МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

**Физико-технический факультет**

**Кафедра физики и информационных систем**

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**Кодирование информации в органе зрения**

Работу выполнил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Федотов Александр Владимирович

Курс 2

Направление 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Научный руководитель

канд. пед. наук, доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Л.Ф. Добро

Нормоконтролер инженер

канд. пед. наук, доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Л.Ф. Добро

Краснодар 2017

**РЕФЕРАТ**

Курсовой проект 27 страниц, 4 рис., 11 источников

Данный курсовой проект был проверен в системе антиплагиат на сайте [http://www.antiplagiat.ru/](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fwww.antiplagiat.ru%2F&cc_key=), в результате проверки процент оригинальности составил 64,47%, а процент заимствования – 35,53%.

Объектом исследования данного курсового проекта является кодирование информации в органе зрения. Человеческий глаз - замечательное достижение эволюции и отличный оптический инструмент. Порог чувствительности глаза близок к теоретическому пределу, обусловленному квантовыми свойствами света, в частности дифракцией света. Диапазон воспринимаемых глазом интенсивностей составляет фокус, который может быстро перемещаться от очень короткого расстояния до бесконечности.

Целью работы является изучение кодирования информации в органе зрения, описание строения и функций.

Главным и единственным органом зрения человека является глаз.

Итак, для того чтобы понять, как кодируется информация в органе зрения человека необходимо подробно изучить строение глаза, его свойства и функции. Понять, как орган зрения человека принимает информацию, обрабатывает и передает ее в головной мозг.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Обозначения и сокращения 4](#_Toc483518829)

[Введение 5](#_Toc483518848)

[1 Биофизика органов зрения 7](#_Toc483518849)

[1.1 Структура человеческого глаза 7](#_Toc483518850)

[1.2 Процесс аккомодации 8](#_Toc483518851)

[2 Характеристика процессов кодирования зрительной информации 11](#_Toc483518852)

[2.1 Взаимодействие двух глаз и закон Вебера — Фехнера 11](#_Toc483518853)

[2.2 Электрические явления в зрительной системе и модель зрительной системы 15](#_Toc483518854)

[2.3 Детали процесса кодирования, полосы Маха и кооперация рецепторов 19](#_Toc483518855)

[2.4 Осмысление изображений и опознание образов, зрение и кибернетика 21](#_Toc483518856)

[Заключение 25](#_Toc483518857)

[Список использованных источников 27](#_Toc483518858)

**ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

|  |  |
| --- | --- |
| ΔLn | Пороговая разность яркостей |
| Ε | Пороговый контраст |
| B | Светлота |
| ЭРГ | Единица работы и энергии в системе единиц СГС |
| B | Спад волны |
| ЭВМ | Электронно-вычислительная машина |
| L | Яркость |
| Кд | Кандела(единица измерения силы света) |
| м2 | Квадратный метр |

**ВВЕДЕНИЕ**

Данная курсовая работа посвящена изучение вопросов, которые связаны с кодированием информации в органах зрения.

Актуальность темы исследования в курсовой работе определяется тем, что зрение представляет собой основной источник, который использует человек для получения знаний об окружающем мире. Зрение представляет собой одну из основополагающих функций организма. Исходя из этого факта, многие исследователи уделяют большое внимание изучению техпроцессов, которые имеют место быть в органах зрения.

В связи с этим, можно говорить о том, что тема курсовой работы является важной и актуальной.

Целью данной курсовой работы является изучение кодирования информации в органе зрения.

Для достижения поставленной цели, в рамках данной курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть структуру человеческого глаза;

- описать процесс аккомодации;

- рассмотреть взаимодействие двух глаз и закон Вебера — Фехнера;

- описать электрические явления в зрительной системе и модель зрительной системы;

- провести рассмотрение деталей процесса кодирования, полос Маха и кооперации рецепторов;

- рассмотреть вопросы, связанные с осмыслением изображений и опознанием образов, а также зрение и кибернетику.

Объектом исследования в курсовой работе выступают органы зрения.

В качестве предмета исследования можно рассматривать кодирование информации в органах зрения. Исследование проводилось на базе учебных пособий и научных работ по заданной проблематике.

По структуре курсовая работа состоит из введения, двух глав, которые включают себя подпункты, заключения, списка использованной литературы и приложений. Первая глава исследования посвящена биофизике органов зрения. Во второй главе курсовой рассматриваются непосредственные процессы, которые происходят в органах зрения при кодировании информации.

База источников, которые были использованы для написания данной курсовой работы, составляют учебные пособия и научные работы, в которых рассматриваются вопросы, связанные с биофизикой органов зрения. Среди авторов, труды которых были использованы при написании данной курсовой работы, можно выделить таких ученых как А.В. Луизов, О.В. Недзьведь, В.Г. Лещенко, М.А. Островский и др.

# Биофизика органов зрения

* 1. Структура человеческого глаза

Человеческий глаз - замечательное достижение эволюции и отличный оптический инструмент. Порог чувствительности глаза близок к теоретическому пределу, обусловленному квантовыми свойствами света, в частности дифракцией света. Диапазон воспринимаемых глазом интенсивностей составляет фокус, который может быстро перемещаться от очень короткого расстояния до бесконечности.

Структура глаза представлена на рисунке 1.

