М.В. Грабиленков

**ЧЕЛОВЕКОМ СТАНОВЯТСЯ**

*Выпуск первый*

***Базовые сведения о строении мозга***

Москва, 2016

М.В. Грабиленков. **Человеком становятся. Выпуск 1. Базовые сведения о строении мозга.** М. 2016

*Посвящается моей жене,*

*Третьяковой Татьяне Евгеньевне,*

*без вдохновляющей поддержки которой*

*эта книга не была бы написана*

**Аннотация**

Задача книги - анализ трудностей в образовании и воспитании подрастающих поколений, а также поиск путей более полного раскрытия огромного потенциала, который приносит в жизнь каждый ребёнок.

Книга адресована широкому кругу читателей. Она представляет интерес для всех, кто воспитывает и обучает, интересуется вопросами образования, учится, занимается самообразованием, заботится о саморазвитии. Особый интерес книга представляет для родителей, воспитателей дошкольных учреждений, учителей общеобразовательных школ, студентов педагогических вузов, работников органов управления образованием.

На каждом возрастном этапе задачи и методы воспитания и обучения имеют качественно различную специфику. Поэтому публикация книги осуществляется серией выпусков, каждый из которых посвящён отдельной крупной проблеме, определённому возрастному этапу или замечательному педагогическому опыту.

Чтобы воспитывать ребёнка, надо его всесторонне знать. И, конечно, необходимо знать закономерности развития организма ребёнка. Поэтому в первом выпуске книги рассматриваются принципы устройства человеческого мозга, понимание которых позволяет лучше уяснить причины многих трудностей, возникающих в процессе воспитания и обучения, найти решение ряда трудных проблем образования.

© М.В. Грабиленков

Все права защищены.

**Оглавление**

Вместо предисловия

*Образование и глобальный кризис. Образование в эпохи перемен, Образование и дети. Проблемы российского образования. Основные особенности этой книги.*

Образование и мозг

*Чтобы воспитывать ребёнка, его надо знать. Мозг и Сознание. Мозг и проблемы образования.*

Глава 1. Как устроен мозг человека

*Общие сведения о мозге. Немного анатомии. Нейроны – базовые элементы нервной системы. Аксоны и дендриты – линии связи в нейронных сетях. Мембрана. Синапсы – контакты в нейронных сетях.*

Глава 2. На рубежах неизведанного

*Два подхода к изучению нейрона. Загадочные глиальные клетки. Сложность строения и возможности мозга. Новые нейроны. Враг нейронов.*

Глава 3. Как передаётся информация в мозге

*Нервный импульс. О природе нервного импульса. Кодирование информации в мозге. Как природа повышает быстродействие мозга.*

Глава 4. Как мозг связан с внешним миром

*Органы чувств и сенсорные системы. Внешние и внутренние рецепторы. Зрительная система. Слуховая система.*

Глава 5. Глаз и телевидение

*Движения глаз. Как ребёнок учится видеть. Принципы создания движущихся изображений. Влияние телевидения на развитие зрения и мышления.*

***Насущнейшая потребность русского***

***народа есть народное образование.***

***Лев Николаевич Толстой***

ВВЕДЕНИЕ

***Образование и глобальный кризис.***

*Человечество вступило в эпоху глобального кризиса.*

Нынешним поколениям выпало жить в трудное время. Человечество вошло в тяжёлый и опасный глобальный кризис небывалых масштабов. В социальных потрясениях тесно переплетены не только экономика и финансы, кризисы которых становятся всё острее и разрушительнее, но поражены практически все стороны жизни и деятельности людей.

*Экология и демография.*

Проблемы демографии и экологии кажутся уже неразрешимыми при сохранении нынешнего мироустройства. Рост населения планеты вышел из-под контроля. Алчность и лихорадочная, бессмысленная погоня за прибылью разрушают природную среду обитания, превращая огромные территории в пустыни, наполняя моря и океаны почти неразложимым мусором и ядовитыми отходами. Появились и нарастают зловещие признаки нехватки пресной воды и продуктов питания.

Земля уже не успевает восстанавливать то, что бездумно потребляется, а в отдельных немногих странах потребляется с многократной избыточностью. Гонка потребления и обостряющаяся борьба за сокращающиеся ресурсы ведут к такому разрушению природной среды обитания, которое создаёт угрозу самому существованию человечества.

*Последствия утраты высокого смысла существования.*

Ускоряется катастрофическое падение нравственного, культурного и духовного уровня людей, называющих себя цивилизованными. Тупая алчность гонит по жизни богатых и праздных, ожесточает их сердца до полного бесчувствия к страданиям людей, заставляет ненавидеть всех других как конкурентов. Обезумевшие «хозяева» мировых финансов по всему миру сплели сети изощрённого финансово-экономического рабства, основанного на лжи и замаскированном насилии. Попытки вырваться из сетей финансового и экономического рабства беспощадно подавляются путём жестокого военного насилия или постоянной угрозой такового.

Утратив высокий смысл своего существования, люди «приобрели» внутреннюю пустоту, которую тщетно пытаются заполнить ничтожными развлечениями и чудовищными извращениями. Сняты традиционные запреты на всё, что всегда считалось недостойным человека. Отброшены почти все разумные нравственные нормы и правила, мир тонет в немыслимой моральной грязи.

Сведение смысла существования к удовлетворению потребностей, по своему характеру и уровню свойственных животным, принизили и обеднили человеческую жизнь. Вместо освобождения от власти слепых инстинктов навязываются извращения, опускающие людей ниже уровня животных. Всё это ведёт к такой деградации, которая грозит ввергнуть человечество в жестокое, дикое варварство.

*Ограниченное, ошибочное понимание идеи прогресса.*

Однобокое понимание прогресса только как научно-технического практически полностью вытеснило из общественного сознания идею о саморазвитии и совершенствовании самого человека.

Непрестанный оглушающий и отупляющий шум средств массовой информации, переполненных огромной, давящей на сознание, массой лжи и пошлости, вытесняет из жизни общества учения великих Учителей о высоком предназначении человека и человечества.

*Глобальный кризис грозит человечеству катастрофой.*

Для всех, кто не разучился думать, грозные и трагические события последних десятилетий с потрясающей ясностью высветили безумие выстроенного мирового порядка. Они выявили практически полное исчерпание возможностей развития цивилизации, основанной на крайнем эгоизме, борьбе всех против всех, эксплуатации человека человеком, бессмысленной жажде наживы, культе денег.

Развитие наук и технологий дало в руки человечества громадные силы, к использованию которых люди оказались не готовы. На основе достижений науки созданы и продолжают ускоренными темпами разрабатываться всё более разрушительные и смертоносные виды оружия. Человечество вплотную подошло к возможности катастрофы, которая может стереть его с лица Земли или, по крайней мере, надолго погрузить в жестокое первобытное варварство.

*Чтобы выжить, человечество должно измениться.*

В условиях нарастающего глобального кризиса лишь интеллектуально и духовно слепые потребители не видят необходимости радикальных перемен. У человечества остался выбор только между двумя возможностями: либо рухнуть в пропасть деградации, грозящей гибелью человеческой цивилизации, либо встать на путь духовного подъёма.

Чтобы встать на путь духовного подъёма, человечество должно радикально изменить подход к таким фундаментальным вопросам как понимание смысла человеческого существования, цели и ценностей человеческой жизни. И эти новые ценности, и новый смысл жизни не спрятаны за тридевять земель. О цели и смысле человеческого существования говорили все великие Учителя человечества и мудрецы всех времён и народов. В их учениях отражаются разные грани единой Великой Истины. Но суть всех этих учений одна, хотя и выражена она разными словами, в разных символах и образах, соответствующих тем временам и особенностям культур, в которых эти учения создавались.

По сути, в попытках сформулировать эти новые цели и ценности и заключается поиск *«русской идеи*», о которой сейчас вновь заговорили мыслящие русские люди. Но такой поиск неизбежен и идёт также и в других странах, потому что загадка и тайна Человека - одна для всех людей.

***Образование в эпохи перемен*.**

*Выбор пути развития народа зависит от воспитания и образования.*

Глубокий всесторонний кризис, охвативший весь современный мир, с очевидностью показывает, что человечество вступило в эпоху больших перемен. История учит, что именно в такие эпохи народы осуществляют поиск и выбор путей дальнейшего развития. Но выбор пути развития зависит от духовного уровня людей. А духовный уровень людей зависит от того, как они воспитаны, каким знанием владеют, какие ценности впитали, и какой смысл видят в своей жизни. Поэтому, когда народ переживает трудные переломные периоды своей истории, он всегда обращается к вопросам воспитания и образования. Не случайно, как показывает исторический опыт, именно во времена тяжёлых испытаний и крутых поворотов исторических судеб народов совершались самые заметные продвижения в развитии теории и практики образования.

Иными словами, пришла пора пересмотреть принципы, положенные в основу системы воспитания и образования, поскольку для духовного подъёма человечества необходимо максимально раскрыть огромный потенциал, заложенный в каждом человеке. А с задачей максимального раскрытия возможностей человека современные системы образования и воспитания явно не справляются.

*Глобальный кризис выдвигает на передний план проблемы воспитания и образования.*

Меняющиеся условия жизни и новые задачи общества на очередном этапе его развития всегда ставят перед системой воспитания и образования новые цели. А реализация новых целей и определение направлений развития системы образования предполагает осмысление её сложившегося состояния, стоящих перед образованием нерешённых проблем и имеющихся возможностей для решения новых задач.

Глобальный кризис делает всё более явным несоответствие принципов и методов, положенных в основу современной системы образования, закономерностям развития растущего человека. Поэтому в наше сложное время, когда падает интеллектуальный, нравственный и духовный уровень людей, проблемы воспитания и образования становятся особенно актуальными.

Кроме того, обсуждение проблем образования предполагает определение целей образования, которые общество ставит перед системой образования и воспитания. То есть, обсуждение проблем образования и воспитания предполагает обращение к сложнейшей философской проблеме – вопросу о смысле и цели человеческой жизни.

С учётом сложности задачи, основой анализа проблем образования, с одной стороны, должны служить факты и закономерности, открытые наукой. С другой стороны, этот анализ должен опираться на высокую мудрость духовных учений.

***Образование и дети***

*Каждый ребёнок приносит в жизнь огромный потенциал.*

Немного найдётся на земле людей, которые вспоминают о школьных и студенческих годах как о счастливом времени, наполненном радостью познания мира и человека. Но почему воспоминания о годах учения так часто отравлены? Неужели и вправду «*корень учения горек*»?

Ведь каждое пришедшее в мир здоровое дитя приносит в жизнь огромные возможности. Познавательные способности маленького ребёнка поразительны.

Например, обычный ребёнок со здоровым мозгом при нормальном воспитании в первые пять лет жизни решает ряд труднейших задач, в том числе, задачу освоения родного языка. И ведь он осваивает родной язык буквально с нуля, причём настолько, что язык становится орудием мышления. Малыш делает это сам, никто его не заставляет и не подстёгивает отметками и наказаниями. Он учится с радостью, с удовольствием, буквально играючи. При этом ребёнок преодолевает трудности, даже не замечая своих усилий.

Много ли найдётся взрослых людей, которые способны за такое время освоить с нуля новый иностранный язык и достичь в нём такого совершенства? А ведь при этом ребёнок ещё решает множество других сложнейших задач, формируя и разносторонне развивая самого себя!

Почему же и на каких этапах жизни возникают потери огромного потенциала развития, который приносит каждый приходящий в мир человек?

*Почему угасает любознательность ребёнка?*

В раннем детстве ребёнок, опять-таки при нормальном воспитании, отличается неуёмной любознательностью, всё хочет потрогать, повертеть в руках, на всё посмотреть. Почему же при поступлении в школу страсть к познанию мира и удивительные познавательные способности ребёнка стремительно угасают? Почему в школе математика, физика, биология, история, литература и другие учебные предметы изучаются не как увлекательное «*приключение познания*»? Почему в школьные и студенческие годы учащиеся, как правило, не проявляют таких выдающихся способностей, как в раннем детстве? Почему столько стресса, а часто депрессии и страха, у школьников и студентов?

Не потому ли, что взрослые наставники пытаются обучать подрастающие поколения устаревшими, ошибочными методами, противоречащими закономерностям развития учащихся?

Что нужно сделать, чтобы раскрыть тот огромный потенциал развития, который приносит в жизнь человек? Ведь каждый талант, который не был развит и не нашёл себе применения – это невозвратимая потеря для самого человека, для народа и для всего человечества.

***Проблемы российского образования***

*Кризис российского образования.*

Образование, включающее в себя воспитание и обучение, – очень сложная сфера человеческой деятельности. Поэтому трудные проблемы в образовании были всегда и всюду во всём мире. Всегда они были и в России. Но сейчас российская система образования переживает особенно трудные времена. Большинство граждан России признают, что образование находится в тяжёлом кризисе, и считают ситуацию катастрофической.

Как это ни прискорбно, но приходится говорить об утрате в последние два-три десятилетия многих достижений отечественного образования. По всем направлениям и уровням образования резко снизилось качество подготовки выпускников. Налицо очевидные провалы в воспитании подрастающих поколений. Потеряны наиболее квалифицированные и талантливые кадры воспитателей дошкольных учреждений, учителей школ и преподавателей вузов. Утрачены или утрачиваются такие ценные качества отечественного образования, как фундаментальность и систематичность.

Бурное развитие информационных и коммуникационных технологий породило ряд новых трудностей в образовании и воспитании подрастающих поколений. Так, ориентированное на коммерческие интересы, бессистемное, часто неверно направленное, использование достижений информационных технологий разрушает навыки систематической работы с книгой, ведёт к утрате навыков чтения и логического мышления, разрушает способность длительной сосредоточенной умственной работы, убивает способность к творчеству.

В современном обществе, перенасыщенном информацией, грамотное использование средств информационных технологий может значительно повысить эффективность деятельности практически в любой сфере. И наоборот, неправильное использование средств информационных и коммуникационных технологий, без учёта условий, благоприятных или вредных для работы человеческого мозга, не просто снижает его работоспособность, но может разрушить человеческую жизнь.

В результате совместного воздействия всего множества разнородных факторов мышление людей становится поверхностным и фрагментарным. Факты такой деградации мышления отражает уже грамматически неправильная, логически непоследовательная, сбивчивая речь многих наших журналистов, политиков и управленцев всех уровней. А поверхностное несистематическое мышление в условиях высокотехнологичного мира может приводить к ошибочным решениям, которые повлекут за собой катастрофические последствия.

Можно долго перечислять проблемы современного российского образования, которые, кстати, присущи современному образованию в большинстве стран мира. Но простое перечисление не поможет делу. Необходим обстоятельный анализ состояния системы образования, направленный на выявление причин трудностей, возникших на данном этапе развития образования, и поиск путей их устранения.

Чтобы говорить о дальнейшем развитии образования, надо вначале представить обозримую, но целостную, картину его теперешнего состояния. При этом нужно учитывать все уровни системы образования – от семейного воспитания младенцев до профессионального образования студентов. Необходимо осознать главные проблемы образования и воспитания, увидеть новые возможности, вытекающие из открытий науки и достижений новых технологий, учесть лучший отечественный и мировой опыт. Нужно понять, на каких этапах и почему возникают потери огромного потенциала развития, который приносит каждый приходящий в мир человек.

Такой анализ должен, по необходимости, быть достаточно подробным. Слишком краткое изложение сложных проблем делает текст догматическим и поверхностным, лишает его доказательности, препятствует глубокому анализу сложившейся практики. Но обстоятельный анализ невозможен в кратком введении, его место в самой книге.

