена положительно по отношению к внутренней. Следовательно, в состоянии покоя клеточная мембрана *поляризована*.

#### Уравнение Нернста

Потенциал покоя поддерживается неодинаковой скоростью транспорта через мембрану ионов  $K^+$  и анионов высокомолекулярных органических веществ. Мембранный потенциал покоя определяется формулой Нернста:

$$\phi_M = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{[K^+]_{\text{ВН}}}{[K^+]_{\text{НАР}}}$$

Катионы калия проходят сквозь плазмолемму, а анионы задерживаются ею. Это приводит к образованию на плазматической мембране двойного слоя разноименных зарядов, причем межклеточная среда приобретает заряд катиона, а цитоплазма – отрицательный заряд [5].

#### Потенциал действия

При воздействии на клетку какого-либо раздражителя ее трансмембранный потенциал изменяется, возникает так называемый *потенциал действия или спайк*. Причиной такого колебания потенциала покоя является изменение проницаемости мембраны для натрия, что в свою очередь, вызвано открытием натриевых ионных каналов.

Посредством электрических нервных импульсов потенциала действия в живом организме передается информация от рецепторов к нейронам мозга и от нейронов

мозга к мышцам. Когда чувствительный орган возбужден, или когда мозг посылает приказ, в соответствующих волокнах можно обнаружить импульсы. Нервное возбуждение начинается с локальной генерации потенциала действия, далее импульс распространяется по нервным аксонам [4].

Если амплитуда возбуждающего импульса больше порогового, то в мембране развивается процесс, в результате которого происходит резкое повышение мембранного потенциала. Возбуждающий импульс вызывает лишь на короткое время (миллисекунды) изменение мембранного потенциала, которое быстро пропадает и восстанавливается потенциал покоя. Для потенциала действия характерны несколько фаз: он начинается очень быстрым нарастанием потенциала в положительном направлении – фаза нарастания (0,2–0,5 мс). Во время фазы нарастания клеточная мембрана теряет свой нормальный заряд (поляризацию) – поэтому называется фазой деполяризации. Обычно кривая деполяризации переходит за нулевую линию и мембранный потенциал становится положительным. Эту положительную фазу потенциала действия называют *инверсия*. Следующая за ним фаза, в течение которой восстанавливается исходный потенциал покоя, называют реполяризацией. Последний участок фазы реполяризации бывает замедленным – медленное изменение потенциала, называется следовым потенциалом.

#### Уравнение Ходжкина-Хаксли

Возбуждение мембраны описывается уравнением Ходжкина-Хаксли:

$$I_M = C_M \frac{d\phi_M}{dt} + \sum I_i,$$

где  $I_M$  – ток через мембрану,  $C_M$  – емкость мембраны,  $I_i$  – ионный ток через мембрану.

#### Распространение возбуждения по нервному волокну

Если в каком-нибудь участке возбудимой мембраны сформировался потенциал действия, мембрана деполяризована, возбуждение распространяется на другие участки мембраны. И в аксоплазме, и в окружающем растворе возникают локальные токи: между участками поверхности мембраны с большим потенциалом (положительно заряженными) и участками с меньшим потенциалом (отрицательно заряженными).

Нервные волокна делятся на *миелинизированные* и *немиелинизированные*. Миелиновая оболочка, состоящая из мембранных липидов и белков, является надежным изолятором нервной клетки, благодаря ей

возбуждение может возникнуть только на оголенном участке мембраны аксона. Немиелинизированные нервные волокна не имеют такой плотной жировой оболочки. Шванновская клетка окружает их только один раз.

Возбуждение по миелинизированному волокну распространяется сальтаторно от одного перехвата Ранвье (участка, свободного от миелиновой оболочки) до другого. Нервные импульсы проводятся по аксонам в какой-то степени аналогично тому, как передаются электрические сигналы по кабельно-релейной линии. Электрический импульс передается без затухания за счет его усиления на промежуточных релейных станциях, роль которых в аксонах выполняют участки возбудимой мембраны, в которых генерируются потенциалы действия [5].