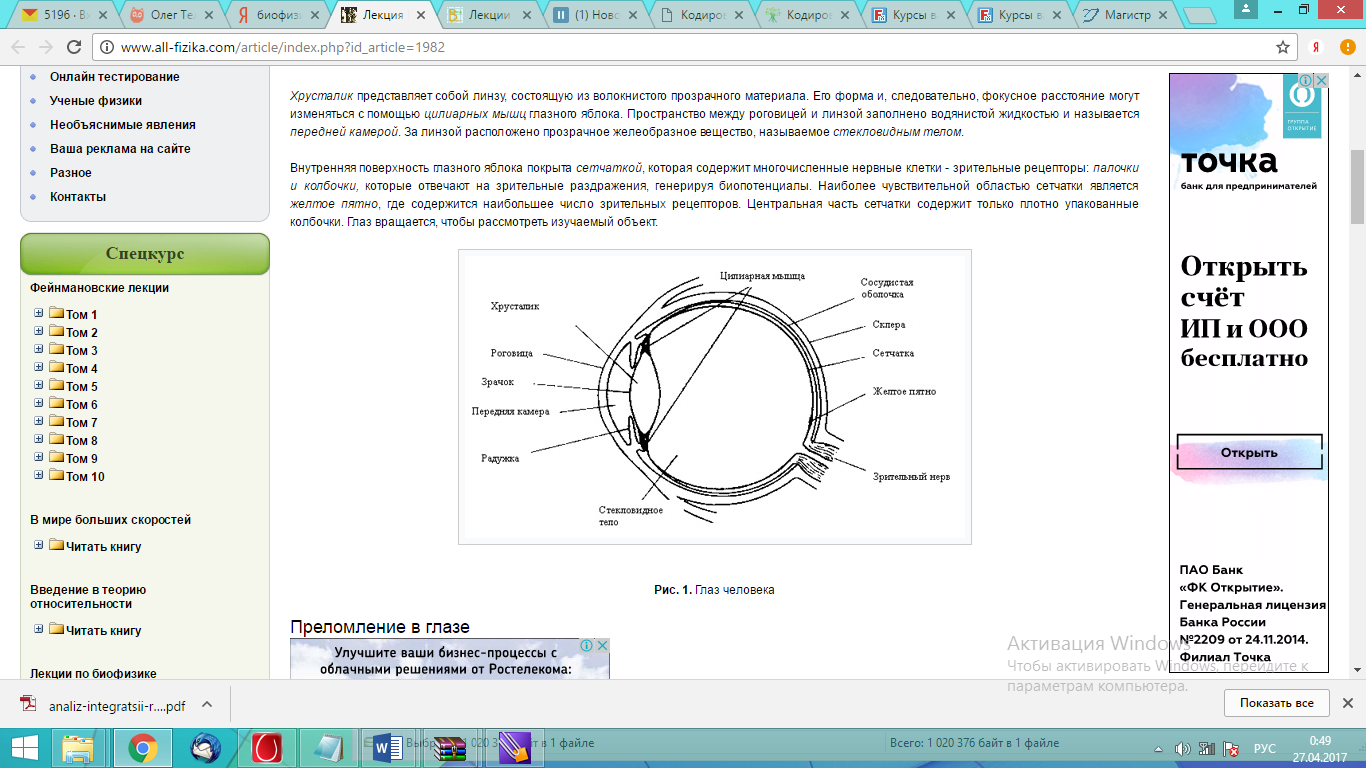


Рисунок 1 – Глаз человека

Глаз представляет собой систему линз, которая осуществляет формирование перевернутого действительного изображения на поверхности, обладающей светочувствительностью. Глазному яблоку соответствует приблизительно сферическая форма, диаметр которой составляет около 2,3 см. Его внешняя оболочка представляет собой почти волокнистый непрозрачный слой, который называется склерой [1]. Свет поступает в глаз через роговицу, представляющую собой прозрачную оболочку на внешней стороне поверхности глазного яблока. В центре роговицы расположено цветное кольцо – радужкой (радужная оболочка) со зрачком посредине. Они действуют подобно диафрагме, осуществляя регуляцию поступления света в глаз.

Хрусталик представляет собой линзу, состоящую из волокнистого прозрачного материала. Его форма и, следовательно, фокусное расстояние могут изменяться с помощью цилиарных мышц глазного яблока. Пространство между роговицей и линзой заполнено водянистой жидкостью и называется передней камерой. За линзой расположено прозрачное желеобразное вещество, называемое стекловидным телом.

Внутренняя поверхность глазного яблока покрыта сетчаткой, которая содержит многочисленные нервные клетки - зрительные рецепторы: палочки и колбочки, которые отвечают на зрительные раздражения, генерируя биопотенциалы. Наиболее чувствительной областью сетчатки является желтое пятно, где содержится наибольшее число зрительных рецепторов. Центральная часть сетчатки содержит только плотно упакованные колбочки. Глаз вращается, чтобы рассмотреть изучаемый объект.

Таким образом, в завершение данного подпункта можно сделать следующий вывод.

Глаз представляет собой систему линз, которая осуществляет формирование перевернутого действительного изображения на поверхности, обладающей светочувствительностью. Его внешняя оболочка представляет собой почти волокнистый непрозрачный слой, который называется склерой.

1.2 Процесс аккомодации

Для того, чтобы объект был ясно виден, необходимо чтобы осуществлялось формирование изображения на сетчатке после преломления лучей. Аккомодация представляет собой процесс, связанный с изменением преломляющей силы глаза для того, чтобы осуществлялась фокусировки отдаленных и близких объектов.

Процесс аккомодации в нормальном глазе представлен на рисунке 2.