*Основа для анализа проблем образования*

Чтобы могли произойти серьёзные подвижки в системе образования и воспитания, необходим основательный и всесторонний анализ современного состояния системы образования и назревших проблем, которые тормозят развитие учащихся. Итоги этой работы могут стать основой для выработки плана действий, направленных на оздоровление ситуации в образовании.

Для серьёзного анализа состояния системы образования необходима прочная основа. В качестве такой основы для обсуждения естественно воспользоваться достижениями психологической и педагогической науки, огромным, ценнейшим отечественным и мировым педагогическим опытом, а также установленными наукой закономерностями развития организма ребёнка и, прежде всего, его головного мозга.

***Основные особенности этой книги.***

*Каждый уровень образования имеет свою специфику.*

Образование – сложнейшая, многогранная сфера человеческой деятельности. Сложность анализа проблем образования ещё и в том, что, при едином характере системы образования, отдельные уровни этой целостной системы имеют качественно отличную специфику. Очевидно, например, что методы воспитания младенца и подходы к воспитанию подростка отличаются как небо от земли. Так же и начальное общее образование качественно отличается от профессионального. На каждом возрастном этапе решаются разные образовательные задачи, причём разными методами.

*Поэтому публикация книги осуществляется по частям, серией сравнительно небольших отдельных выпусков*, каждый из которых посвящён крупной педагогической проблеме, определённому возрастному этапу или замечательному педагогическому опыту.

*Образование – дело всего народа.*

В развитии российской системы образования заинтересовано подавляющее большинство населения России. *Образование – дело всего народа и может плодотворно, эффективно развиваться только при активном, заинтересованном участии всего народа.*

Поэтому книга рассчитана на широкий круг читателей, большинство которых не является специалистами в области педагогики, психологии, нейрофизиологии, философии и других областей знаний, связанных с образованием. По этой причине в книге предельно ограничивается употребление сложной специальной терминологии, а также максимально сокращено количество упоминаний имён учёных и педагогов, исследования, идеи и опыт которых обсуждаются в книге. Список использованной литературы будет приведён в конце книги.

Ориентация на широкий круг читателей не означает, что специалисты не найдут в ней ничего интересного. В наше время, когда избыток информации порождает необходимость узкой специализации, книги, охватывающие материал нескольких областей знания, полезны и востребованы. В этой книге сконцентрирован материал из разных областей знания, имеющих отношение к воспитанию и образованию. Поэтому педагоги и специалисты, работающие на всех уровнях сферы образования, включая и управление образованием, найдут в ней идеи и предложения, над которыми стоит задуматься.

ОБРАЗОВАНИЕ И МОЗГ

***Чтобы воспитывать ребёнка, надо его знать.***

Выдающийся русский педагог Константин Дмитриевич Ушинский (1824 – 1870) совершенно справедливо заметил, что если мы хотим «*воспитывать человека во всех отношениях»*, то должны «*прежде узнать его тоже во всех отношениях»*.

И, безусловно, одна из важнейших сторон жизни ребёнка, которые подлежат изучению – это особенности развития его организма. В человеческом организме всё взаимосвязано – мозг, генетический аппарат, эндокринная и иммунная системы, системы кровообращения и дыхания и так далее. Но важнейшее значение для образования имеет *головной мозг*, который вместе со спинным мозгом образует центральную нервную систему.

Мозг – важнейший «инструмент», который человек использует для организации деятельности в материальном мире.

Все высшие психические функции человека - внимание, память, речь, мышление, воображение, воля - связаны с человеческим мозгом. Именно на эти высшие психические функции должна опираться система образования и воспитания, именно их она должна формировать и развивать.

Поэтому очевидно, что для эффективного формирования и развития психики ребёнка в процессе воспитания и обучения необходимо понимание закономерностей развития мозга на разных возрастных этапах. Но это предполагает знание принципов организации работы зрелого, развитого мозга взрослого человека. А для понимания того, как работает зрелый мозг, требуется понимание его устройства.

Конечно, сущность человека не сводится к физиологическим процессам в мозге. Человек намного глубже и намного выше, чем его ум, обращённый во внешний мир и основывающий свою работу почти исключительно на данных органов чувств.

Но не учитывать закономерности физиологических процессов в мозге – тоже грубая ошибка, за которую приходится дорого расплачиваться. Мозг играет слишком значительную роль в жизни человека, чтобы ею можно было пренебрегать.

***Мозг и Сознание***

*Мозг и проблемы мировоззрения*

С позиций образования понимание принципов устройства и организации работы мозга важно по многим причинам.

Прежде всего, для определения направлений развития системы образования необходима правильная постановка целей воспитания и обучения. Но постановка целей образования определяется решением глубоких философских и жизненных вопросов, связанных с пониманием смысла и целей человеческой жизни. А для решения вопроса о смысле человеческого существования необходимо понимание принципов организации работы мозга и связи мозга и сознания.

*Великие противоположности.*

Человеческий мозг – удивительное чудо, созданное природой в ходе долгой эволюции. Но мозг - это ещё и великая тайна.

Мозг – материальная основа психических процессов. В нём каким-то непостижимым для человеческого ума образом соприкасаются и взаимодействуют две великие противоположности - Материя и Сознание, Материя и Дух, о которых уже больше двух тысячелетий спорят философы. То есть, тайна Мозга связана с другой великой тайной – тайной Сознания.

Великие полярные противоположности – Материя и Сознание, Материя и Дух – обязательно предстают перед мыслящим человеком. Однако надо иметь в виду, что Материя и Сознание только внешне противостоят друг другу. Попытки ограничить себя рассмотрением лишь одной из этих противоположностей никогда не приводили к удовлетворительному результату.

Так, цивилизация западного типа, в последние пять веков сосредоточившая основное внимание на изучении материального мира, добилась огромных успехов в науке, технике и технологиях, но пришла к глубочайшему духовному кризису, который мы сейчас и наблюдаем. А средневековая Индия, например, накопила громадные духовные богатства, но пришла к катастрофическому упадку в сфере материальной жизни. Это на столетия затормозило развитие страны, создавшей высочайшие духовные учения, и позволило коварным британским торговцам, не обременённым духовными совершенствами, на столетия поработить страну высокой духовной культуры. И лишь в XX веке освобождённой Индии пришлось начать навёрстывать упущенное в материальной сфере.

Да ведь, как сейчас начинает понимать человечество, сама Материя – это не тот мёртвый материал, каким её представляла физика XVIII – XIX вв. В ней скрыто бесконечное Сознание, которое постепенно разворачивает, раскрывает бесчисленное множество своих возможностей. А изучение мозга показывает лишь краешек чудесной Тайны, скрытой в глубинах Материи.

*Мир сложен, но един и целостен.*

Мир чрезвычайно сложен, но в основе своей един и целостен. Науки о природе изучают только одну его сторону – материальную.

Множество исследований современных учёных, изучающих мозг, основаны на убеждённости в том, что, достаточно понять принципы действия входящих в состав мозга нервных клеток (нейронов) и состоящих из них нейронных структур, разобраться в сложных химических и электрических процессах в нейронах и нейронных сетях, и наука сможет понять психику человека.

Однако, такой подход является слишком упрощённым и ограниченным, хотя и полезным на определённом этапе развития науки. Не следует забывать, что мир бесконечно сложнее любых научных теорий, которые последовательно сменяют друг друга в процессе развивающегося познания.

Не учитывая другой, духовной, стороны единой Реальности, наука не может создать целостной картины мира и не достигает полноты понимания. В частности, *сознание* намного более сложно, чем полагает большинство современных учёных-естествоиспытателей.

Однако человеческий ум так устроен, что для понимания целого он сначала должен изучить встречающиеся противоположности по отдельности. Поэтому в первом выпуске книги *мозг* рассматривается с позиций современной науки как материальный орган, обеспечивающий контакт человека с материальным миром.

А *вопросы о сознании и смысле человеческого существования требуют отдельного обстоятельного рассмотрения*. Поэтому о сознании и духовном развитии речь пойдёт в отдельных выпусках.

*Мозг и практическая жизнь*

Знание принципов устройства и работы мозга необходимо не только для решения важных философских проблем и анализа теоретических проблем образования. Оно имеет самое насущное практическое значение.

Эти, казалось бы, сугубо научные вопросы физиологии мозга, такие «абстрактные» и, якобы, «далёкие от жизни», на самом деле напрямую затрагивают важнейшие вопросы практической жизни людей.

В частности, как будет показано ниже в этом выпуске, понимание некоторых особенностей формирования и работы *зрительной системы* проливает свет на трудности образования и воспитания, которые обусловлены неразумным преждевременным использованием телевидения в первые годы жизни ребёнка. А знания об особенностях рождения и гибели нейронов в мозге[[1]](#footnote-1) человека помогает понять причины разрушительного влияния на мозг алкогольных напитков, порождающих столько трагедий в жизни людей.

Жизнь большинства людей всегда, так или иначе, связана с вопросами воспитания и образования. Родители воспитывают младенцев и малышей в раннем детстве. Воспитатели дошкольных учреждений, учителя общеобразовательных школ, преподаватели профессиональных учебных заведений вносят свой вклад в воспитание и обучение подрастающих поколений на более поздних возрастных этапах. Более того, каждый человек, который не хочет деградировать и потому стремится к саморазвитию, нуждается в сведениях о закономерностях развития мозга, а значит и о его устройстве и работе.

Поэтому просто поразительно, что большинство людей очень плохо представляют, как устроен и как работает человеческий мозг, главное орудие, использующееся в воспитании и обучении. А ведь, кажется, очевидно, что поскольку мозг имеет такое большое значение для воспитания и образования, да и вообще для жизни, то все мы просто обязаны разобраться в том, как он устроен и как работает.

*Образование и закономерности развития мозга.*

В последние несколько десятилетий в ходе длительных и напряжённых научных исследований удалось уяснить некоторые принципы работы мозга, важные для образования. Были открыты также некоторые закономерности процессов формирования и развития мозга в ходе индивидуального развития ребёнка. Полученные новые результаты дают возможность проанализировать и лучше понять мозговые механизмы ряда психических процессов, важных для образования.

Эти открытия имеют большое значение для организации воспитания и обучения. Они дают возможность лучше понять некоторые особенности работы мозга взрослого человека и процессы формирования и развития мозга ребёнка. Новые знания позволяют выявить корни многих трудностей в воспитании и обучении. Более систематические представления о работе и развитии мозга позволяют лучше понять, какие условия благоприятны для развития ребёнка. А это даёт возможность наметить пути преодоления ряда трудностей и найти решения многих проблем воспитания и образования.

Таким образом, сведения о мозге представляют собой одну из важнейших основ для обсуждения вопросов совершенствования образования. Знания о том, как устроен и функционирует мозг, позволяют лучше понять, что необходимо для правильного воспитании и обучения ребёнка, а что вредно и почему.

Не случайно психологи обращаются к анализу физиологических механизмов изучаемых явлений в тех случаях, когда нужно понять причины обнаруженного нового явления. История наук о мозге убедительно свидетельствует о плодотворности использования физиологических знаний для объяснения и лучшего понимания психологических явлений. Такой подход часто позволяет глубже понять природу изучаемых психологических явлений.

В наши дни анализ принципов, положенных в основу современной системы образования, может опираться на имеющиеся сейчас знания закономерностей работы и развития мозга, о которых всего полстолетия назад даже и не мечтали. Тогда ещё не было известно о пластичности нервных клеток человеческого мозга, непонятны были принципы кодирования и передачи информации в мозге, только начиналось изучение кратковременной и долговременной памяти.

Конечно, пока далеко не всё удалось понять в сложнейших вопросах строения и организации работы мозга человека. Так, по-прежнему остаются неясными и загадочными природа памяти, мышления и эмоций, имеющие огромное значение для воспитания и образования. Ещё и сейчас открытия в науках о мозге пока не дали достаточного материала для глубокого понимания ряда тонких механизмов обучения и воспитания. Но в настоящее время уже накоплено достаточно материала, чтобы устранить грубые ошибки в организации учебного процесса, которые возникли в те времена, когда о работе мозга почти ничего не было известно. Очень многие проблемы образования обусловлены непониманием того, что человеческий мозг может и чего он не может.

Решение возникших в образовании проблем требует, чтобы те, кто воспитывает и обучает, а также и сами учащиеся, начиная, по крайней мере, с подросткового возраста, имели достаточно ясные представления об особенностях устройства и принципах функционирования главного инструмента умственной работы — головного мозга человека. Более того, любой человек, который занимается умственным трудом, должен знать закономерности работы своего мозга, знать, какие условия делают умственную работу плодотворной, а какие, напротив, понижают её эффективность.

Поэтому *в первых двух выпусках книги* рассматриваются особенности устройства человеческого мозга и принципы организации его работы. В этих сравнительно небольших по объёму обзорных материалах даётся сжатое, обобщённое изложение современных представлений о мозговых основах психической деятельности человека, связанной с воспитанием и обучением.

В этих выпусках доступно, не злоупотребляя сложной специальной терминологией, рассказано о том, как устроен и как работает мозг человека, какие системы головного мозга принимают участие в построении восприятия, речи, мышления, движения и целенаправленной сознательной деятельности. При этом изложение ведётся достаточно серьёзно, что позволяет избежать упрощений, которые могут привести к грубым ошибкам в понимании работы такого сложного объекта, как мозг.

Из огромного объёма работ о мозге выбран только тот минимум, который позволяет обсуждать проблемы образования с пониманием сути дела. Чтобы излагаемый материал был обозрим, приводятся только результаты многолетних исследований, опускаются сведения о том, какими методами и кем эти результаты были получены.

Мозг очень сложен. Неудивительно, что при изучении мозга исследователи постоянно встречаются с многочисленными исключениями и отличиями от наиболее распространённых в нём явлений и особенностей составляющих его клеток и их частей. В этих выпусках упоминания об исключениях, насколько это возможно, опускаются, чтобы не утонуть в многочисленных деталях.

Таким образом, можно сказать, что основная задача первого и второго выпусков книги состоит в том, чтобы подготовить читателя к серьёзному обсуждению проблем образования и философских проблем, касающихся смысла существования человека, народа и человечества в целом.

ГЛАВА 1. КАК УСТРОЕН МОЗГ ЧЕЛОВЕКА

***Общие сведения о мозге***

*Этот поразительный мозг.*

Человек - великая загадка для познания. А самое таинственное и сложное в человеческом организме – это головной мозг, который вместе со спинным мозгом образует центральную нервную систему. Мозг человека отличается прямо-таки фантастической сложностью и выполняет огромную работу. При этом мозг никогда не отдыхает, даже во время сна.

Всё, что люди чувствуют, думают, делают в повседневной жизни, связано с мозгом. Читает ли человек книгу, решает математическую задачу, осваивает иностранный язык, выполняет сложное гимнастическое упражнение, работает на производстве, даже просто идёт по улице - во всех этих видах деятельности, как и в бесконечном множестве других действий, принимает участие мозг.

Мозг управляет всем организмом человека, обеспечивает координацию дыхания, движения, питания и других жизненных функций. Он отвечает за восприятие окружающего мира, ведает вопросами обучения, хранит память о прошлом опыте, обеспечивает речь и мышление. Каким-то таинственным образом мозг связан с нашими мыслями, чувствами, воображением, вдохновением.

Поразительно, что, при гигантском объёме выполняемой работы, мозг - очень небольшой орган. Масса головного мозга взрослого человека в среднем равна лишь 1300 – 1400 г. Но этот небольшой орган, масса которого составляет всего лишь около 2% массы тела человека, потребляет примерно 20% всей энергии, расходуемой организмом, а также около 20% кислорода. А при высокой нагрузке расход энергии и кислорода, потребляемых мозгом, может возрастать до 30% и более.