#### Коэффициенты проницаемости ионов

В состоянии покоя проницаемость мембраны для ионов калия значительно больше, чем для ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Для аксона кальмара соотношение коэффициентов проницаемости для разных ионов можно записать в таком виде:

$$P_K : P_{\text{Na}} : P_{\text{Cl}} = 1 : 0,04 : 0,45.$$

При возбужденном состоянии мембраны коэффициент проницаемости для натрия возрастает в 500 раз и соотношение коэффициентов проницаемости ионов:

$$P_K : P_{\text{Na}} : P_{\text{Cl}} = 1 : 20 : 0,45.$$

#### Задания

Вашему вниманию предлагаются задания, в которых могут быть один, два и большее количество правильных ответов. Нажимайте на клавиши с номерами всех правильных ответов:

#### 1. ВИДЫ БИОПОТЕНЦИАЛОВ СОЗДАВАЕМЫХ В ТКАНЯХ И КЛЕТКАХ:

- 1) покоя
- 2) ионный
- 3) фазовый
- 4) действия
- 5) диффузионный
- 6) электронный
- 7) окислительно-восстановительный

#### 2. МЕМБРАНА В ПОКОЕ ЗАРЯЖЕНА ВНУТРИ

- 1) отрицательно
- 2) положительно

#### БОЛЬШУЮ ПОДВИЖНОСТЬ ИМЕЮТ ИОНЫ

- 1)  $\text{K}^+$
- 2)  $\text{Na}^+$
- 3)  $\text{Cl}^-$
- 4)  $\text{Ca}^+$

ПОТЕНЦИАЛ ОПИСЫВАЕТСЯ УРАВНЕНИЕМ

- 1) Фика
- 2) Нернста
- 3) Гольдмана-Ходжкина-Катца
3. УРАВНЕНИЕ НЕРНСТА

$$1) \phi_M = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{[K^+]_{\text{ВН}}}{[K^+]_{\text{НАР}}},$$

$$2) \phi_M = -D \frac{dC}{dx},$$

$$3) \Delta\phi = 0,693 \frac{V}{P \cdot S},$$

$$4) \phi_M = -DK \frac{C_2 - C_1}{l},$$

$$5) \Delta\phi_M = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K]_i + P_{Na} [Na]_i + P_{Cl} [Cl]_e}{P_K [K]_e + P_{Na} [Na]_e + P_{Cl} [Cl]_i}.$$

КОТОРОЕ, ОПИСЫВАЕТ ПОТЕНЦИАЛ

- 1) покоя
- 2) действия
4. ПО УРАВНЕНИЮ НЕРНСТА ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЕН

- 1) площади
- 3) плотности
- 3) температуре
- 4) коэффициенту диффузии
- И ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛЕН

- 1) заряду иона
- 2) число Фарадея
- 3) емкости конденсатора
- 4) коэффициенту распределения

5. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИМПУЛЬСА В {миелинизированных, немиелинизированных} ВОЛОКНАХ

- 1) сальтаторно
- 2) скачкообразно
- 3) непрерывно
- 4) стационарно
- 5) колебательно
6. УРАВНЕНИЕ ХОДЖКИНА-ХАКСЛИ

$$1) I_i = g_i (\phi_M - \phi_i^p)$$

$$2) J = -P(C_2 - C_1)$$

$$3) I_M = C_M \frac{d\phi_M}{dt} + \sum I_i$$

$$4) J = -DK \frac{C_2 - C_1}{l}$$

$$5) J = -C \frac{dP}{dx}.$$

КОТОРОЕ, ОПИСЫВАЕТ ПОТЕНЦИАЛ

- 1) покоя
- 2) действия
7. В СОСТОЯНИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ СООТНОШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕМБРАНЫ ДЛЯ РАЗНЫХ ИОНОВ:

$$1) P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$$

$$2) P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0,45$$

$$3) P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 20 : 0,45 : 0,04$$

$$4) P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 0,04 : 0,045 : 20$$

БОЛЬШУЮ ПОДВИЖНОСТЬ ИМЕЮТ ИОНЫ

- 1) калия
- 2) натрия
- 3) кальция

8. ПОТЕНЦИАЛУ ДЕЙСТВИЯ СООТВЕТСТВУЕТ ФАЗА

- 1) намагничивания
- 2) размагничивания
- 3) выделение тепла
- 4) деполяризации
- 5) поляризации

9. ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ ВОЗНИКАЕТ ПРИ НАЛИЧИИ

- 1) градиента концентрации ионов калия и натрия
- 2) концентрационного градиента ионов хлора

- 3) избыточной диффузии ионов магния
- 4) избыточной диффузии ионов кальция
- 5) избыточной диффузии ионов фосфора

Установить правильную последовательность:

10. ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ – ЭТО

- между
- разность
- мембраны
- наружной
- сторонами
- внутренней
- потенциалов

#### Список литературы

1. Аванесов В. Определение педагогического теста // Управление школой. – 1999. – № 29.
2. Аванесов В.С. Вопросы методологии педагогических измерений // Педагогические Измерения. – 2005. – № 1. – 327 с. <http://testolog.narod.ru/Theory34.html>.
3. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. – М.: Дрофа, 2010.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Биофизика. – М.: Владос, 2012.
5. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. – СПб.: СпецЛит, 2007.