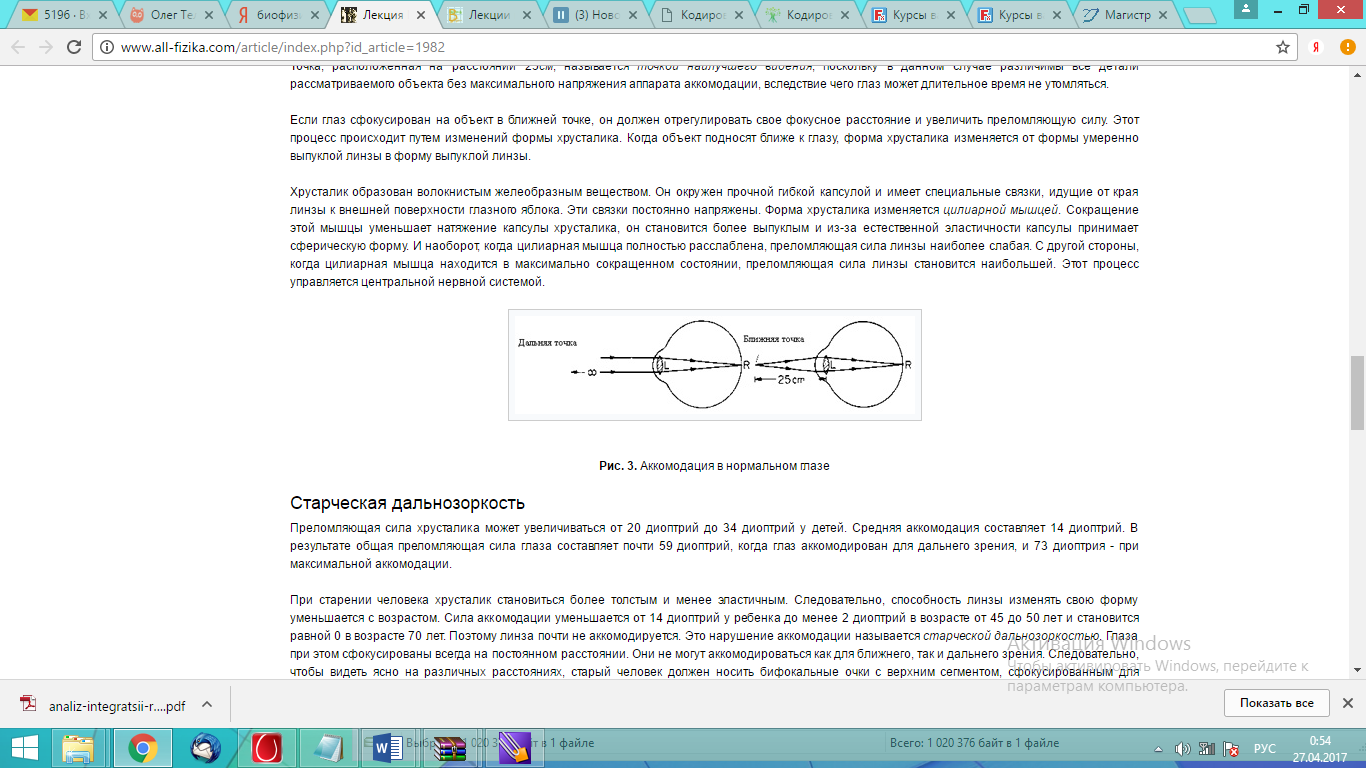


Рисунок 2 - Аккомодация в нормальном глазе

Наиболее отдаленная точка, на которую фокусируется глаз, называется дальней точкой видения - бесконечность. В этом случае параллельные лучи, входящие в глаз, фокусируются на сетчатку.

Объект виден в деталях, когда он установлен как можно ближе к глазу. Минимальное расстояние четкого видения – около 7 см при нормальном зрении. В этом случае аппарат аккомодации находится в максимально напряжённом состоянии.

Точка, расположенная на расстоянии 25см, называется точкой наилучшего видения, поскольку в данном случае различимы все детали рассматриваемого объекта без максимального напряжения аппарата аккомодации, вследствие чего глаз может длительное время не утомляться.

Если глаз сфокусирован на объект в ближней точке, он должен отрегулировать свое фокусное расстояние и увеличить преломляющую силу. Этот процесс происходит путем изменений формы хрусталика. Когда объект подносят ближе к глазу, форма хрусталика изменяется от формы умеренно выпуклой линзы в форму выпуклой линзы [2].

Хрусталик образован волокнистым желеобразным веществом. Он окружен прочной гибкой капсулой и имеет специальные связки, идущие от края линзы к внешней поверхности глазного яблока. Эти связки постоянно напряжены. Форма хрусталика изменяется цилиарной мышцей. Сокращение этой мышцы уменьшает натяжение капсулы хрусталика, он становится более выпуклым и из-за естественной эластичности капсулы принимает сферическую форму. И наоборот, когда цилиарная мышца полностью расслаблена, преломляющая сила линзы наиболее слабая. С другой стороны, когда цилиарная мышца находится в максимально сокращенном состоянии, преломляющая сила линзы становится наибольшей. Этот процесс управляется центральной нервной системой.

Таким образом, в завершение данного подпункта курсовой работы можно сделать следующий вывод.

Для того, чтобы объект был ясно виден, необходимо чтобы осуществлялось формирование изображения на сетчатке после преломления лучей. Аккомодация представляет собой процесс, связанный с изменением преломляющей силы глаза для того, чтобы осуществлялась фокусировки отдаленных и близких объектов.

По результатам первой главы данной курсовой работы, можно сделать следующие выводы.

Глаз представляет собой систему линз, которая осуществляет формирование перевернутого действительного изображения на поверхности, обладающей светочувствительностью. Глазному яблоку соответствует приблизительно сферическая форма, диаметр которой составляет около 2,3 см. Его внешняя оболочка представляет собой почти волокнистый непрозрачный слой, который называется склерой.

Для того, чтобы объект был ясно виден, необходимо чтобы осуществлялось формирование изображения на сетчатке после преломления лучей. Аккомодация представляет собой процесс, связанный с изменением преломляющей силы глаза для того, чтобы осуществлялась фокусировки отдаленных и близких объектов.

# Характеристика процессов кодирования зрительной информации

* 1. Взаимодействие двух глаз и закон Вебера — Фехнера

Оптической системой, которая соответствует каждому глазу, создается картина на сетчатке, которая представляет собой проекцию объектов, относящихся к внешнему миру, на поверхность дна глаза. Различия, касающиеся яркости объектов, а также их деталей, передаются как различия, которые соответствуют освещенности различных мест изображения. В другой главе образуется картина, которая является схожей с первой, однако не совпадает с ней, так как второй глаз находится от первого на некотором расстоянии. В получаемой паре изображений находит свое отражение информация, которая касается формы, величины, а также взаимного расположения предметов исходя из всех трех координат пространства. Далее, эта информация подлежит передачи в мозг и рациональной обработке [3].