Особенно много кислорода и энергии расходует мозг в годы детства. Это время, которое Природа предназначила для бурного развития всего организма человека, особенно его нервной системы, центральной частью которой является головной и спинной мозг.

Но в процессе воспитания надо помнить, что мозг очень уязвим и требует бережного к себе отношения. Немногие, к сожалению, знают, что мозг на самом деле мягкий, как масло. Поэтому, например, виды спорта, которые допускают удары по голове, представляют для ребёнка немалую опасность и могут нанести значительный ущерб развитию.

*Немного о нейронах и нейронных сетях.*

Как и всё живое, мозг состоит из клеток. Главные роли в мозге играют нервные клетки, которые называют ***нейронами***.

Нейроны имеют отростки, с помощью которых эти нервные клетки соединяются друг с другом. В мозге развитого взрослого человека нейроны тончайшими нервными волокнами связаны в сложные нейронные структуры, которые, в свою очередь, связаны между собой и образуют сложнейшие нейронные сети. По современным представлениям, в нейронных сетях обрабатывается, запоминается и хранится информация. В них вырабатываются планы и программы действий человека и контролируется их выполнение. Всё происходящее в нейронах и нейронных сетях имеет какое-то таинственное отношение к нашим чувствам, мыслям, действиям и, конечно, к воспитанию и обучению.

Но чтобы подойти к пониманию роли нейронных сетей в образовании, необходимо начать с того, как устроен мозг и что представляют собой входящие в его состав нейроны и другие нервные клетки.

***Немного анатомии***

*Большие полушария мозга человека.*

В ходе долгой эволюции нейроны, выполняющие сходную работу, образовали компактные скопления.

Внешне мозг отчётливо разделён глубокой продольной щелью на два больших полушария – правое и левое. Полушария головного мозга связывают массивные пучки тончайших нервных волокон.

*Кора головного мозга человека.*

Большие полушария почти полностью покрывает ***кора*** ***головного мозга***, играющая огромную роль в жизни человека. Кора больших полушарий – слой нервной ткани, толщина которого в разных участках колеблется от полутора до пяти миллиметров. За счёт поверхностных складок и извилин кора имеет довольно большую площадь.

Глубокие борозды делят поверхность коры больших полушарий на ***доли: лобную, теменную, височную, затылочную***. Внутри этих долей кора головного мозга человека условно разделяется на области, а в областях выделяются отдельные, более дробные поля, которые отличаются по своей клеточной структуре и выполняемой работе. Границы областей и полей проведены довольно условно.

Если в человеческом организме наибольшей сложностью отличается головной мозг, то в самом мозге сложнее всего организована кора больших полушарий. Она состоит из шести слоёв, каждый из которых содержит разные по размеру, форме и назначению нейроны, объединённые в сложнейшие нейронные сети.

Кора головного мозга развитого взрослого человека отличается фантастической сложностью, богатством связей и взаимосвязанностью частей. По некоторым данным в коре головного мозга сосредоточено не менее 70% нервных клеток центральной нервной системы. Кора головного мозга играет важнейшую роль в мозговой организации психических процессов. Именно кора больших полушарий позволяет регистрировать воздействия внешнего мира, узнавать и осмысливать их. С её работой связаны мысли, поступки, действия и поведение человека.

Можно сказать, что кора головного мозга обеспечивает наиболее сложные формы деятельности и сознательного поведения человека. Кора больших полушарий образовалась на самых поздних этапах эволюции и полностью развита только у человека.

*Структуры подкорки.*

Нейроны более глубоко расположенных частей головного мозга в соответствии с выполняемой работой сгруппированы в особые компактные структуры. Подчёркивание важнейшей роли коры головного мозга человека вовсе не означает, что подкорковые структуры несущественны.

Подкорковые структуры не только осуществляют согласованное управление дыханием, пищеварением и терморегуляцией или поддерживают относительное постоянство состава и свойств внутренней среды организма.

Эти глубинные структуры мозга принимают активное участие в регулировании состояний организма. Они поддерживают состояния бодрствования и высокого уровня активности человека, в том числе и коры головного мозга, регулируя и обеспечивая ее тонус. С другой стороны, кора регулирует деятельность глубинных структур, которые работают под её управлением.

Глубинные структуры мозга выполняют огромную работу, одновременно решая десятки тысяч задач. Человек эту работу не осознаёт. Например, нам не нужно думать, как бьется сердце, циркулирует кровь, функционируют лёгкие, переваривается еда в кишечнике. Мозг управляет всей этой сложной деятельностью без ведома нашего сознания.

Значительную долю объёма подкорковой части полушарий составляют нервные волокна, соединяющие между собой отдельные структуры и области мозга. Они образуют так называемое белое вещество головного мозга.

*Мозг ребёнка.*

Заметим сразу, что глубинные подкорковые нейронные структуры у только что пришедшего в мир ребёнка уже, в основном, сформированы. Они уже готовы управлять такими важными функциями организма, как кровообращение, дыхание, питание. А вот нейронные сети в коре головного мозга новорождённого практически отсутствуют. Они формируются в течение долгого времени - в первые примерно 25 лет жизни человека. Более того, для эффективного формирования нейронных сетей в коре головного мозга в годы детства, отрочества и юности необходимы особые условия. Существуют закономерности развития нейронных сетей, которые необходимо учитывать в ходе воспитания и обучения.

***Нейроны – базовые элементы нервной системы***

*Как нейрон устроен.*

Как и другие клетки, каждый нейрон имеет ***тело.*** В теле нейрона есть ***ядро***, в котором содержится генетический материал. Ядро нейрона отделено от остального содержимого клетки мембраной, через поры которой осуществляется обмен веществ между ними.

В теле нейрона имеются небольшие особые образования, которые обеспечивают снабжение нервной клетки энергией, перемещаясь в те места клетки, где энергия нужна для поддержания химических процессов.

Нервная клетка содержит также транспортные структуры, которые перемещают синтезированные вещества к тем местам нейрона, где они требуются.

В теле нейрона идут сложнейшие химические процессы. Ведь белки нейрона нуждаются в постоянном обновлении. Без обновления белков нейрон смог бы прожить всего лишь несколько дней. Поэтому крохотное тело нейрона – это своеобразный сложнейший биохимический комбинат, обеспечивающий производство веществ, необходимых для жизни и работы нервной клетки. Но и это не всё, потому что в этих крошечных элементах мозга скрыто много тайн, ждущих своего открытия.

*Размеры нейронов и число их в мозге человека.*

По общим принципам своего устройства и действия все нейроны сходны. Но они сильно различаются размерами, формой и выполняемой работой.

Размеры тел большинства нейронов в мозге человека составляют от нескольких тысячных до нескольких сотых долей миллиметра. Поэтому понятно, что крохотную нервную клетку размером в несколько тысячных долей миллиметра можно рассмотреть только с помощью микроскопа.

В очень небольшом объёме головного мозга взрослого человека «упаковано» около ста миллиардов (1011) нейронов. Это огромное число. Чтобы сосчитать такое количество нервных клеток, отсчитывая по одному нейрону в секунду, потребовалось бы больше трёх тысяч лет непрерывной работы, днём и ночью, без сна и отдыха.

***Аксоны и дендриты - «линии связи» в нейронных сетях.***

*Аксоны – главные «проводники» сигналов в нейронных сетях.*

От тела нейрона отходит длинное нервное волокно, ***аксон*** (от греческого слова, означающего «ось»). По аксону нейрон передаёт сигналы другим нервным клеткам, а также команды мышцам и железам. Сигналы, которыми обмениваются нейроны, представляют собой электрические импульсы довольно сложной природы. Аксон сильно ветвится вблизи своего окончания, и кончики его веточек служат для установления контактов с другими нейронами. Лишь у относительно небольшой части аксонов контакты находятся вне головного и спинного мозга. По этим аксонам передаются команды в другие органы тела и мышцы.

Аксоны могут иметь длину от тысячных долей миллиметра, если соединяют близлежащие нейроны, до полутора метров, например, аксоны, передающие сигналы к большому пальцу ноги.

*Дендриты – волокна для размещения контактов с другими нейронами.*

Кроме аксона, от крохотного тела нейрона отходит множество мелких сильно ветвящихся отростков, ***дендритов*** (от греческого слова «дендрон», означающего «дерево»). На этих древовидных отростках и на теле нейрона располагаются контакты, которые служат для приёма сигналов от других нейронов. От одного крошечного нейрона могут отходить сотни ветвящихся дендритов. Число, длина и ветвление дендритов могут сильно различаться у разных нейронов.

В мозге человека дендриты короткие и густо ветвятся. Обычно длина дендритов в мозге человека не превышает миллиметра.

На дендритах находятся характерные структуры, которые называют «шипиками». Шипики являются частью аппарата, обеспечивающего контакты нейронов между собой. Было замечено, что при обучении количество шипиков растёт. То есть, *обучение связано с ростом числа контактов между нейронами*.

*Нейроны в мозге связаны в нейронные сети.*

Многолетние исследования с использованием сильных микроскопов подтвердили, что в мозге взрослого человека отростки нейронов, аксоны и дендриты, похожие на тонюсенькие нити, связывают нейроны между собой, образуя сложные структуры, похожие на сети в пространстве. Это и есть те знаменитые нейронные сети разной сложности, о которых уже упоминалось выше.

Окончания ветвей аксона могут образовывать сотни и тысячи контактов с дендритами и телами других нейронов. Таким образом, отдельный нейрон может передавать сигналы сотням и тысячам других нейронов и от сотен и тысяч нейронов получать информацию. Число связей у обычных нейронов может доходить до десяти тысяч.

Таким образом, с помощью ветвящихся волокон аксонов и дендритов, нейроны в мозге взрослого человека соединяются друг с другом, образуя сложнейшую сеть, состоящую из сетей, которые в свою очередь состоят из сетей, и так далее.

Более того, отдельный нейрон может входить в состав нескольких сетей. А каждая такая сеть, в свою очередь, связана с другими сетями. Мозг, таким образом, представляет собой сложнейшую систему огромного количества сетей и подсетей, связанных между собой.

Согласно современным представлениям, в нейронных сетях обрабатывается информация, а нейрон является основной единицей обработки информации.

Наибольшей сложностью отличаются связи нейронов в коре головного мозга. Благодаря таким связям, каждый нейрон коры больших полушарий оказывается звеном той или иной нейронной сети.

***Мембрана***

*Строение и свойства мембраны.*

Тело нейрона, дендриты и аксон покрыты единой оболочкой - ***мембраной***. Мембрана нервной клетки построена из молекул жироподобных веществ, липидов, и цепочек аминокислот, протеинов. Она состоит из двух слоёв молекул и потому очень тонкая. Толщина мембраны составляет всего лишь около 6 нанометров (1 нанометр - одна миллиардная доля метра). Представить нагляднее такие размеры можно, если сказать, что толщина мембраны измеряется миллионными долями миллиметра!

Несмотря на малую толщину, мембрана представляет собой относительно прочную оболочку, непроницаемую для большинства молекул.

Жироподобные стенки мембраны плохо пропускают воду и практически непроницаемы для ионов. Мембрана способна вполне надёжно поддерживать относительное постоянство внутренней среды внутри нейрона, которая существенно отличается от окружающей нейрон межклеточной жидкости.

Нейроны омываются солевым раствором, который содержит положительно заряженные ионы натрия, калия, кальция, отрицательно заряженные ионы хлора (Na+, К+, Са2+, С1-) и другие ионы. Солевой раствор содержит и сама нервная клетка. Кислород и питательные вещества поставляются нейронам плотной сетью тончайших кровеносных сосудов.

*Мембранные белки.*

Оба слоя мембраны имеют свойства жидкости, в которой могут плавать специализированные белковые молекулы. На поверхности мембраны находятся рецепторные белки, которые узнают и прикрепляют к себе разные молекулы.

Имеются также белковые молекулы, которые располагаются в наружном или внутреннем слоях мембраны и облегчают протекание химических реакций, а также выполняют самые разные виды работ, необходимых для функционирования нервных клеток.

Некоторые из этих белковых молекул могут пронизывать оба слоя мембраны, обеспечивая перемещение через них ионов и небольших молекул. Эти мембранные белки обеспечивают перенос различных веществ через мембрану в клетку или из клетки.

*Ионные каналы.*

Главными путями для быстрого перемещения ионов из нервной клетки и в нервную клетку являются ионные каналы. Ионные каналы представляют собой пронизывающие оба слоя мембраны сложные белковые молекулы, которые образуют поры, проницаемые для ионов. Открытие и закрытие ионных каналов позволяет регулировать ионные токи.

Ионы движутся через ионные каналы под действием электрического поля, а также из мест, где ионов данного вида намного больше, туда, где их мало. Как принято говорить, движение частиц в этом случае происходит благодаря *градиенту концентраций*, который указывает направление наискорейшего изменения концентрации частиц.

Некоторые каналы проницаемы для положительных ионов, другие каналы пропускают только отрицательные ионы. Некоторые из каналов пропускают только ионы натрия, другие - ионы калия, третьи - ионы кальция. Но имеются каналы, пропускающие разные ионы и даже небольшие молекулы. Крохотные нервные клетки имеют тысячи ионных каналов.

Ионный канал может быть перекрыт некоторыми крупными молекулами, например, токсинами, содержащимися в табачном дыме, вредных пищевых добавках или наркотиках, В этих случаях крупные молекулы связываются с ионными каналами и фактически закупоривают поры. А это вредно отражается на организме и часто является причиной болезней.

*Ионные насосы.*

Имеются также белковые молекулы, пронизывающие оба слоя мембраны и способные переносить ионы против сил электрического поля. Их называют ионными насосами.

Такие своеобразные ионные насосы перемещают ионы и молекулы внутрь нейрона или из нейрона за его пределы. Эти насосы поддерживают необходимые концентрации веществ в нервной клетке.

Внутри нейрона примерно в 10 раз больше ионов калия, чем в межклеточной жидкости. А в межклеточной жидкости примерно в 10 раз больше ионов натрия, чем внутри нейрона. Такое соотношение ионов натрия и калия обеспечивается действием белков, которые образуют так называемые натрий-калиевые насосы.

Поскольку внутри нервной клетки больше ионов калия и меньше ионов натрия, чем снаружи, то каждый из этих ионов стремится проникнуть через мембрану в направлении своего градиента концентраций, то есть туда, где их мало. Ионы калия стремятся проникнуть наружу, а ионы натрия – внутрь клетки.

Для поддержания жизнеспособности нервной клетки необходимо, чтобы ионы натрия непрерывно переносились из клетки наружу, а ионы калия внутрь клетки, поддерживая постоянную разность концентраций ионов натрия и калия в клетке и в межклеточной жидкости. Иначе говоря, необходимо, чтобы эти ионы двигались против их градиентов концентраций и против сил электрического поля. Такую работу и выполняют натрий-калиевые обменные насосы. Эти ионные насосы обеспечивает постоянство внутриклеточных концентраций ионов натрия и калия, несмотря на то, что существует непрерывная утечка из клетки ионов калия и диффузия внутрь клетки ионов натрия. Существует целый ряд таких обменных насосов для разных ионов.

*Электрические свойства мембраны.*

Мембрана нейрона является хорошим электрическим изолятором. Между сторонами мембраны существует электрическая разность потенциалов, уровень которой изменяется при поступлении сигналов от других нейронов. Немного ниже будет рассказано о том, как возникает эта разность потенциалов и для чего она нужна.