Попробуем сначала построить грубую модель такой передачи. Фоторецепторы возбуждаются тем сильнее, чем больше их освещенность. Все фоторецепторы, связанные с одним нервным волокном, посылают по нему в мозг сигнал, интенсивность которого зависит от степени возбуждения рецепторов, т. е. в конечном счете, от их освещенности. Окончание зрительного волокна в мозгу передает определенной клетке мозга сведения об освещенности на соответствующем месте сетчатки, а все волокна — о распределении освещенности по всей сетчатке, т. е. обо всем изображении.

Аналогичным образом другой группе клеток передаются сведения об изображении на сетчатке другого глаза. Взаимодействие клеток этих двух полей мозга вырабатывает информацию об объемности видимых предметов.

Хотя интенсивность сигнала, передаваемого в мозг, тем больше, чем больше освещенность группы рецепторов, трудно допустить наличие прямой пропорциональности между этими величинами. Как известно, глаз может работать в диапазоне яркости, простирающемся на 10 порядков. Невероятно, чтобы максимальный сигнал мог быть в десять миллионов раз сильнее минимального.

Представление о возможном соотношении между различием в яркости ΔL двух участков поля зрения и различием в сигналах от этих полей дают результаты экспериментов. Еще в XVIII в. Бугер установил, что в широком интервале яркостей соблюдается закономерность, выражаемая формулой (1):

|  |  |
| --- | --- |
| , | (1) |

где ΔLn — пороговая разность яркостей,

ε — постоянная величина — пороговый контраст.

Закономерность, выражаемая формулой (1), была подтверждена экспериментом Кенига, который нашел, что в довольно широком интервале яркостей ε = 0,02. В действительности ε отнюдь не постоянная величина, она зависит, в частности, от яркости фона и от размера тестового объекта. Более подробно о пороговом контрасте мы будем говорить позже. Сейчас формула (1) нужна нам для самой общей оценки зависимости между воздействующей на глаз яркостью и сигналом, посылаемым в мозг, или между яркостью L и ощущением яркости. Однако сразу возникает вопрос: чем измерять ощущение яркости?

Ощущение яркости иначе называют светлотой В и измеряют в порогах. Если, например, при увеличении яркости от L1 до L ощущение возросло на n ступеней — n порогов, считают, что △В = n.

Для определения связи между L и В воспользуемся формулой (1) считая, что яркость возросла не на △Ln, а на бесконечно малую величину dL. Тогда и В возрастает не на один порог, а на бесконечно малую величину dB. Перепишем формулу (1) в виде формулы (2):

|  |  |
| --- | --- |
| , | (2) |

или в виде формулы (3):

|  |  |
| --- | --- |
| , | (3) |

пусть яркость приняла значение L. Найдем соответствующее изменение светлоты в формуле (4):

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4) |

считая, что для пороговой яркости Ln светлота B = 1. Получим формулу (5):

|  |  |
| --- | --- |
| . | (5) |

Для дневных яркостей светлота имеет порядок тысячи, т. е. В ≫ 1, и можно пренебречь единицей в формуле (6):

|  |  |
| --- | --- |
| , | (6) |

Та зависимость, которую принято называть законом Вебера-Фехнера представляет собой положение о том, что ощущение яркости или светлота является пропорциональной логарифму яркости, которая выражена в относительных единицах [4].

Однако все преобразования при переходе от формулы (2) к формуле (6) оправданы только при соблюдении двух условий: ε ≪ 1 и ε = const. Оба условия приближенно соблюдаются в довольно широком диапазоне дневных яркостей (ε = 0,02), но при уменьшении яркости пороговый контраст перестает быть постоянным и при низких яркостях сильно возрастает. Поэтому формула (6) для практических расчетов непригодна. Ее можно применять только для качественной оценки связи между яркостью и светлотой: при передаче в мозговые центры яркость кодируется приблизительно по логарифмической шкале, благодаря чему светлота возрастает гораздо медленнее воздействующей на глаз яркости.

Учет зависимости ε от L приводит к формулам значительно более сложным, чем формула (6). По одной из них можно рассчитать, что для яркости 10 кд/м2 светлота В = 760. Увеличим яркость в 1000 раз, до L = 104 кд/м2. По формуле (4) получим, что В увеличилась на 350 единиц, т. е. только в полтора раза.

Таким образом, предположение, что зависимость между L и В близка к логарифмической, приводит к весьма правдоподобному результату: к не очень большому диапазону возможных изменений ощущения яркости.

Таким образом, в завершение данного подпункта, можно сделать следующий вывод.

Оптической системой, которая соответствует каждому глазу, создается картина на сетчатке, которая представляет собой проекцию объектов, относящихся к внешнему миру, на поверхность дна глаза. Различия, касающиеся яркости объектов, а также их деталей, передаются как различия, которые соответствуют освещенности различных мест изображения. В другом главе образуется картина, которая является схожей с первой, однако не совпадает с ней, так как второй глаз находится от первого на некотором расстоянии. В получаемой паре изображений находит свое отражение информация, которая касается формы, величины, а также взаимного расположения предметов исходя из всех трех координат пространства. Далее, эта информация подлежит передачи в мозг и рациональной обработке.

Та зависимость, которую принято называть законом Вебера-Фехнера представляет собой положение о том, что ощущение яркости или светлота является пропорциональной логарифму яркости, которая выражена в относительных единицах.

2.2 Электрические явления в зрительной системе и модель зрительной системы

Приблизиться к пониманию механизма образования сигнала, передаваемого по волокну нерва, можно, изучив электрические явления, связанные со зрительным процессом.

Нужно сказать, что передача сигнала по нерву отнюдь не сводится только к электрическому сигналу. Это чрезвычайно сложный физико-химический процесс, далеко еще не изученный полностью. Но электрические явления всегда его сопровождают, а они сравнительно легко поддаются регистрации.

Выделяют три основных типа, которые соответствуют электрическим явлениям:

- изменения, которые имеют место быть в электроэнцефалограмме, которые вызывают световые воздействия на глаз. Подобные изменения приятно именовать вызванным потенциалом;

- изменения разности потенциалов, которые имеют место быть внутри самого глаза. В данном случае речь ведется об электроретинграмме;

- импульсы, которые получаются от отдельных волокон, относящихся к зрительному нерву или же от малых участков сетчатки, которые являются хорошо локализованными.

При исследовании ВП электроды прикладывают к голове вблизи зрительной (затылочной) области мозга. Запись снимаемой с электродов разности потенциалов называется электроэнцефалограммой. Для нее характерны постоянные колебания — так называемый a-ритм. При освещении глаза возникают изменения в электроэнцефалограмме, которые и называют вызванным потенциалом. Корреляцию между ВП и световым воздействием на глаз в последнее время изучают и даже делают попытки определять с помощью ВП остроту зрения или аметропию глаза [5].

Наибольшее число исследований электрофизиологии зрительной системы посвящено изучению электроретинограммы. Для снятия ЭРГ один электрод прикладывают к роговице обычно с помощью специальной линзы, а другой — к коже головы. Разность потенциалов △V (обычно говорят, просто потенциал), снимаемая с этих электродов, записывается с помощью самописца. Пример ЭРГ представлен на рисунке 3.

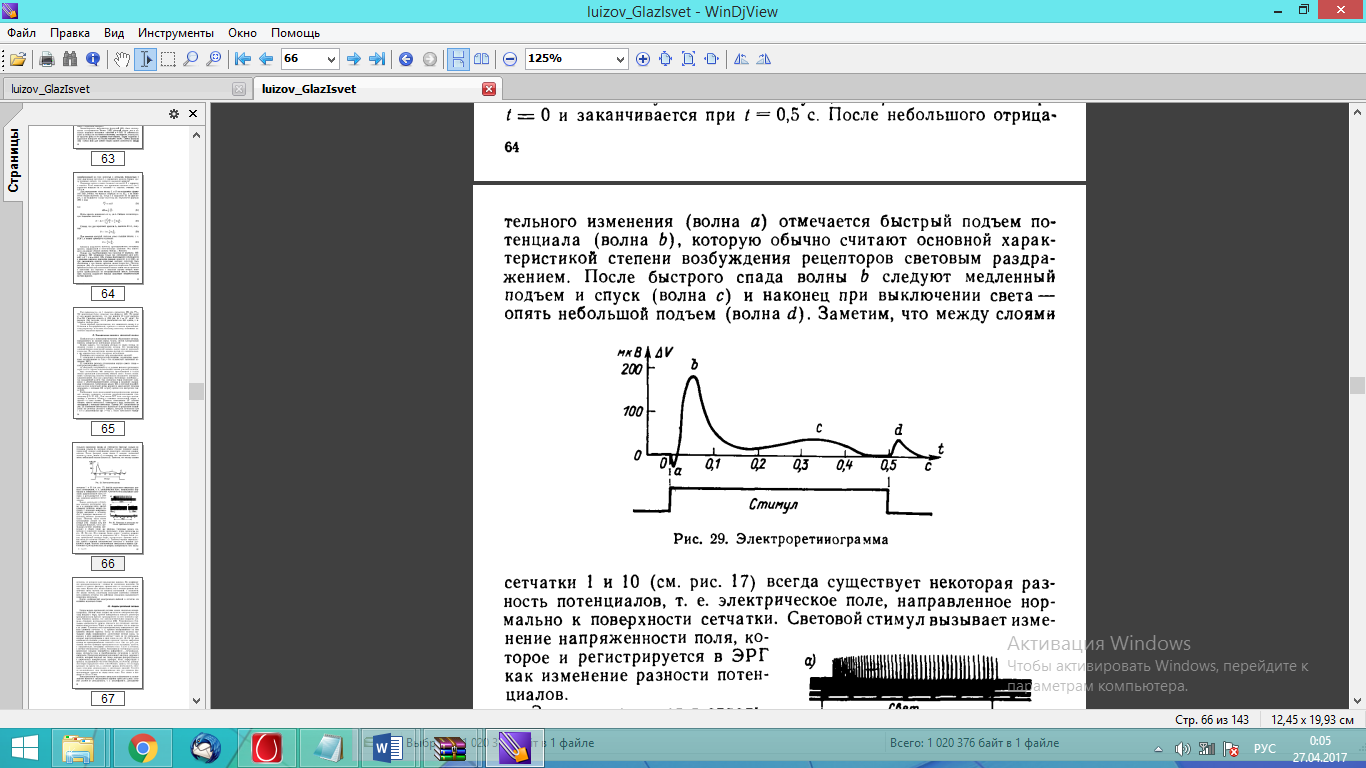


Рисунок 3 - Электроретинограмма

Изменение потенциала происходит в результате воздействия на сетчатку светового стимула, который начинается при t = 0 и заканчивается при t = 0,5 с. После небольшого отрицательного изменения (волна я) отмечается быстрый подъем потенциала (волна b), которую обычно считают основной характеристикой степени возбуждения рецепторов световым раздражением. После быстрого спада волны b следуют медленный подъем и спуск (волна с) и наконец, при выключении света — опять небольшой подъем (волна d). Заметим, что между слоями сетчатки 1 и 10 всегда существует некоторая разность потенциалов, т. е. электрическое поле, направленное нормально к поверхности сетчатки. Световой стимул вызывает изменение напряженности поля, которое и регистрируется в ЭРГ как изменение разности потенциалов.

Запись импульсов в отдельном волокне зрительного нерва, т. е. реакцию очень малого элемента сетчатки, можно получать с помощью микроэлектродов, вводимых в сетчатку, или с помощью выделения отдельного волокна зрительного нерва. Поэтому такие опыты производятся только на животных.

Однако есть все основания полагать, чтов зрительной системе человека происходят, в общем, такие же явления. Типичные записи импульсов в отдельном волокне зрительного нерва приведены на рисунке 4.