На работу насосов, поддерживающих разность потенциалов между внутренним и внешним слоями мембраны, расходуется много энергии. Ведь в мозге около 100 миллиардов нейронов. Но, как будет показано далее, эта разность потенциалов необходима для генерации нервных импульсов, передающих информацию от нейрона к нейрону на значительные расстояния.

***Синапсы – «контакты» в нейронных сетях***

*Число контактов в мозге и способности человека.*

На дендритах и теле нервной клетки расположены места контактов нейрона с другими нейронами. Количество таких контактов в мозге по некоторым оценкам достигает 1015 (миллиона миллиардов), а может быть и ещё больше. Это фантастически огромное число для такого небольшого объекта, как мозг. Как уже упоминалось выше, при активной работе мозга, направленной на решение сложных теоретических или практических задач, а также в процессе обучения, возникают новые контакты, и число контактов между нейронами увеличивается. Это имеет огромное значение для развития мозга и обучения.

Даже если считать, что число контактов равно 1015, то для того, чтобы пересчитать их, отсчитывая по одному в секунду, потребовалось быя более 30 миллионов лет!

Такое количество контактов обеспечивает громадное число возможных вариантов соединения нейронов между собой, что создаёт почти неограниченные возможности усложнения нейронных сетей, и, следовательно, возможностей развития широчайшего спектра способностей человека. Надо только научиться эти возможности разумно использовать.

*Строение синапсов.*

Места контактов, где происходит передача информации от одних нейронов к другим, называют ***синапсами*** (от греческого слова, означающего «соединение», «связь»). Часть синапсов формируется на шипиках дендритов, другая часть – на теле нейрона.

Синапсы имеют довольно сложное строение. Концевые части веточек аксона очень близко подходят к дендритам и телам других нейронов. Но они не примыкают к ним вплотную, нигде не касаются ни дендритов, ни тел нервных клеток. Как удалось выяснить с помощью электронного микроскопа, в местах контактов между окончаниями ветвей передающего сигнал аксона и мембраной принимающего сигнал нейрона имеется очень узкая щель, заполненная солевым раствором.

*Процессы в синапсах.*

В местах контакта на окончаниях веточек передающего сигнал аксона находятся особые бляшки, которые содержат крохотные пузырьки, наполненные химическим веществом-посредником. Это вещество называют ***нейромедиатором***.

В мозге обнаружено больше сотни различных нейромедиаторов. Названия некоторых из них, такие, как адреналин, дофамин, ацетилхолин и некоторые другие, широко известны. Например, многие знают нейромедиатор дофамин, который, кроме функций собственно медиатора, создает у человека ощущения радости и счастья. Есть нейромедиаторы, действие которых похоже на опиум: они снимают боль и вызывают ощущение удовольствия. О них мы поговорим позднее, когда будем рассматривать причины возникновения болезненной зависимости.

О многих других нейромедиаторах знают только специалисты. Но, вероятно, большое число нейромедиаторов остаются ещё неисследованными.

Приход нервного импульса к кончику веточки передающего сигнал аксона приводит к высвобождению нейромедиатора в узкую щель синапса, заполненную солевым раствором.

После этого пузырьки вновь наполняются нейромедиатором. Некоторые нейромедиаторы синтезируются прямо в окончаниях аксона, другие синтезируются в теле клетки и доставляются к окончаниям аксона, пополняя запасы, расходуемые в период активности нейрона. Каждый тип нейронов синтезирует, хранит и выделяет определённый тип нейромедиатора. Но существуют нейроны, которые высвобождают более одного нейромедиатора. Мозг очень сложен.

Вышедшие в синаптическую щель молекулы нейромедиатора перемещаются в солевом растворе и быстро достигают мембраны принимающего сигнал нейрона.

В месте контакта мембрана принимающего сигнал нейрона содержит особые белковые молекулы, которые взаимодействуют с нейромедиатором. Эти белковые молекулы под действием нейромедиатора открывают каналы, которые позволяют проходить внутрь нейрона одному или нескольким типам ионов. В зависимости от того, какие ионы проходят внутрь нервной клетки, запускаются сложные химические процессы, в которых участвуют сотни и тысячи веществ. В результате нейрон начинает генерировать свои импульсы, которые передаются другим нейронам, или прекращает электрическую активность.

*Электрические и химические сигналы в мозге.*

Итак, сигналы в нейронных сетях бывают двоякого рода - электрические и химические. Сигналы, которые генерируются нейроном и проводятся по его аксону, представляют собой электрические импульсы. Но от окончания аксона передающего нейрона к принимающему нейрону сигналы передаются молекулами особых веществ-посредников, нейромедиаторов. Иначе говоря, в месте контакта нервного волокна передающего сигнал нейрона с мембраной другого нейрона, природа сигнала изменяется. В синапсах приходящие по аксону электрические импульсы преобразуются в химические сигналы.

Процессы в мозге исключительно сложны. Выяснилось, например, что один и тот же медиатор может по-разному воздействовать на различные нейроны. Характер воздействия зависит от того, какие специализированные белковые молекулы находятся на мембране принимающего сигнал нейрона. Поэтому в разных нейронах под воздействием одного и того же медиатора могут открываться каналы для разных ионов. В одних случаях могут открываться каналы для ионов натрия, в других – для ионов калия, в третьих – для ионов хлора. Более того, на разных участках мембраны одного и того же нейрона могут находиться разные специализированные белковые молекулы, по-разному реагирующие на один и тот же медиатор.

Таким образом, один и тот же нервный сигнал от передающего нейрона может обеспечить прямую передачу разных типов информации разным принимающим этот сигнал нейронам.

Сейчас для нас существенно лишь то, что огромное число и разнообразие синапсов обеспечивает возможность многообразных связей между нейронами и участие одного и того же нейрона в разных нейронных сетях. А это создаёт возможности для развития широкого спектра человеческих способностей.

Синапсы очень пластичны. Так, в процессе обучения создаются новые синапсы, которые являются основой формирования в мозге новых тонких связей. Эти связи, в свою очередь, обеспечивают механизмы обучения и памяти.

Процессы, которые происходят в нейроне под действием нейромедиатора на его мембрану, не только очень сложны, но и пока ещё слабо изучены, и здесь имеются разные точки зрения.

Есть и ещё одна сложность более принципиального характера. Ведь любой нейрон может принимать сигналы от сотен и тысяч других нейронов. Как же он в них разбирается? В следующей главе мы поговорим о том, что об этой сложной проблеме известно науке в настоящее время.

ГЛАВА 2. НА РУБЕЖАХ НЕИЗВЕДАННОГО

***Два подхода к изучению нейрона.***

*Что же происходит в нейроне и на его мембране?*

Известно, что нейрон получает нервные импульсы от многих нейронов, обрабатывает полученную информацию и на этой основе направляет свои сигналы другим нейронам.

Но о процессах, которые происходят при этом в самом нейроне, пока известно очень мало. Поэтому до сих пор широко используется упрощённая модель, согласно которой нейрон просто суммирует приходящие на его мембрану возбуждающие и тормозные сигналы. В зависимости от того, каких сигналов больше, нейрон или генерирует свой сигнал, или переходит в тормозное состояние. Но с позиций этого подхода совершенно непонятно многообразие нейромедиаторов в различных синапсах. А ведь нейрон интегрирует сигналы, поступившие через синапсы с разными нейромедиаторами. Несомненно, в теле нейрона происходят какие-то сложные процессы, которые пока не изучены. На это указывает открытая сравнительно недавно внутренняя активность нейронов, о которой будет сказано чуть ниже.

*Подход Декарта: живой организм можно изучать как машину.*

Большая часть предложенных до настоящего времени теорий и гипотез рассматривают нейрон как пассивный элемент, в котором приходящие сигналы вызывают электрические и химические процессы и обусловливают его ответ.

Этот подход основывается на представлениях французского философа Декарта, который считал, что любой организм может изучаться как машина, основной принцип которой – ответная реакция на воздействие извне, то есть, рефлекс. Суть этого подхода в том, что причиной действий живого существа являются прошлые внешние воздействия.

Такой подход предполагает, что торможение или возбуждение нейрона зависит от набора белковых молекул-рецепторов на мембране принимающего нейрона в месте контакта. Одни молекулы реагируют на нейромедиатор возбуждением, другие – торможением. Соотношение числа возбуждающих и тормозящих сигналов определяет возможность достижения порога генерации нервного импульса. Если порог преодолён, то будет послан новый сигнал другим нейронам, если нет, то сигнала не будет.

При этом считается, что каждый нейрон в мозге учитывает все приходящие сигналы и на их основе создаёт новое импульсное послание, которое направляет другим нейронам.

В последние десятилетия подход Декарта столкнулся с немалыми трудностями.

Кроме того, надо заметить, что структура и функции белковых каналов, процессы в синапсах, на мембранах и в теле нейрона пока слабо изучены.

*Внутренняя активность нейрона.*

Сравнительно недавно было установлено, что электрическая активность нейронов может проявляться в возникновении в теле нервной клетки ритмических электрических колебаний, не связанных с воздействием извне. То есть в теле нейрона может возникать и длительно поддерживаться ритмическая электрическая активность, обусловленная внутренними процессами в самой нервной клетке. Эти колебания иногда могут достигать такого размаха, который превышает критический уровень, необходимый для генерации нервного импульса. Иначе говоря, нейрон может не только «суммировать» приходящие к нему импульсы от других нейронов, но и сам, под действием внутренних процессов, может генерировать периодические нервные импульсы при отсутствии внешних сигналов.

*Системный подход.*

В последнее время начались активные исследования деятельности мозга на основе принципа, противоположного подходу Декарта. Новый подход к деятельности мозга основан на принципе активности, который предполагает, что действие существа направлено в будущее, имеет цель и обусловлено этой целью. В этом подходе действие исходит из предполагаемого существом результата. Подход к изучению нейрона и нейронных структур на основе принципа активности называют также ***системным подходом***.

В исследованиях, основанных на системном подходе, нейрон рассматривается как активный элемент, способный регулировать свою активность, синтезировать и встраивать в свою мембрану новые белки для медиаторов, в которых он нуждается.

С точки зрения системного подхода активность нейрона не рассматривается как просто реакция на приходящие к нему нервные импульсы. Нейрон при этом представляется не как «проводник» или «сумматор», а как организм в организме, который устраняет рассогласование между своими «потребностями» и окружающей его средой. Потребности нейронов удовлетворяются за счёт обмена продуктами жизнедеятельности с другими нервными клетками. То есть, в отличие от других одноклеточных организмов, нейрон удовлетворяет свои потребности, объединяясь с другими нейронами в сложную систему.

Более трёхсот лет после Декарта наука уподобляла мозг механическим или, позднее, электромеханическим устройствам, которые пассивно реагируют на воздействия, приходящие из внешнего мира. Таким образом, в познании человека наука более трёх столетий ограничивалась простейшими схемами, объясняя деятельность человека прошлыми внешними воздействиями и механическими ответами на эти воздействия. Надо признать, что такой механический подход европейской науки к человеку нанёс большой ущерб духовной жизни человечества.

Только к концу XX века положение начало меняться. Постепенно в научное мышление начинает проникать, казалось бы, очевидная мысль: поведение и деятельность человека носят активный характер. Человек действует не только и не столько на основе прошлых воздействий, приходящих из внешнего мира, но и, прежде всего, руководствуясь планами и намерениями. Он не только создает соответствующие модели будущего, но и подчиняет им своё поведение и свои действия.

Мозг не просто отвечает на воздействия, поступающие извне. Он находится в постоянном диалоге со своим окружением, причём инициатива в этом диалоге принадлежит человеку.

*В настоящее время мозг человека рассматривается как сложнейшая и своеобразно построенная функциональная система*, работающая на основе особых принципов, которые нельзя свести к электромеханическим моделям. Более того, вопреки оптимистическим заявлениям специалистов в области информационных технологий, деятельность мозга как материальной основы психики нельзя свести к принципам работы вычислительных устройств.

Ограниченность подходов некоторых современных исследователей к изучению мозга связана с односторонностью взгляда на проблему сознания. К отдельному обстоятельному обсуждению вопроса о сознании мы ещё вернёмся.

***Загадочные глиальные клетки.***

*Самые многочисленные клетки в мозге.*

Изучение мозга выявило фантастическую сложность его строения. Мало того, что мозг содержит огромное число нейронов, соединённых тысячами километров тончайших нервных волокон и образующих невообразимое число контактов. Нейроны окружены ещё и другими нервными клетками, которые называют ***глиальными***(от греческого слова, означающего клей)*.* Существует несколько классов глиальных клеток. При этом общее количество глиальных клеток в мозге человека намного превышает число нейронов.

По некоторым подсчётам глиальных клеток в мозге человека примерно в 10 раз больше, чем нейронов. То есть, глиальные клетки составляют около половины объёма человеческого мозга. Таким образом, общее количество нервных клеток в человеческом мозге, то есть нейронов и глиальных клеток вместе, превышает триллион (1012).

*Функции глиальных клеток.*

Глиальные клетки долго считались обслуживающими, поддерживающими работу нейронов. Некоторые из глиальных клеток действительно питают нейроны и защищают их от микроорганизмов, поддерживают постоянство среды, окружающей нейроны.

Среди разнообразных глиальных клеток есть такие, которые формируют оболочки вокруг аксонов, что значительно увеличивает скорость распространения нервного импульса. Существуют глиальные клетки, которые служат проводниками для растущих аксонов к тем нервным клеткам, с которыми должны быть установлены связи.

Миллиарды клеток головного мозга ежесекундно производят огромное количество молекул разнообразных химических веществ. Для нормальной работы мозга отработанные вещества должны удаляться. Эту работу также выполняют особые глиальные клетки.

Имеются глиальные клетки, которые контактируют, с одной стороны, с кровеносными капиллярами, а с другой – с нейронами.

Поскольку глиальные клетки ещё слабо изучены и многие их функции не выяснены, часто работа мозга обсуждается исключительно с точки зрения деятельности нейронов. То есть, о работе мозга говорится так, как будто глиальные клетки не оказывают на неё заметного влияния.

Однако последние два десятилетия принесли немало данных, свидетельствующих об активном участии глиальных клеток в процессах обработки информации в мозге.

*Строение и контакты глиальных клеток.*

Оказалось, что мембраны глиальных клеток, так же, как и мембраны нейронов, содержат ионные каналы, ионные насосы, а также белковые молекулы, чувствительные к нейромедиаторам.

Мембраны некоторых соседних глиальных клеток разделены очень узким внеклеточным пространством шириной всего лишь 2 – 3 нанометра. Это пространство пронизано тонкими выростами, соединяющими мембраны двух клеток. Такие плотные контакты называют щелевыми синапсами или электрическими синапсами.

Через эти щелевые синапсы между двумя клетками может осуществляться обмен ионами и мелкими молекулами. Кроме того, эти синапсы обладают низким электрическим сопротивлением. Глиальные клетки одного типа, соединенные щелевыми синапсами, образуют единую электрическую сеть. Такие объединения глиальных клеток играют важную роль и в межнейронных взаимодействиях.

Факты, подтверждающие участие глиальных клеток в механизмах памяти и обучения, получены в ходе исследований взаимодействия их с нейронами в области перестроек межнейронных синапсов. Предполагается, что повышение интенсивности синаптических перестроек вызывается выделением глиальными клетками ряда веществ, способствующих развитию синапсов.

Глиальные клетки не имеют аксонов, и потому не могут устанавливать с нейронами таких синаптических контактов, какие существуют между нейронами.

Но нейроны и глиальные клетки очень плотно упакованы. Их мембраны отделены друг от друга узкими промежутками шириной около 20 нанометров, заполненными солевым раствором. Через эти промежутки вещества, выделяемые глиальными клетками, могут воздействовать на синапсы и мембраны нейронов. Поэтому глиальные клетки включены во все процессы в мозге, в которых происходит перестройка и развитие нейронных сетей.

Как указание на большую роль, которую играют в мозге глиальные клетки, можно привести, например, обнаруженный факт выработки ими особых сигнальных молекул, которые способны достигать ядра нейрона и запускать там считывание информации с определенных генов.

*Глиальные клетки и эволюция.*

Суммарная масса глиальных клеток по отношению к суммарной массе нейронов тем больше, чем выше живое существо поднимается по эволюционной лестнице. У человека относительная масса глиальных клеток вдвое больше, чем даже у высших обезьян, и почти в пять раз больше, чем у низших обезьян.

Уже тот факт, что относительное число глиальных клеток растёт по мере подъёма живого существа по эволюционной лестнице, и что больше всего глиальных клеток в мозге человека, наводит на мысль, что глиальные клетки играют какую-то важную, пока ещё неизвестную, роль в обеспечении высших способностей человека.

В последние десятилетия появились данные, указывающие на то, что, возможно, глиальные клетки играют в процессах памяти, мышления и обучения не менее важную роль, чем нейроны. Но роль глиальных клеток пока очень слабо изучена, и для их изучения необходимы серьёзные исследования.

***Сложность строения и возможности мозга***

*Сложность строения мозга.*

Сложность мозга просто потрясает воображение. Каждый нейрон может быть связан с тысячами других нейронов. Более того, нейрон может входить в несколько различных сетей, которые объединяются в ещё более крупные сети.

Да в плане строения мозга его сложность ошеломляет. При этом сложность проявляется даже в очень малых участках мозга. Попробуйте представить крохотную живую клетку, которую можно разглядеть только с помощью микроскопа. К этой крошечной клетке подходят тысячи тончайших нервных волокон, образующих контакты на её поверхности и отходящих от неё дендритах. Вообразите, как переплетены тысячи нервных волокон вблизи любого нейрона. Добавьте к этому сеть кровеносных сосудов и глиальные клетки, которые окружают нейроны.

Между телами нейронов, аксонами, дендритами и глиальными клетками практически нет свободного пространства. Ввиду чудовищной запутанности нервных волокон миллиардов нервных клеток потребовалось более двух столетий, чтобы выявить наиболее важные связи между нервными клетками и их скоплениями. В ходе многолетней работы по изучению мозга были разработаны сложные приборы и методы исследований.

*Число синапсов растёт при активной работе мозга.*

Процессы в мозге очень сложны и, что гораздо хуже, слабо изучены. Но для тех, кто занимается образованием, есть большое утешение.

Для образования особенно важен один факт, который твёрдо установлен: при активной работе мозга в благоприятных условиях число контактов между нейронами растёт. А это означает, что *активно работающие нейронные сети усложняются и совершенствуются, и усложнение нейронных сетей обеспечивает развитие человеческих способностей и возможностей*.

Напротив, долго не использующиеся контакты уменьшаются в размерах, хиреют и отмирают. Этот процесс означает разрушение нейронных сетей. *Отмирание неработающих контактов между нейронами и распад нейронных сетей ведёт к снижению способностей человека и обеднению его интеллектуальной и духовной жизни.*

Кроме того, твёрдо установлен ряд закономерностей развития мозга, о которых речь пойдёт дальше. Отсюда следует необходимость изучения оптимальных условий, обеспечивающих эффективное развитие мозга, а значит, способностей и возможностей человека.

*Уникальность каждого ребёнка*

Изучение мозга и открытие его фантастической сложности, постоянной перестройки его структур под влиянием деятельности и условий жизни, с неожиданной стороны выявило, что мозг каждого человека, каждого ребёнка действительно уникален. А значит, уникален каждый ребёнок и каждый человек. Другого такого ребёнка и такого человека больше нет на земле, никогда не было и больше не будет.

Нет никаких «средних» учеников. Именно безнадёжно устаревшие принципы организации воспитания и учебного процесса повинны в живучести этих ложных ярлыков. Конечно, есть определённые общие психологические закономерности, и их необходимо учитывать при организации учебного и воспитательного процесса на разных возрастных ступенях. Но таких закономерностей не так уж много.

*Каждый ребёнок – неповторимая индивидуальность*. У каждого ребёнка с нормальным здоровым мозгом должен быть свой, индивидуальный, путь познания мира и самого себя. Организация процесса воспитания и обучения каждого ребёнка должна соответствовать темпам его развития, познавательным потребностям и особенностям его мозга.

Эта мысль неоднократно и ясно выражалась многими выдающимися людьми. Об этом страстно писал великий русский писатель, мыслитель и педагог Лев Николаевич Толстой, который хотел так построить систему народного образования в России, чтобы спасти: «*тех, тонущих там Пушкиных, Остроградских, Филаретовых, Ломоносовых*», которые «*кишат в каждой школе*».

Очень чётко выразил мысль о необходимости индивидуального подхода к каждому ребёнку известный немецкий писатель XX века, лауреат нобелевской премии, Томас Манн: *«Я должен признаться, что сам я не могу себе представить общедоступную школу, в которой я почувствовал бы себя хорошо и сумел бы добиться известных успехов; такую школу пришлось бы изобретать специально для меня; её нет, и не может быть …»*.

Об этом же писали многие другие выдающиеся учёные, философы, писатели, педагоги.

Каждый человек уникален. Поэтому воспитание и обучение – всегда творчество. Можно ли подобрать единый «стандарт» для таких людей, какими были Александр Сергеевич Пушкин и Николай Иванович Лобачевский, Пётр Ильич Чайковский и Сергий Радонежский?

Поэтому работа воспитателя, учителя предъявляет очень высокие требования к психологической подготовке, которая включает достаточно глубокое понимание принципов работы мозга и закономерностей развития мозга ребёнка на разных возрастных этапах. Это позволит подходить к педагогической деятельности творчески и находить собственные решения в каждом конкретном случае.

*Образование должно учитывать уникальность каждого ребёнка.*

Многие, вероятно, могут возразить, что нельзя же каждого ребёнка обучать индивидуально. Ведь детей на Земле - миллиарды.

А почему же нельзя? В истории образования в разные времена были попытки поиска форм обучения, учитывающих индивидуальность каждого ребёнка. Об этом опыте будет рассказано в последующих выпусках книги. В ходе такого обучения гармонично сочетались коллективные и индивидуальные формы работы. И заметного увеличения числа учителей не требовалось.

Чем полнее система образования и воспитания будет учитывать уникальность каждого ребёнка, тем богаче будет духовная, культурная и материальная жизнь человечества в целом и каждого человека в отдельности.

В воспитании нет, и не может быть, общих для всех рекомендаций и рецептов. Каждый ребёнок уникален. У него свой, присущий только ему, темп развития, свои особенности нервной системы, которые могут проявиться в виде тех или иных способностей и талантов. Поэтому воспитание – абсолютно творческий процесс. Ребёнка ни с кем нельзя сравнивать, потому что каждый ребёнок - особенный.

***Новые нейроны***

*Отмирание и рождение нейронов*

Проблема развития мозга имеет отношение к вопросу об отмирании нейронов и рождении новых нервных клеток. В отличие от большинства других клеток, нейроны не могут делиться. Они должны работать в течение всей жизни, если только не разрушатся из-за неправильного образа жизни, болезни или ранения человека. Таким образом, большая часть нейронов живёт от рождения человека до его смерти.

Долгое время считалось, что новые нервные клетки в человеческом мозге вообще не образуются, но отмирают. Полагали, что по достижении зрелого возраста начинается угасание способности мозга к развитию. Господствовало общепринятое мнение, что нервные клетки отмирают или повреждаются, но не восстанавливаются. Даже случаи восстановления работоспособности мозга после значительных повреждений отдельных его участков, когда мозг, изменяя свою структуру, находил новый способ функционирования, не влияли на устоявшиеся ошибочные взгляды.

Считалось, в частности, что человеческий мозг потому и смог стать таким сложным, что утратил способность производить замещающие нервные клетки взамен отмирающих нейронов. Полагали, что новый нейрон не может войти в уже существующую сложнейшую сеть, не создав в ней путаницы и хаоса. Но живой мозг – это не мёртвая электронная схема. Возможности такого чуда, как мозг, всегда недооценивались.

*Новые нейроны в мозге всё-таки рождаются.*

Однако в последние десятилетия выяснилось, что в мозге человека новые нейроны всё-таки образуются. Сначала было обнаружено, что в области мозга, которую называют гиппокампом, всегда работающей с очень высокой нагрузкой, нейроны чаще отмирают, но взамен их постоянно возникают новые, молодые клетки. Затем у взрослых обезьян было обнаружено появление новых нейронов в височных, теменных и лобных долях коры головного мозга. Постепенно стало понятно, что утверждение о том, что в мозге человека будто бы не возникают новые нейроны, было ошибкой.

Пока что результаты исследований рождения новых нейронов разрозненны и кое в чём даже противоречивы. Поэтому нужны ещё серьёзные исследования. Но в целом, уже нет никаких сомнений в том, что определённое число новых нейронов в мозге человека возникает и может встраиваться в работу «старых» сетей.

*Чтобы новые нейроны выживали, их надо загружать сложной работой.*

Новые нервные клетки в мозге способны легко обучаться. Но для этого они должны быть включены в уже существующие сети «старых» нейронов. А чтобы новые нейроны встроились в действующие сети, их надо загрузить сложной работой, требующей значительных усилий. Чтобы новые нейроны, которые встраиваются в нейронные сети, обучались, работа должна быть действительно сложной. Если их не обеспечить трудными задачами, которые они должны решать, новые нейроны не выживут, они проживут около месяца и погибнут.

При этом важно, чтобы это были трудные задачи, требующие умственных усилий, включения в переработку новых данных с учётом уже имеющихся знаний, приобретённых в прошлом. Иными словами, мозг использует новые клетки, чтобы совершенствоваться и развиваться.

***Враг нейронов***

*Как алкоголь разрушает мозг.*

Следует отметить, что в некоторых случаях нервные клетки мозга могут быстро разрушаться по вине самого человека, чаще всего из-за человеческого невежества. Особенно большие потери несёт мозг при употреблении алкогольных напитков.

Как известно, кислород к нервным клеткам мозга, как и ко всем тканям, переносят красные кровяные тельца – эритроциты. Эритроциты покрыты оболочкой, которая состоит из молекул жироподобных веществ. При движении по тонким кровеносным сосудам эритроциты электризуются и отталкиваются друг от друга, поскольку несут одинаковые по знаку электрические заряды. Это препятствует слипанию эритроцитов и образованию комочков.

Этиловый спирт, который входит в состав всех алкогольных напитков, хорошо растворяет жиры. Он даже применяется для обезжиривания поверхностей. При попадании в кровь спирт начинает растворять жировые оболочки эритроцитов. Эритроциты при этом теряют электрический заряд и начинают слипаться в комочки. Комочков тем больше и они тем крупнее, чем больше выпито алкоголя.

Но кровеносные сосуды, снабжающие кислородом мозг, очень тонкие. Комочки эритроцитов образуют в них тромбы, перекрывающие доступ кислорода к отдельным группам нейронов. Лишённые доступа кислорода нейроны погибают. Этот процесс воспринимается человеком как состояние опьянения.

*Почему болит голова «с похмелья».*

Специалисты говорят, что выпитые 100 грамм водки уничтожают около миллиона нейронов. При гибели нервных клеток часть ранее сформированных связей в мозге разрушается. Это приводит к частичному разрушению отдельных нейронных сетей в мозге, а значит, к ослаблению умственных способностей. Чтобы восстановить такое количество утраченных нейронов, необходима длительная интенсивная умственная работа. А если человек не нагружает мозг творческой работой или интенсивной учебной деятельностью, нейроны утрачиваются безвозвратно, его картина мира становится менее детальной, навыки интеллектуальной деятельности теряются. Ум человека при этом слабеет, умственная и духовная жизнь становится беднее. Страшно ещё и то, что сам человек долго не замечает собственной деградации. Во многих случаях возникает болезненное пристрастие, которое и завершает процесс саморазрушения.

Надо ещё добавить, что тяжёлое состояние похмелья связано с процессами удаления погибших нервных клеток. Головная боль и жажда после употребления алкогольных напитков возникают потому, что для разрушения и удаления убитых алкоголем нейронов в мозге создаётся повышенное давление. За счёт усиленного притока жидкости мозг буквально промывает себя, освобождаясь от остатков разрушенных нейронов, которые с мочой удаляются из организма. Так что по утрам, после алкогольных возлияний с тостами «за здоровье», человек теряет здоровье и буквально мочится бывшими частичками своего мозга. О каком здоровье здесь можно говорить?

Поэтому неудивительно, что у человека, который «за компанию», чтобы «расслабиться», иногда принимает алкоголь в «умеренных» дозах», многие области мозга работают с заметно сниженной активностью, а то и вовсе не работают. У таких людей довольно рано начинается деградация мозга, которая к старости может привести к слабоумию или преждевременной смерти. А что касается алкоголиков, то специалисты говорят, что кора головного мозга у них похожа на изъеденный молью серый войлок.

К несчастью, есть люди, которые генетически предрасположены к неизбежным нарушениям биохимических процессов в мозге при систематическом употреблении даже небольших количеств алкоголя. У таких людей только два пути. Или полное исключение алкоголя как жизненный принцип, или возникновение болезненной привязанности к алкоголю и постепенное разрушение мозга, которое, по сути, является медленным самоубийством в алкоголизме.

*Алкоголь – наркотик, ведущий к деградации.*

Беда в том, что алкоголь вызывает быстрое привыкание, как любой наркотик. И хотя сейчас в России алкоголь юридически не считается наркотиком, но Всемирная организация здравоохранения однозначно классифицирует его именно как одну из разновидностей наркотических веществ. Поэтому уверения о безвредности и даже полезности умеренного употребления вина, пива и других алкогольных напитков – опасное заблуждение, а подчас и сознательная ложь.

*Даже совсем небольшие количества алкоголя производят определённые разрушения в мозге. При этом поражаются самые ценные высшие нейронные структуры, формирование которых требует долгих напряжённых усилий.* Например, разрушение алкоголем сложнейших и тончайших нейронных сетей лобных долей коры уменьшает способность мозга контролировать собственное поведение, ослабляет волю. Опасность здесь ещё и в том, что постепенные небольшие изменения психики при этом не замечаются и не фиксируются, и человек становится на путь деградации. Но особенно страшно то, что «культурными» выпивками взрослые подают подрастающим поколениям пример позитивного отношения к алкоголю. А это для значительной части молодёжи может приводить и приводит к ограничению возможностей высоких духовных и интеллектуальных достижений в их будущей жизни.

ГЛАВА 3. **КАК ПЕРЕДАЁТСЯ ИНФОРМАЦИЯ В МОЗГЕ**

***Нервный импульс***

*Серии нервных импульсов – язык общения нейронов.*

В нейронных сетях информация передаётся по нервным волокнам в форме электрических нервных импульсов. Серии нервных импульсов, следующих друг за другом, - это сообщения, которые пересылают друг другу нейроны в ходе обработки информации. Можно сказать, что последовательности нервных импульсов – это язык, на котором нейроны «общаются» между собой.