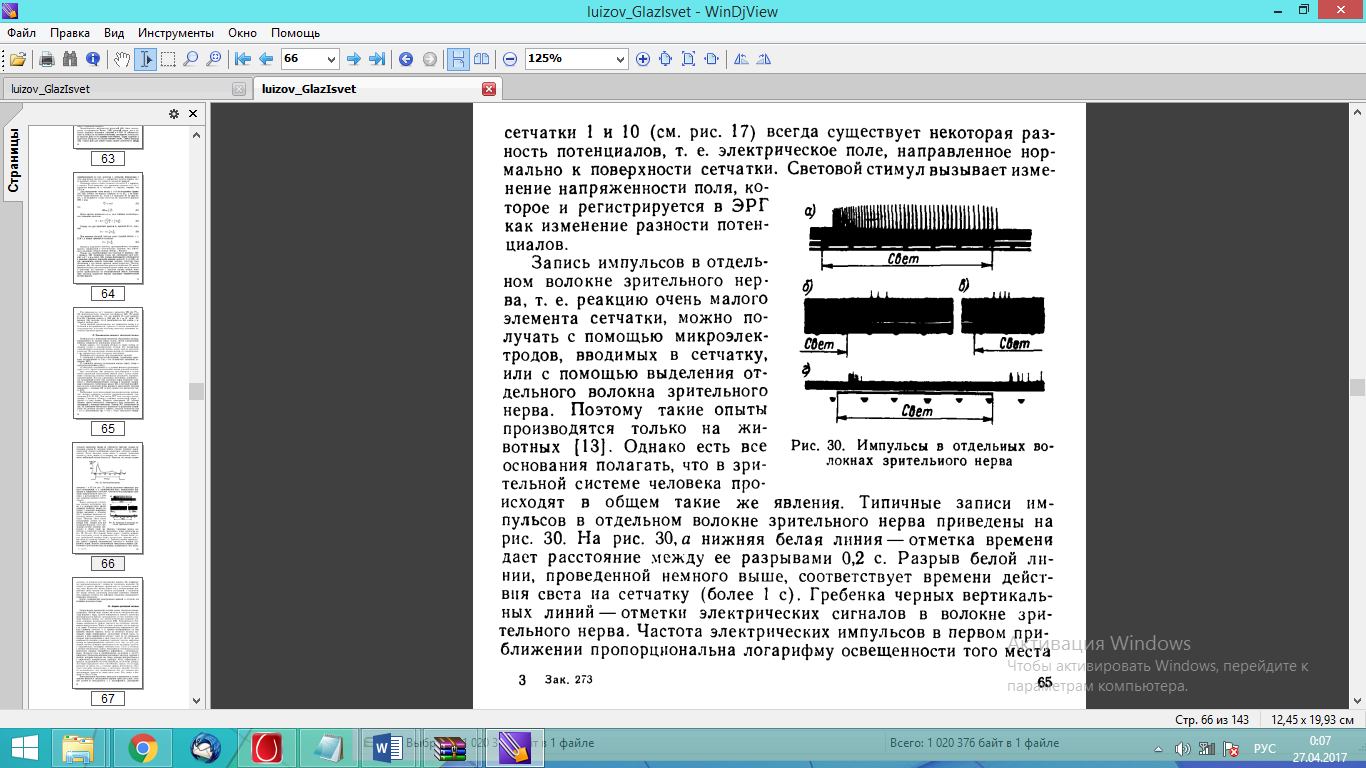


Рисунок 4 - Импульсы в отдельных волокнах зрительного нерва

На рисунке 4 нижняя белая линия — отметка времени дает расстояние между ее разрывами 0,2 с. Разрыв белой линии, проведенной немного выше, соответствует времени действия света на сетчатку (более 1 с). Гребенка черных вертикальных линий — отметки электрических сигналов в волокне зрительного нерва. Частота электрических импульсов в первом приближении пропорциональна логарифму освещенности того места сетчатки, от которого идет исследуемое волокно. Но коэффициент пропорциональности — отнюдь не постоянная величина. Он зависит от многих факторов, прежде всего от состояния адаптации глаза. Кроме того, можно видеть, что в течение времени воздействия света частота не остается постоянной, а снижается, что можно считать следствием локальной адаптации освещенного элемента сетчатки под действием освещения, вызывающего появление импульсов [6].

Теперь модель зрительной системы можно несколько конкретизировать. Оптика глаза создает на сетчатке изображение картины внешнего мира, причем освещенность каждого рецептора пропорциональна яркости проецируемого на него элемента картины. Имеются данные, что светочувствительные вещества сетчатки обладают фотопроводимостью. Появляющиеся благодаря освещенности заряды движутся под влиянием электрического поля сетчатки. Через сетчатку протекает ток по нормали к ее слоям. Плотность тока пропорциональна освещенности данного элемента сетчатки, т. е. яркости изображаемого на нем элемента внешней картины. Когда на окончании волокна зрительного нерва накапливается достаточный ионный заряд, по волокну в мозг направляется сигнал — один из тех импульсов, которые зарегистрированы в виде пиков на рисунке 4. Но тут уже наблюдается большое усложнение процесса: частота импульсов отнюдь не пропорциональна плотности тока. Как мы уже указывали, частота примерно пропорциональна логарифму яркости, а, следовательно, логарифму плотности тока. Где-то в сетчатке, в системе амакриновых клеток, биполяров и ганглиозных клеток происходит сложная переработка информации — логарифмирование плотности тока и преобразование логарифма в частоту импульсов. Последняя операция напоминает введение цифрового отсчета, который получает все более широкое распространение в современных измерительных приборах. Итак, информация о яркости, кодированная частотой импульсов, по волокну зрительного нерва передается в мозг. Напоминаем, однако, что по нерву проходит не просто ток, а сложный процесс возбуждения, некоторое сочетание электрических и химических явлений. Отличие от электрического тока подчеркивается тем, что скорость распространения сигнала по нерву очень мала. Она лежит в пределах от 20 до 70 м/с.

Закодированная частотами импульсов информация о распределении яркости в наблюдаемой картине приходит в мозг, который должен ее декодировать, т. е. расшифровать. Декодирование — очень сложный процесс, в который втягивается значительная часть коры мозга.

Ведь нужно, сопоставив изображения в обоих глазах, получить сведения о рельефе наблюдаемой картины. Нужно осмыслить картину, т. е. узнать в ней знакомые предметы независимо от их угловых размеров и ракурса. И самое главное — изображение нужно спроецировать обратно в пространство предметов. Ведь мы воспринимаем не какую-то картину в наших глазах или в нашем мозгу, а непосредственно видим все предметы на тех местах, где они находятся.

В заключение данного подпункта курсовой работы, можно сделать следующий вывод.

Выделяют три основных типа, которые соответствуют электрическим явлениям:

- изменения, которые имеют место быть в электроэнцефалограмме, которые вызывают световые воздействия на глаз. Подобные изменения приятно именовать вызванным потенциалом;

- изменения разности потенциалов, которые имеют место быть внутри самого глаза. В данном случае речь ведется об электроретинграмме;

- импульсы, которые получаются от отдельных волокон, относящихся к зрительному нерву или же от малых участков сетчатки, которые являются хорошо локализованными.

2.3 Детали процесса кодирования, полосы Маха и кооперация рецепторов

На рисунке 4 изображены реакции на свет волокон, отличающихся по своим свойствам от волокна, дающего реакцию типа а. У волокит типа б всплески импульсов появляются только после выключения света. У волокна типа в — только после включения. Наконец, волокна типа г реагируют и на включение, и на выключение. Итак, от сетчатки в зрительном нерве идут четыре типа волокон:

а — волокно, непрерывно генерирующее импульсы, пока связанный с ним элемент сетчатки освещен;

б — off — волокно, реагирующее несколькими импульсами на выключение света или на уменьшение освещенности соответствующего элемента сетчатки;

в — оn-волокно, реагирующее на включение света или на увеличение освещенности;

г — on — off — волокно, реагирующее и на включение, и на выключение света, на любое изменение освещенности [7].

Оказывается, волокон типа б, в и г, в сетчатке гораздо больше, чем волокон типа а. Волокна, передающие сведения о неизменной освещенности, одни не могут передавать в мозг зрительную информацию, что доказывается опытами Дичберна и Ярбуса. Нервными волокнами осуществляется передача сведений, которые касаются изменений, связанных с освещенностью каждого элемента сетчатки. Иными словами, этими волокнами осуществляется регистрация первой производной освещенности по времени. Для того, чтобы протекал данный процесс, изменение яркости наблюдаемой картины является необязательным. За счет движения глаз различия, которые относятся к яркости тех или иных частей картины превращается в различия, которые относятся к освещенности каждого элемента сетчатки. Когда мы обращаем взгляд к какой-нибудь картине внешнего мира, совместная работа рецепторов и всех видов волокон дает нам возможность воспринять и осознать эту картину. Затем (через 2—3 с) большая часть волокон прекращает передачу. Нет смысла передавать, что ничего не изменяется. Но если никаких изменений во всей картине не происходит 2—3 с, она уходит из сознания и замещается пустым полем [8].

Зрительной системой проявляется значительная гибкость в вопросах, связанных со способностью объединения или же, наоборот, разъединения отдельных рецепторов.

При высокой яркости фона, когда нужно и возможно различать отдельные объекты большого контраста, но малых угловых размеров, каждая фовеальная колбочка действует, очевидно, отдельно. Но уже при различении минимального сдвига штрихов по шкале нониуса помогает кооперация многих колбочек, расположенных вдоль изображения штрихов. Еще яснее проявляется объединение колбочек при уменьшении контраста.

Таким образом, в завершение данного подпункта, можно сказать следующее.

Нервными волокнами осуществляется передача сведений, которые касаются изменений, связанных с освещенностью каждого элемента сетчатки. Иными словами, этими волокнами осуществляется регистрация первой производной освещенности по времени. Для того, чтобы протекал данный процесс, изменение яркости наблюдаемой картины является необязательным. За счет движения глаз различия, которые относятся к яркости тех или иных частей картины превращается в различия, которые относятся к освещенности каждого элемента сетчатки.

2.4 Осмысление изображений и опознание образов, зрение и кибернетика

Многие ученые проводят серьезные исследования, которые представляют собой деятельное изучение механизмов, за счет которых осуществляется передача информации в зрительной системе. Зрительная система представляется весьма сложно, с одной стороны, но с другой является весьма эффективно приспособленной для того, чтобы решать жизненно важные задачи. Как результат кодировки, передачи, а также расшифровки тех сведений, которые получает человек, в сознание поступает то, что является существенно и жизненно важным.

Для автоматических систем весьма трудной оказывается задача опознания образа. Зрение легко справляется с такой задачей. Мы сразу узнаем, скажем, букву А независимо от того, какого она размера и как повернута. Нам не кажется, что человек стал меньше ростом, если он отошел от нас на 20 шагов.

При движении глаз изображение скользит по сетчатке, но мы не считаем, что

предметы, на которые мы смотрим, движутся. И, пожалуй, самое удивительное то, что, как уже было упомянуто, мы видим все предметы на тех местах, где они действительно находятся, т. е. объективизируем зрительный образ [9].

Разработка технического устройства, способного воспроизводить некоторые функции зрения — одна из важнейших (и труднейших) задач бионики и кибернетики. В некоторых случаях представляет интерес также математическое моделирование зрения — составление алгоритмов, позволяющих рассчитать (обычно на ЭВМ), будет ли в заданных условиях решена поставленная зрительная задача. Часто математическую модель удается построить без проникновения в сущность зрительных процессов, по методу кибернетического черного ящика. Черным ящиком может быть любой прибор (в частности, живой орган), о механизме работы которого нам заранее ничего не известно. Не пытаясь проникнуть внутрь, мы прилагаем к прибору — подаем на его вход — измеренные воздействия и измеряем ответы на выходе прибора. Проделав ряд экспериментов, стараемся найти функцию, устанавливающую соотношение между интенсивностью воздействия и ответом. Найденную зависимость можно принять за переходную функцию, пригодную для формального описания процессов, происходящих внутри прибора. В сущности, такой подход к изучению зрения в зародыше наметился уже давно, можно сказать, со времени Бугера. Начиная с 1947 г. публикуются работы, в которых уже последовательно используется принцип черного ящика, хотя еще без такого названия, поскольку кибернетика в то время только зарождалась. В последующие годы метод кибернетического черного ящика широко использовался как для экспериментального изучения зрительных функций, так и для математического моделирования работы зрения.