Распространяющийся по нервному волокну импульс имеет довольно сложную и не до конца изученную природу. Для темы этой книги природа и механизм возникновения нервных импульсов не очень существенны. Поэтому мы не будем детально рассматривать сложные многообразные процессы движения ионов, которые создают электрические импульсы, распространяющиеся по нервным волокнам. Здесь будет дано только самое общее представление о наиболее важных особенностях процессов распространения нервного импульса, выделено наиболее существенное в них и опущен ряд сложных деталей, которые не имеют принципиального значения для нашей темы.

*Особенности нервных импульсов.*

Удивительно то, что отдельные нервные импульсы одинаковы, независимо от того, управляется ли ими движение руки, передаётся зрительная или слуховая информация, или же какая-то часть организма сигнализирует о боли. Даже более того, нервные импульсы одинаковы у человека и всех живых существ, причём таких разных, как, например, моллюск, лягушка, мышь, кролик, кошка или обезьяна.

Строго говоря, небольшая разница в амплитудах и длительности импульсов, конечно, имеется. Утверждение об одинаковости импульсов примерно соответствует высказыванию о том, что одинаковы все ёлки одного возраста.

***О природе нервного импульса***

*Нервный импульс – это электрический импульс особой природы.*

Способность нейрона к генерации нервных импульсов определяется особенностями молекулярного строения мембраны. Мембрана нейрона способна практически мгновенно изменять свою ионную проводимость, создавая потоки разных ионов внутрь нервной клетки или наружу. Поэтому заряды на внешнем и внутреннем слоях мембраны могут быстро изменяться по величине и даже по знаку.

Хотя, по существу, нервный импульс - это электрический импульс, он не сводится к простому направленному движению электрически заряженных частиц. Нервный импульс связан со сложным движением ионов через мембрану аксона и скорее напоминает распространение волны.

*Возникновение разности потенциалов между сторонами мембраны.*

Между наружной и внутренней поверхностями мембраны нейрона существует разность потенциалов. Поясним, как она возникает.

Как известно, нейроны погружены в солевой раствор, который содержит хлористый натрий (то есть, поваренную соль) и другие соли. В растворе эти соли распадаются на ионы натрия, калия, кальция, хлора (Na+, К+, Са2+, С1-) и другие ионы. Те же ионы содержит и сама нервная клетка, но концентрация ионов в клетке и в солевом растворе снаружи может быть различной.

В электрически нейтральном растворе количество положительных и отрицательных ионов одинаково. Если из нервной клетки выходит положительный ион, положим ион калия, он уносит из клетки положительный заряд. Легко понять, что если из электрически нейтрального раствора уносится положительный заряд, то в растворе остаётся такой же по величине не скомпенсированный отрицательный заряд.

Как уже говорилось, за счёт ряда сложных процессов, идущих на мембране, в нервной клетке намного больше ионов калия и намного меньше ионов натрия, чем снаружи.

Мембрана не может полностью предотвратить проникновение через неё ионов. Ионы калия легче проходят через имеющиеся в мембране поры, чем ионы натрия, кальция и другие ионы. Кроме того, ионы калия легче выходят из клетки, так как их концентрация вне клетки намного меньше, чем внутри. Так при выходе положительных ионов калия в нервной клетке создаётся отрицательный заряд.

Поэтому внутренняя сторона мембраны отрицательна по отношению к наружной стороне, которая, таким образом, оказывается положительной. В неактивном состоянии нейрона, когда нейрон не генерирует импульсов, эта разность потенциалов составляет примерно 70 милливольт (мВ), то есть 70 тысячных долей вольта.

*Распространение нервного импульса.*

Генерируемый нейроном нервный импульс возникает на крохотном участке мембраны вблизи основания аксона. При этом под воздействием происходящих в нейроне процессов на этом участке открываются особые проходы, так называемые ионные натриевые каналы, и поток положительно заряженных ионов натрия устремляется внутрь нейрона. Заряд внутри клетки резко изменяется с отрицательного на положительный. Разность потенциалов между сторонами мембраны становится равной примерно 40 мВ. Но это состояние длится всего лишь мгновение. Натриевые каналы тут же закрываются, а им на смену открываются калиевые каналы, через которые из клетки устремляется поток ионов калия. В течение примерно тысячной доли секунды происходит ряд сложных процессов, восстанавливающих то состояние нейрона, какое было до начала генерации импульса. Заряд внутри клетки вновь становится отрицательным, и разность потенциалов достигает 70 мВ. Все эти быстро протекающие процессы создают скачок разности потенциалов на крохотном участке мембраны.

Но процесс движения ионов через небольшой участок мембраны воздействует на ещё закрытые натриевые каналы следующего соседнего крошечного участка аксона и открывает их. Все процессы движения ионов повторяются на этом участке. Поток ионов через эти каналы открывает натриевые каналы на соседнем участке, а происходящие на нём процессы приводят в действие каналы на следующем участке. И этот процесс быстро распространяется по аксону вплоть до его окончаний.

Вдоль нервного волокна распространяется процесс возбуждения, состоящий в изменении разности потенциалов между внутренней и внешней частями мембраны на небольших участках волокна. Изменение разности потенциалов не происходит сразу по всей длине нервного волокна. В любой момент времени существует только один небольшой участок возбуждённой мембраны, который бежит вперёд по волокну аксона, где находятся ещё неоткрытые натриевые каналы. Импульс не может двигаться назад, потому что там находятся только что закрытые каналы, которые некоторое время не могут открыться повторно, поскольку на этом участке идут процессы восстановления равновесия.

*Частота нервных импульсов.*

Все фазы нервного импульса должны быть закончены до начала следующего импульса. Подготовка натриевых каналов к следующему открытию требует некоторого времени. Поэтому после каждого импульса существует период вынужденного молчания, во время которого возникновение следующего импульса невозможно.

Длительность одного нервного импульса – около одной тысячной секунды. Поэтому наибольшая частота нервных импульсов в волокне обычно не превышает 1000 импульсов в секунду. Однако такая большая частота встречается редко. Для нервных волокон более характерны частоты от 100 до 200 импульсов в секунду.

*Стандартный импульс.*

Таким образом, процесс распространения нервного импульса совсем не похож на направленное движение электрически заряженных частиц в проводнике. При распространении нервного импульса электрически заряженные частицы не бегут в одном направлении от начала до конца аксона. Вдоль нервного волокна распространяется процесс возбуждения, состоящий в изменении разности потенциалов на небольших участках волокна.

Таким образом, каждый нервный импульс похож на любой другой. Можно сказать, что отдельные импульсы похожи друг на друга как две капли воды. Нервный импульс - это стандартный импульс, одинаковый во всех нервных волокнах. Он не зависит от того, передаётся ли зрительная, слуховая или какая-либо другая информация. Он или возникает, или его нет.

*Принцип «всё или ничего».*

Нервный импульс – это событие «взрывного» характера, которое возникает по принципу «всё или ничего». Нервный импульс возникает, когда воздействие достигает некоторого порогового значения. После достижения порогового значения дальнейший рост интенсивности воздействия не влияет на амплитуду нервного импульса, а увеличение продолжительности воздействия не сказывается на длительности нервного импульса.

Таким образом, амплитуда всех нервных импульсов одинакова и не зависит от интенсивности воздействия. Интенсивность воздействия отражается на частоте нервных импульсов. Чем больше интенсивность воздействия, например, громкость звука, тем больше частота генерации нервных импульсов. Кроме того, более интенсивное воздействие одновременно активирует большее число нейронов.

***Кодирование информации в мозге****.*

*Как кодируется информация в мозге.*

Принято говорить, что в мозге информация кодируется. ***Кодированием*** называют совершаемое по определенным правилам преобразование информации в условную форму – ***код***. В мозге сигналы кодируются двоичным кодом. То есть, в тот или иной момент времени электрический импульс есть или его нет. Такой способ кодирования очень прост и устойчив к помехам. Информация о воздействии передается в виде групп или «серий» импульсов. В мозге человека по нервным волокнам передаются серии одинаковых стандартных импульсов. Амплитуда, длительность и форма каждого импульса одинаковы. А об интенсивности и других важных свойствах воздействия, информация о котором обрабатывается мозгом, сообщает их число в серии, длительность серий и интервалов между ними, а также временной «рисунок» серии. Нервные импульсы следуют друг за другом на различных расстояниях, то есть частота импульсов может изменяться. Чем больше интенсивность воздействия, тем ближе друг к другу располагаются импульсы, то есть, тем выше частота. Информация об особенностях воздействия кодируется также числом одновременно возбужденных нейронов и их расположением.

*«Цифровой» способ передачи информации в мозге.*

Стоит подчеркнуть, что независимо от расстояния, на которое распространился импульс, его амплитуда не уменьшается в процессе прохождения по волокну. Нервный импульс добегает от начала аксона до его окончания, сохраняя свою стандартную амплитуду. Она ничуть не уменьшится, как это произошло бы, если бы нервное волокно было обычным проводником. Это придаёт работе нервной системы высокую чёткость. Такой «цифровой» способ передачи информации в мозге обладает высокой устойчивостью по отношению к помехам.

*Таинственная связь материальных процессов с психикой.*

Можно сказать, что все нейроны мозга говорят на одном универсальном языке - языке стандартных электрических импульсов. Для нейронов не существует зрительных образов, звуков, запахов и других ощущений. При передаче и обработке информации мозг имеет дело только с потоками стандартных нервных импульсов и сложными химическими процессами внутри нейронов, на их поверхности и в местах контактов нейронов друг с другом. Просто поразительно, как на этой основе возникают ощущения, образы окружающего мира, чувства и мысли.

Правду сказать, наука в настоящее время не понимает, как электрические импульсы, которыми обмениваются нейроны в мозге, и химические сигналы в синапсах превращаются в ощущения, образы и мысли, каким образом электрические и химические процессы в мозге связаны с нашим восприятием окружающего мира, с нашими чувствами, мышлением, воображением, волей и принятием решений. И даже сколько-нибудь приемлемых гипотез на этот счёт в науке пока нет. Иначе говоря, наука абсолютно не понимает, каким образом происходит превращение материальных процессов в мозге в факт человеческого сознания. Эти важные и интересные вопросы будут обсуждаться в отдельных выпусках книги.

***Как природа повышает быстродействие мозга***

*Быстродействие мозга и скорость нервного импульса.*

Информация в мозге, как будет подробнее рассказано дальше, обрабатывается в нейронных структурах, часто удалённых друг от друга. При этом у взрослого человека информация десятки раз пересылается из одних нейронных структур в другие. Поэтому в ходе обработки информации нервные импульсы должны пробегать заметные расстояния. Понятно, что информация обрабатывается тем быстрее, а быстродействие мозга тем выше, чем больше скорость передачи сигнала по нервным волокнам.

Быстродействие мозга – очень важный фактор. И эволюция выработала очень интересный механизм повышения скорости распространения импульса по нервному волокну

*Как природа увеличила скорость распространения нервного импульса.*

Увеличение скорости распространения сигнала по аксону достигается за счёт покрытия участков нервного волокна слоем жироподобного вещества – миелина. Миелин производится из мембран особых глиальных клеток, которые обматывают аксон.

При формировании оболочки аксона мембраны особых глиальных клеток многократно обертываются вокруг нервного волокна, образуя слоистую оболочку, состоящую из своеобразных «муфточек» длиной около миллиметра каждая. Эти «муфточки» отделены друг от друга узкими оголёнными участками аксона. Таким образом, большая часть мембраны аксона взрослого человека покрыта миелиновой оболочкой, состоящей из таких муфточек, разделённых очень малыми промежутками.

По нервному волокну, не покрытому оболочкой, нервный импульс распространяется со сравнительно небольшой скоростью - от 0,1 до 10 метров в секунду. При такой скорости распространения сигналов мозг был бы довольно медлительным и неповоротливым. Покрытие большей части аксона оболочкой увеличивает скорость передачи сигнала по нервному волокну примерно в 10 раз. В нервной системе взрослого человека эта скорость может достигать 120 метров в секунду (около 430 км/час). Увеличение скорости распространения сигналов имеет большое значение, так как обеспечивает быстродействие мозга.

ГЛАВА 4. **КАК МОЗГ СВЯЗАН С ВНЕШНИМ МИРОМ**

***Органы чувств и сенсорные системы***

*Органы чувств и мозг.*

С внешним миром мозг связан посредством органов чувств. Традиционно выделяют пять видов ощущений: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус. Соответственно, под органами чувств понимают глаз, ухо, нос и т.д. Но и глаз, и ухо, и другие внешние органы чувств неразрывно связаны с мозгом. Например, работу глаза вообще невозможно рассматривать отдельно от мозга. Исследования показали, что для того, чтобы понять, как работает глаз, надо изучать мозг. Ведь даже осознаваемое зрительное ощущение возникает только в коре больших полушарий. То есть, в действительности, то, что человек видит, связано не только с глазами, но и, прежде всего, с мозгом.

*Сенсорные системы.*

Поэтому в науке принят более строгий термин - «***сенсорная система***». Термин «сенсорная система» обозначает целостный механизм приёма и обработки информации определённого вида – зрительной, слуховой, осязательной и других.

Сенсорная система включает три отдела. *Первый отдел – рецепторный*. ***Рецепторами*** называют специализированные чувствительные нервные клетки, в которых физическая или химическая энергия внешнего воздействия превращается в энергию рецепторного сигнала.

*Второй отдел – проводящие нервные волокна*, по которым нервные импульсы передаются в мозг.

*Третий отдел сенсорной системы – области коры больших полушарий и подкорковые нейронные структуры*, в которых анализируется и обрабатывается информация данного вида.

Таким образом, работа любой сенсорной системы включает в себя реакцию рецепторов на внешнее для мозга воздействие специфической физической или химической энергии, преобразование её в нервные импульсы, передачу нервных импульсов в мозг, анализ информации данного вида - зрительной, слуховой, осязательной и т.д..

Когда в этой книге употребляется привычный всем термин «органы чувств», под ним чаще всего подразумевается содержание научного термина «сенсорные системы».

*Сложный характер процесса восприятия.*

Процесс восприятия информации из внешнего мира имеет сложный характер. Восприятие начинается с того, что энергия внешних воздействий (световых, механических, химических) в рецепторных отделах сенсорных систем преобразовывается в энергию нервных импульсов. Кратко и в самых общих чертах поясним, как это происходит.

В рецепторе происходит взаимодействие энергии внешнего воздействия с особыми белковыми молекулами, которые находятся на мембране рецептора. Это приводит к открытию ионных каналов, через которые начинает протекать ионный ток. Протекание ионного тока изменяет потенциал мембраны рецептора.

Расположенные в рецепторном отделе нейроны, связанные с рецепторами, преобразуют рецепторный сигнал в стандартные нервные импульсы.

Рецепторный отдел, обслуживающий какой-то один вид ощущений, например, зрение или осязание, служит начальным, первым уровнем соответствующей сенсорной системы.

Возникшая в ходе эволюции чувствительность рецепторов удивительно высока. Например, обонятельный рецептор может среагировать на действие одиночной молекулы пахучего вещества, а зрительный рецептор может сработать под действием одиночного кванта света.

Обычно сигналы от рецепторов любого из органов чувств предварительно обрабатываются определённой группой нейронов, расположенных в рецепторном отделе.

Выходные импульсы от этой группы нейронов по нервным волокнам направляются в мозг. Они передаются, как правило, через особые нейронные структуры в глубине мозга, в первичные зоны коры больших полушарий для более глубокой обработки.

И эти нервные импульсы - единственная форма сигналов, которые снабжают мозг информацией о внешнем мире.

Широкий спектр ощущений, которые вызываются воздействиями на органы чувств, позволяют создать картину окружающего нас мира. На этой основе создаются представления, понятия, гипотезы и теории, отражающие свойства и взаимосвязи предметов и явлений действительности.