Таким образом, можно сказать, что многие ученые проводят серьезные исследования, которые представляют собой деятельное изучение механизмов, за счет которых осуществляется передача информации в зрительной системе. Зрительная система представляется весьма сложно, с одной стороны, но с другой является весьма эффективно приспособленной для того, чтобы решать жизненно важные задачи. Как результат кодировки, передачи, а также расшифровки тех сведений, которые получает человек, в сознание поступает то, что является существенно и жизненно важным.

По результатам второй главы данной курсовой работы, можно сделать следующие основные выводы.

Оптической системой, которая соответствует каждому глазу, создается картина на сетчатке, которая представляет собой проекцию объектов, относящихся к внешнему миру, на поверхность дна глаза. Различия, касающиеся яркости объектов, а также их деталей, передаются как различия, которые соответствуют освещенности различных мест изображения. В другом главе образуется картина, которая является схожей с первой, однако не совпадает с ней, так как второй глаз находится от первого на некотором расстоянии. В получаемой паре изображений находит свое отражение информация, которая касается формы, величины, а также взаимного расположения предметов исходя из всех трех координат пространства. Далее, эта информация подлежит передачи в мозг и рациональной обработке.

Та зависимость, которую принято называть законом Вебера-Фехнера представляет собой положение о том, что ощущение яркости или светлота является пропорциональной логарифму яркости, которая выражена в относительных единицах.

Выделяют три основных типа, которые соответствуют электрическим явлениям:

- изменения, которые имеют место быть в электроэнцефалограмме, которые вызывают световые воздействия на глаз. Подобные изменения приятно именовать вызванным потенциалом;

- изменения разности потенциалов, которые имеют место быть внутри самого глаза. В данном случае речь ведется об электроретинграмме;

- импульсы, которые получаются от отдельных волокон, относящихся к зрительному нерву или же от малых участков сетчатки, которые являются хорошо локализованными.

Многие ученые проводят серьезные исследования, которые представляют собой деятельное изучение механизмов, за счет которых осуществляется передача информации в зрительной системе. Зрительная система представляется весьма сложно, с одной стороны, но с другой является весьма эффективно приспособленной для того, чтобы решать жизненно важные задачи. Как результат кодировки, передачи, а также расшифровки тех сведений, которые получает человек, в сознание поступает то, что является существенно и жизненно важным.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По результатам исследования, проведенного в рамках данной курсовой работы, можно сделать следующие выводы.

Глаз представляет собой систему линз, которая осуществляет формирование перевернутого действительного изображения на поверхности, обладающей светочувствительностью. Его внешняя оболочка представляет собой почти волокнистый непрозрачный слой, который называется склерой.

Для того чтобы объект был ясно виден, необходимо чтобы осуществлялось формирование изображения на сетчатке после преломления лучей. Аккомодация представляет собой процесс, связанный с изменением преломляющей силы глаза для того, чтобы осуществлялась фокусировки отдаленных и близких объектов.

Оптической системой, которая соответствует каждому глазу, создается картина на сетчатке, которая представляет собой проекцию объектов, относящихся к внешнему миру, на поверхность дна глаза. Различия, касающиеся яркости объектов, а также их деталей, передаются как различия, которые соответствуют освещенности различных мест изображения.

Та зависимость, которую принято называть законом Вебера-Фехнера представляет собой положение о том, что ощущение яркости или светлота является пропорциональной логарифму яркости, которая выражена в относительных единицах.

Зрительная система представляется весьма сложно, с одной стороны, но с другой является весьма эффективно приспособленной для того, чтобы решать жизненно важные задачи. Как результат кодировки, передачи, а также расшифровки тех сведений, которые получает человек, в сознание поступает то, что является существенно и жизненно важным.

В результате курсового проекта были сформированы такие компетенции как, ОПК-6 (способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий), ПК-2 (готовность к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов), ПК-3 (готовность формировать презентации, научно-технические отчёты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Баранов А.П. Сборник задач и вопросов по медицинской физике / А. П. Баранов, Г. М. Рогачев. – Минск: Высш. школа, 2009. – 190 с.
2. Бергельсон Л.Д. Мембраны, молекулы, клетки / Л. Д. Бергельсон. – М.: Наука, 2015. – 182 с.
3. Винников Я. А. Эволюция рецепторов. Цитологический, мембранный и молекулярный уровни / Я. А. Винников. – Л.: Наука, 1999. – 140с.
4. Владимиров Ю. А. Физико-химические основы фотобиологических процессов / Ю. А. Владимиров, А. Я. Потапенко. – М.: Дрофа, 2016. – 285 с.
5. Волькенштейн М. В. Биофизика / М. В. Волькенштейн. – М.: Наука, 2001. – 575 с.
6. Данилова Н. Н. Психофизиология / Н. Н. Данилова – М.: Аспект, 2012. – 373 с.
7. Луизов А.В. Глаз и свет. / А.В. Луизов – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 2009. –144 с.
8. Недзьведь О.В. Оптика глаза. Основы биофизики зрения: учеб.-метод. пособие / О. В. Недзьведь, В. Г. Лещенко. – Минск: БГМУ, 2015. – 35 с.
9. Островский М. А. Зрительная рецепция — проблемы на стыке наук / М. А. Островский // Наука в СССР. – 1981. – № 1. С. 71–76.
10. Ремизов А.Н. Курс физики, электроники и кибернетики для медицинских институтов / А. Н. Ремизов. – М.: Высшая школа, 1982.
11. Розенблюм Ю.З. Оптометрия (подбор средств для коррекции зрения) / Ю. З. Розенблюм. – СПб. Гиппократ, 2013. – 320 с.