***Внешние и внутренние рецепторы***

*Внешние рецепторы человека.*

Итак, информация поступает в мозг через специализированные нервные клетки, которые называют рецепторами. Мозг получает информацию от внешних и от внутренних рецепторов.

К внешним рецепторам относятся зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые и осязательные рецепторы. Заметим, что в коже имеются специализированные рецепторы, реагирующие на прикосновение, давление, вибрацию, напряжение, температуру и боль.

Через внешние рецепторы мозг получает информацию о состоянии внешнего мира и о происходящих в нём изменениях. Внешние рецепторы превращают энергию внешнего воздействия в энергию электрических сигналов. Рецепторы глаза реагируют на свет. Рецепторы органов вкуса и обоняния - на химические воздействия. Рецепторы органов осязания и слуха - на механическую деформацию. Рецепторные отделы сенсорных систем преобразуют энергию внешнего воздействия на понятный мозгу язык нервных импульсов.

*Немного о внутренних рецепторах.*

Внутренние рецепторы информируют мозг о состоянии дел в самом организме.

*Вестибулярная система*

Рецепторы вестибулярной системы сообщают об ускорениях или замедлениях, возникающих в процессе прямолинейного или вращательного движения, а также при изменении положения головы в пространстве. Импульсы от рецепторов вестибулярного аппарата, расположенного в височной области головы, вызывают перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, что обеспечивает сохранение равновесия тела.

*Рецепторы, расположенные в мышцах, сухожилиях и суставах*, передают в мозг информацию о состоянии опорно-двигательного аппарата и участвуют в координации движений.

*Внутренние рецепторы* сообщают также о давлении крови в сосудах, изменениях химизма внутренней среды организма, о содержании кислорода и углекислого газа в крови и т.д.

В мозг идут миллионы нервных волокон, передающих информацию от органов чувств, мышц, суставов и сухожилий, а также от всех внутренних органов и желез. И миллионы нервных волокон несут команды к мышцам и внутренним органам.

***Зрительная система***

*Почему выбрана зрительная система.*

Чтобы не загромождать изложение обилием деталей, в этом выпуске мы ограничимся, в основном, краткими сведениями о двух сенсорных системах – зрительной и слуховой.

Зрительная система выбрана потому, что, во-первых, через зрение человек получает более 90% информации о внешнем мире. Во-вторых, она лучше всего изучена. А в-третьих, другие сенсорные системы строятся на похожих принципах.

Зрительная система, при правильном воспитании, начинает развиваться буквально с первых дней жизни, а завершает развитие только в годы юности. Развитие зрительной системы имеет важнейшее значение для всех сторон человеческой личности, в том числе, интеллектуальной.

*Сетчатка*

Процесс зрительного восприятия начинается с того, что видимый свет, отражённый от предмета, пройдя через оптическую систему глаза, попадает на сетчатку и создаёт на ней изображение предмета. Изображение на сетчатке получается сильно уменьшенным и перевёрнутым вверх ногами и справа налево.

Сетчатка – это внутренняя светочувствительная оболочка глаза. Она имеет сложную многослойную структуру, и содержит упорядоченные слои нервных клеток разных видов, связанные между собой. Тела нервных клеток в сетчатке расположены отчётливыми слоями в соответствии с выполняемой ими работой. При этом в каждом слое существует много разновидностей клеток одного вида, которые различаются по структуре и физиологическим особенностям.

Нервные клетки каждого слоя сетчатки связаны нервными волокнами с множеством нервных клеток следующего слоя. Но и нервные клетки следующего слоя имеют обратные связи с клетками предыдущего слоя.

В зрелой сетчатке каждый вид нейронов расположен в определённом слое и образует строго определённые связи с соответствующими нейронами других слоёв и своего собственного слоя.

Аналогичная ситуация имеет место во всех отделах мозга – нейроны связываются друг с другом строго определённым способом. Поэтому в мозге образуются сложные нейронные структуры, отвечающие за разные виды деятельности. Понимание условий, благоприятствующих формированию в мозге сложных нейронных структур в процессе индивидуального развития, очень важно для повышения эффективности воспитания и обучения.

Необходимо отметить, что не только нервные волокна от нейронов сетчатки идут в мозг. В сетчатку также приходят нервные волокна из мозга. По этим волокнам из мозга поступают сигналы, которые регулируют процессы обработки зрительной информации в сетчатке.

Таким образом, сетчатку глаза отличают очень сложные разветвлённые связи. Это указывает на тонкую и сложную обработку зрительной информации уже в самой сетчатке, в самом начале пути к высшим отделам мозга. Это означает, что сигналы, которые сетчатка направляет в мозг, не являются простыми непосредственными копиями внешнего образа. Из огромного количества деталей на сложнейшей мозаике рецепторов отбирается важнейшая информация, которая и направляется в мозг. То есть, картинка, которая создаётся на рецепторах сетчатки, вовсе не просто передаётся в мозг, как это предполагали ещё сравнительно недавно.

*Рецепторы сетчатки глаза.*

Преобразование энергии падающего света, отражённого от объекта, в электрические нервные импульсы, понятные мозгу, начинается в специализированных клетках сетчатки, которые обычно называют фоторецепторами.

Под воздействием энергии падающего света фоторецепторы сетчатки генерируют особые рецепторные сигналы.

В сетчатке человеческого глаза расположены два вида чувствительных к действию света клеток, фоторецепторов, которые в соответствии с их формой называют палочками и колбочками. Из примерно 125 миллионов рецепторов сетчатки каждого глаза 6–7 миллионов составляют колбочки..

*Палочки* реагируют на слабый свет в тёмное и сумеречное время. При ярком освещении они отключаются. Палочки не различают цветов. Они дают ощущение серых тонов, потому и говорят, что *ночью все кошки серы*.

*Колбочки*, напротив, не реагируют на слабый свет. Они обеспечивают дневное цветовое зрение. Сетчатка глаза содержит три типа колбочек, которые имеют разную чувствительность к длинам волн видимого света. Несколько неточно говорят, что колбочки реагируют на синий, зелёный и красный цвета. Всё богатство красок окружающего мира обязано совместному действию этих трёх типов рецепторов. Колбочки также ответственны за способность различения тонких деталей.

Рецепторы распределены в сетчатке неравномерно. Способность нашего зрения различать тонкие детали максимальна в очень маленькой области в центре сетчатки напротив зрачка. Эту область, диаметром примерно полмиллиметра, называют *центральной ямкой*. Она является местом наилучшего видения. В центральной ямке палочки отсутствуют, зато колбочки «упакованы» очень плотно. По направлению к периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а количество палочек увеличивается, так что на дальней периферии сетчатки имеются только палочки.

*Процессы в фоторецепторах*

Фоторецепторы сетчатки содержат вещества (их называют пигментами), которые поглощают часть света в определённом диапазоне световых волн и отражают свет других диапазонов.

Каждый из четырёх типов рецепторов сетчатки содержит свой особый пигмент. Разные пигменты отличаются друг от друга химически, а потому имеют разную способность поглощать свет определённого диапазона волн.

Если какие-то спектральные компоненты падающего на сетчатку света, отражённого от предмета, поглощаются лучше других, то предмет кажется окрашенным. Таким образом, цвет предмета, который видит человек, зависит не только от длины волны, но и от свойств зрительной системы.

При поглощении светового кванта пигмент меняет свою молекулярную форму. При этом он высвобождает энергию, которая запускает цепь сложных химических реакций, а в результате появляется электрический сигнал.

Чтобы иметь возможность продолжать работу, пигмент должен восстановить первоначальную форму. Чтобы фотохимические процессы в рецепторе вернулись в исходное состояние, необходимо некоторое время.

Под действием света в рецепторах сетчатки происходят сложные химические реакции. При этом в разных типах рецепторов эти реакции различны и, к сожалению, пока недостаточно изучены.

Для нас существенно, что рецепторный отдел глаза, то есть рецепторы вместе с нейронами сетчатки, превращают энергию светового воздействия в серии нервных импульсов.

*Обработка зрительной информации в сетчатке*

У человека фоторецепторы находятся в заднем слое сетчатки, позади кровеносных сосудов. То есть, свет, прежде чем попасть на слой фоторецепторов, должен пройти через несколько прозрачных слоёв нервных клеток, сеть кровеносных сосудов, тонкую сеть нервных волокон и множество соединительных клеток.

Электрические сигналы фоторецепторов активируют нервные клетки в слое, непосредственно примыкающем к слою фоторецепторов. А нервные клетки этого слоя передают сигналы для обработки нервными клетками других слоёв сетчатки. Все нейроны сетчатки вместе с рецепторами образуют сложнейший аппарат, который выполняет анализ и предварительную обработку зрительной информации.

После предварительной обработки информация от 125 миллионов фоторецепторов сходится на примерно одном миллионе специализированных нейронов переднего слоя сетчатки, обращённого к падающему свету. Этот слой состоит из нейронов, аксоны которых проходят по поверхности сетчатки, собираются в пучок и образуют зрительный нерв, который покидает глаз в районе слепого пятна.

В сетчатке каждого глаза примерно 125 миллионов рецепторов, но только около миллиона нервных клеток, аксоны которых образуют зрительный нерв. Таким образом, нейроны этого слоя интегрируют информацию, сообщаемую многими фоторецепторами через промежуточные нервные клетки других слоёв.

Место, где зрительный нерв выходит из глаза и направляется в мозг, не содержит ни палочек, ни колбочек. Этой частью сетчатки человек ничего не видит, поэтому оно называется слепым пятном. Слепое пятно имеет овальную форму, вытянутую по горизонтали. Его длина по горизонтали составляет от 1,3 до 1,8 миллиметра. То есть слепое пятно занимает довольно большую площадь сетчатки, но в повседневной жизни никаких пробелов в поле зрения человек не замечает.

Итак, после предварительной обработки в нейронах сетчатки зрительная информация от каждого глаза направляется в мозг. Сетчатка каждого глаза связана с мозгом посредством нервных волокон, которые на выходе из глаза соединяются в пучок, образуя зрительный нерв.

Зрительный нерв состоит примерно из одного миллиона волокон, каждое из которых начинается в определённой точке маленького участка сетчатки. Ещё раз стоит подчеркнуть, что число нервных волокон в зрительном нерве намного меньше, чем рецепторов в сетчатке, которых насчитывается примерно 125 миллионов. Таким образом, на каждое из миллиона нервных волокон зрительного нерва приходится больше сотни рецепторов сетчатки.

Это позволяет несколько ограничить огромную избыточность сигналов, идущих от рецепторов, подавляя менее существенные сигналы. Например, на сетчатке образуется изображение большого неподвижного предмета. Чтобы не передавать непрерывно информацию от всех возбуждённых рецепторов, сенсорная система отбирает только сигналы о начале, а затем только о конце раздражения множества рецепторов, которые сигнализируют об изображении этого предмета. При этом до коры головного мозга дойдут только сигналы от рецепторов, расположенных по контуру возбуждённой области.

Таким образом, сетчатка глаза – это своего рода миниатюрный мозг. Её отличает удивительно сложное строение. Это действительно часть мозга, которую мозг направил вперёд для восприятия самой необходимой информации из внешнего мира.

*От сетчатки до первичной зрительной коры.*

Волокна, идущие в мозг от каждого глаза, проходят через несколько подкорковых структур.

Прежде всего, они проходят через так называемое зрительное перекрестие, где примерно половина волокон каждого зрительного нерва переходит в полушарие, противоположное по отношению к данному глазу. Другая половина нервных волокон остается в том же полушарии, где находится глаз. В затылочную долю правого полушария поступают сигналы от правых половин сетчатки, а в левое полушарие – от левых половин сетчатки каждого глаза.

После этого нервные волокна направляются в несколько разных областей мозга. Некоторые из них идут в нейронные структуры, управляющие движениями глаз. Другие нервные волокна идут в нейронные структуры, ведающие вниманием и так далее.

Однако большая часть волокон попадает сначала в две небольшие нейронные структуры, лежащие в глубине мозга, своего рода промежуточные станции (их называют наружными коленчатыми телами, но название, как и во многих других случаях, не имеет принципиального значения для неспециалистов). Это сравнительно простые структуры, каждая из которых содержит примерно полтора миллиона нейронов и состоит из шести слоёв нервных клеток, каждый из которых, в свою очередь, имеет толщину в несколько клеток.

Дойдя до этих структур, волокна зрительных нервов расходятся и точно занимают свои места. Каждый нейрон коленчатого тела через посредство промежуточных нейронов сетчатки связан с некоторым количеством расположенных на небольшом участке сетчатки палочек и колбочек. Любым двум соседним небольшим областям сетчатки соответствуют соседние области на коленчатом теле. Таким образом, на коленчатом теле довольно точно отображается как бы карта сетчатки.

Вообще на каждом этапе переработки информации в зрительной коре нейроны создают как бы карту видимого объекта. То есть информация от двух соседних участков видимого предмета представлена в виде импульсов соседствующих друг с другом нейронов той области мозга, которая на данном этапе занята обработкой изображения.

Такая «топографическая» организация коры головного мозга обеспечивает возможность более быстрой связи между участками коры, занятыми обработкой информации от близко расположенных органов, связанных друг с другом и работающих вместе. Сигналам не приходится путешествовать по всему мозгу, что ускоряет работу и делает её более эффективной.

В наружное коленчатое тело входят не только волокна зрительного нерва, но и волокна, приходящие обратно из зрительной коры, где происходят следующие этапы переработки зрительной информации, а также из других подкорковых структур, например, управляющих движениями глаз, имеющих отношение к процессам внимания и других.

После переработки в нейронах наружного коленчатого тела и подкорковых структурах информация передаётся в первичную зрительную кору, расположенную в затылочной части мозга.

***Слуховая система***

*Немного о звуках*.

В связи с тем, что речь для человека является средством межличностного общения, а также, в значительной мере, связана с мышлением, слух у человека играет особую роль. Поэтому следует, хотя бы кратко, напомнить о слуховой сенсорной системе.

Известно, что звуковые сигналы в обычных условиях представляют собой колебания воздуха с разной частотой и интенсивностью. Человеческое ухо воспринимает звуковые колебания с частотой от 16 до 20 000 колебаний в секунду. Колебания небольшой частоты воспринимаются как звуки низких тонов. Чем выше частота звуковых колебаний, тем выше тон.

*О работе слухового аппарата человека.*

Человек постоянно живёт в мире, наполненном разнообразными звуками. Звуковые колебания воздействуют на барабанную перепонку, тонкую перегородку, отделяющую внутренние структуры человеческого уха от внешней среды, и приводят её в колебания. Эти механические колебания барабанной перепонки с помощью сложного аппарата человеческого уха передаются рецепторам, которые находятся в особом органе внутреннего уха – заполненной жидкостью улитке. Рецепторные клетки и связанные с ними нейроны преобразуют механические звуковые колебания жидкости в улитке в электрические нервные импульсы.

Нервные импульсы передаются в мозг по слуховому нерву, который содержит примерно 30 тысяч нервных волокон. Серии импульсов, через ряд подкорковых структур, передаются в первичную слуховую кору, которая находится в височных долях больших полушарий.

На пути к первичной слуховой коре информация от слуховых рецепторов обрабатывается в нескольких подкорковых нейронных структурах. Из них стоит отметить структуры, отвечающие за эмоциональные реакции, изменения состояния и настроения человека. Кроме того, нервные волокна слуховой системы на разных уровнях обработки слуховой информации проходят через три перекрестия, в которых волокна направляются в разные полушария мозга. Взаимосвязи между областями коры больших полушарий, обрабатывающих слуховую информацию, очень обширны. Такая сложная система взаимосвязей указывает на то, что «слушает» и «слышит» весь мозг, а не только ухо. Следует заметить также, что области слуховой коры, занятые обработкой слуховой информации, теснейшим образом связаны со сложной координированной системой управления звуковоспроизводящим аппаратом – мышцами гортани, губ и языка.

*Настройка нейронов в слуховой системе*.

Нейроны слуховой коры человека так же высоко специализированы, как и нейроны зрительной коры. Каждый нейрон на любом уровне слуховой системы в ходе индивидуального развития настраивается на определенную частоту и интенсивность звука. Точнее говоря, для каждого нейрона существует оптимальная частота звука, на которую он лучше всего реагирует. Сила звука кодируется частотой импульсов и числом возбужденных нейронов. В ходе индивидуального развития тысячи слуховых рецепторов, которые находятся в улитке внутреннего уха, должны быть настроены на восприятие звуковых колебаний разной частоты. Человек с хорошо развитым слухом при низких и средних частотах может заметить разницу в 1 – 2 колебания в секунду.

Задачи, которые решает мозг при обработке слуховой информации, отличаются прямо-таки фантастической сложностью. Чтобы дать об этом хотя бы очень приблизительное представление, приведём лишь один пример. Человек, который находится в помещении, где одновременно разговаривают несколько групп людей, может выделить из моря хаотических звуковых колебаний именно то, что представляет для него интерес. Никакое техническое устройство не может обеспечить такой избирательности, а слуховая система человека легко решает подобные задачи.

*Слуховой аппарат ребёнка нуждается в «настройке»*

Речевой и музыкальный опыт накапливается человеком на протяжении всей жизни. Но наиболее важны в этом деле годы детства. Ребёнок должен многократно услышать, повторить и закрепить в памяти последовательности различных звуков.

Но чтобы человек научился воспринимать речевые и музыкальные звуки, необходимо большое число упражнений. И развитие речевого и музыкального слуха, как будет показано ниже, должно завершиться в детские годы. Мало того, обработка речевых и музыкальных звуков происходит в разных участках мозга, находящихся в разных полушариях. Восприятие звуков человеком и человеческая речь управляется сложнейшими структурами мозга. Поэтому для развития речевого и музыкального слуха требуются разные упражнения и в разное время жизни ребёнка. При этом недоразвитие слуха крайне негативно сказывается на развитии человека в целом. Об этом речь также пойдёт позднее.

ГЛАВА 5. **ГЛАЗ И ТЕЛЕВИДЕНИЕ**

***Движения глаз.***

*Для зрительного восприятия необходимы движения глаз.*

В связи с тем, что современные дети много времени уделяют просмотру телепередач, следует особо сказать о влиянии телевидения на формирование зрительной системы и развитие ребёнка.

В ряде исследований было установлено, что *неподвижный глаз* практически не может воспринимать изображение, состоящее из многих частей.

Для непрерывного получения мозгом зрительной информации необходимо, чтобы изображение двигалось по сетчатке. Дело в том, что импульсы в волокнах зрительного нерва возникают в моменты «включения» и «выключения» светового изображения. Если воздействие света на одни и те же рецепторы сетчатки длится больше 1 – 2 секунд, то импульсы в волокнах зрительного нерва прекращаются. Это означает, что при неподвижных глазах и предметах зрительное ощущение быстро исчезает.

Восприятие сложных объектов предполагает активные, поисковые движения глаз, выделяющие нужные признаки. Эта особенность глаза очень важна для понимания многих проблем образования, связанных с современными информационными технологиями, прежде всего – с телевидением. Поэтому стоит рассмотреть вопрос о движениях глаз немного подробнее.

При рассматривании расположенных в пространстве реальных объектов глаз ведёт себя очень активно. Рассматривание любых предметов сопровождается разнообразными движениями глаз.

*Повороты глаз.*

Глазное яблоко имеет форму, близкую к шарообразной. Это облегчает его повороты для наведения на рассматриваемый объект. Повороты глаз осуществляют 6 мышц, прикреплённых к глазному яблоку. Если человек хочет лучше рассмотреть объекты, находящиеся справа или слева от центра поля зрения, внизу или вверху, то глазные мышцы должны соответственно повернуть каждое глазное яблоко. При этом движения глаз должны быть скоординированы.

*Сосредоточение взгляда на далёких и близких предметах.*

Чтобы ясно видеть предметы, которые находятся на разных расстояниях от глаза, их изображения должны для каждого расстояния фокусироваться на сетчатке.

Перевод взгляда с далёких предметов на близкие требует сведения зрительных осей. А при переводе взгляда с близких предметов на далёкие - зрительные оси должны расходиться, приближаясь к параллельному положению.

Все эти движения глаз требует напряжения соответствующих глазных мышц и развития участков мозга, управляющих их движениями. Человек управляет этими движениями глаз, не задумываясь, поскольку такие процессы мозг автоматизировал ещё в детском и подростковом возрасте. Но для этого потребовалось немало времени и много естественных упражнений.

Да и взрослому человеку, чтобы поддерживать зрительную систему в хорошем состоянии, надо продолжать упражнять мышцы, управляющие движениями глаз.

*Неосознаваемые скачкообразные движения глаз.*

Но сосредоточение взгляда на предметах, находящихся на разных расстояниях, и повороты глазного яблока – не единственные движения глаза.

Выше уже упоминалось, что человек чётко различает только ту небольшую часть предмета, изображение которой проецируется на очень маленький участок сетчатки, который называют центральной ямкой. Поэтому изображения рассматриваемых частей предмета на сетчатке должны перемещаться в эту маленькую область наилучшего видения.

Даже при рассматривании неподвижных изображений и покоящихся предметов глаза непрерывно совершают сложные движения. Взгляд при этом скачкообразно перемещается от точки к точке.

Когда человек рассматривает, например, картину, лицо незнакомого человека или репродукцию в книге, глазные мышцы совершают множество неосознаваемых движений. Этими движениями рассматриваемые фрагменты изображения скачкообразно перемещаются в область наиболее чёткого видения.

Глазные мышцы поочерёдно фокусируют глаза на разных фрагментах предмета, помещая их перед зрительной ямкой. Глаз скачкообразно перемещает в область наиболее чёткого видения изображения разных участков предмета и задерживается на них доли секунды. При нормальном неспешном рассматривании реальных предметов глаз делает от 2 до 5 скачков в секунду, помещая ту или иную часть изображения на маленькой области наилучшего видения. Зафиксировав положение на одном маленьком фрагменте предмета на долю секунды, глаз перепрыгивает к следующему фрагменту. Каждая фиксация глаза на маленьком участке объекта даёт ясное восприятие этого небольшого участка. После каждого скачка глаз на очень короткое время задерживается в новом положении, а затем совершает следующий скачок. Продолжительность каждого скачка составляет сотые доли секунды. Такие скачки человек не осознаёт, но специальная съёмка позволяет их изучать.

Некоторые детали рассматриваемого предмета или картины фиксируются чаще, чем другие. Глаза по многу раз фиксируют те места картины, которые несут человеку самую важную информацию. Например, при рассматривании лица человека глаз чаще всего останавливается на глазах и губах того, чьё лицо изучается, а вот контур лица, как менее информативная часть, осматривается лишь вскользь.

Места наиболее частой фиксации зависят от целей, которые человек ставит перед собой. Поэтому два разных человека на одно и то же смотрят по-разному, в зависимости от того, какой зрительный опыт накоплен ими в течение жизни.

Таким образом, зрение – не пассивный, а в высшей степени активный процесс. Чтобы непрерывно распознавать находящиеся перед глазами объекты, глаз должен совершать множество сложных движений. При отсутствии этих движений зрительная информация не может полноценно обрабатываться в мозге и осознаваться.

Хотя быстрые движения глаз не осознаются, они всё-таки связаны с личностью человека. Именно воля самого человека определяет, что он рассматривает в зависимости от того, что хочет увидеть и какие задачи перед собой ставит. Взгляд направляется туда, где для человека есть что-то важное.

Такой целенаправленный осмотр не даётся от рождения, а приобретается в ходе многолетнего неосознаваемого упражнения. Особенно важны для приобретения способности целенаправленного осмотра детские годы. Взрослый человек только развивает и укрепляет то, что приобретено в детстве.

***Как ребёнок учится видеть.***

*Картина видимого мира создаётся в мозге.*

Итак, человек чётко различает только ту небольшую часть предмета, изображение которой проецируется на очень маленький участок сетчатки, который называют центральной ямкой. То есть, фактически человек в любой момент времени чётко видит только малую часть предмета, на которой сходятся оптические оси обоих глаз. Почему же нам кажется, что мы ясно видим весь предмет?

Дело в том, что неосознаваемые скачки, которые совершает глаз по рассматриваемому предмету, продолжаются до тех пор, пока не будет рассмотрено достаточное число фрагментов, чтобы мозг мог *создать* ясную общую картину. И человек видит устойчивую чёткую картину, которой на самом деле на сетчатке нет. Иначе говоря, образ рассматриваемой части окружающего мира создаётся в самом мозге! Активность глаза при рассматривании объектов внешнего мира, стимулирует активную работу мозга.

*Чтобы научить глаз видеть, нужно много лет упражнять его.*

Чтобы «научить» глаз видеть, чтобы сформировать, развить в мозге необходимые механизмы, управляющие движением глаз и обеспечивающие формирование картины той части внешнего мира, на которую человек смотрит, нужна длительная тренировка глаз. На протяжении долгого времени необходимы упражнения, которые помогают ребёнку сформировать навыки видения настолько же прочные, как навык ходьбы. Причём, как будет показано ниже, эти навыки должны быть выработаны именно в детстве.

С интересом рассматривая неподвижную картинку в книжке, ребёнок, во-первых, упражняет отделы мозга, управляющие мышцами глаз. А во-вторых, при этом развиваются отделы мозга, обеспечивающие синтез фрагментов изображения в единое целое. Такое рассматривание иллюстраций, особенно в сочетании с чтением ребёнку сказок и детских рассказов, развивает воображение, память и мышление ребёнка.

***Принципы создания движущихся изображений.***

*Зрение и принцип кино и телевидения.*

Чтобы лучше уяснить характер влияния телевидения на развивающийся мозг, полезно вспомнить некоторые принципы формирования телевизионного изображения. Основной принцип получения видеоизображений в кино и на телевидении вытекает из особенностей человеческого зрения.

Зрительное ощущение не сразу исчезает после того, как прекратилось раздражение сетчатки глаза. Оно удерживается в течение некоторого времени. Если в темноте быстро взмахнуть тлеющей лучиной, то мы увидим светящуюся линию. Быстро следующие друг за другом световые раздражения сетчатки сливаются в одно ощущение. На этом основано кино и телевидение.

*Получение движущихся изображений в кино и на телевидении.*

Кино и телевидение заменяют непрерывное реальное движение серией быстро сменяющихся неподвижных изображений, немного отличающихся друг от друга.

Представьте себе, что киногерой за одну секунду поднимает руку. Это непрерывное реальное движение заменяется демонстрацией на экране в течение одной секунды 24 неподвижных кадров последовательных положений руки.

Мы не видим промежутков между отдельными кадрами, так как зрительное ощущение от одного кадра длится до появления следующего. Это обеспечивает создание иллюзии непрерывности изображения и движения.

***Влияние телевидения на развитие зрения и мышления.***

*Формирование зрения занимает многие годы жизни ребёнка.*

Зрение даже пятилетнего ребёнка ещё только формируется. Ещё не полностью развита сетчатка глаза. Её формирование продолжается до 10 - 12 лет. Не вполне сформированы нейронные механизмы в мозге, управляющие движениями глазных мышц. Созрели далеко не все нервные волокна в мозге, проводящие сигналы, несущие зрительную информацию. Аксоны ещё должны покрыться миелиновыми оболочками, чтобы скорость распространения импульса по нервному волокну стала достаточной для быстрой обработки информации. Ещё только формируются области коры больших полушарий, отвечающих за глубокую обработку зрительной информации. Для полного созревания и развития зрительной системы требуются годы.

Сетчатка детских глаз, участки мозга, управляющие глазными мышцами, и кора больших полушарий ещё не достигли той зрелости и развития, которые необходимы для восприятия быстро сменяющихся изображений. Поэтому детям до трёх-пяти лет, и даже намного старше, следует рассматривать реальные предметы и яркие неподвижные картинки. Они ещё не готовы воспринимать быстро сменяющиеся изображения.

Чтобы сформировать нормальный зрительный аппарат и развить соответствующие участки мозга ребёнку необходимо большое число упражнений. Для этого он должен иметь возможность подолгу рассматривать реальные предметы и чёткие, яркие, не изменяющиеся картинки в книжках.

Выработка навыков должна осуществляться при рассматривании реальных предметов и неподвижных изображений. Это могут быть игрушки и книжки с картинками, но ни в коем случае не экран работающего телевизора. В детские годы воздействие телевидения на формирование зрения и развитие мозга губительно.

*Влияние телевидения на мышление и воображение ребёнка.*

Чтобы возникло зрительное ощущение, должны произойти многократные преобразования и передача сигналов в мозге. Поэтому зрительное ощущение появляется не мгновенно. Время, необходимое для возникновения зрительного ощущения, в среднем составляет для взрослого человека 0,03 – 0,1 секунды. У ребёнка это время намного больше.

Когда ребёнок смотрит телепередачу, его мозг не успевает перерабатывать информацию, которую несут быстро следующие друг за другом кадры и образы. Мозг малыша начинает просто скользить от одного образа к другому, не подвергая их необходимой обработке. Бездумное скольжение от одного готового зрительного образа к другому не требует усилий. Поэтому нейронные механизмы в мозге не формируются. Воображение и мышление при этом не развиваются. Свободное самостоятельное создание образов, которое происходит, например, в то время, когда ребёнок слушает сказку, телевидение беспощадно подавляет. Развитие мозга затормаживается, не развиваются воображение и фантазия.

Дети утрачивают способность понимать абстрактные связи и самостоятельно обдумывать их, воспроизводить простейшие мыслительные операции, не говоря уж о применении знаний в новых ситуациях. Поэтому способность детей усваивать школьные знания ужасающе быстро сокращается при длительных просмотрах телепрограмм.

*Снижение активности глаз тормозит развитие мозга ребёнка.*

Заметим также, что во время телепросмотра расстояние между телеэкраном и зрителем обычно не меняется, поэтому нет необходимости переводить взгляд с близких предметов на далёкие и обратно. Да и повороты глаз практически не нужны в силу сравнительно небольших размеров экрана телевизора.

Выше уже говорилось, что при свободном разглядывании реальных объектов глаз совершает от двух до пяти быстрых скачков в секунду. В ходе экспериментальных исследований было установлено, что число таких скачков по экрану телевизора при телепросмотре сокращается в 15 – 20 раз.

Столь значительное сокращение движений глаз приводит к тому, что глаз даже взрослого телезрителя цепенеет, застывает. Снижение активности глазных мышц через мозг передаётся телу, которое при этом обездвиживается. Экспериментальные исследования электрической активности мозга во время телепросмотра показали, что визуальное внимание также ослабляется, активность мозга снижается, и ребёнок переходит в состояние, близкое к дремоте или гипнотическому трансу. А самое плохое состоит в том, что это резко сокращает активность мозга и сильно тормозит развитие мозга и психики ребёнка.

Зрение – не пассивный, а в высшей степени активный процесс. Чтобы непрерывно распознавать находящиеся перед глазами объекты, глаз должен совершать множество сложных движений. При отсутствии этих движений зрительная информация не может полноценно обрабатываться в мозге и осознаваться.

*Раннее приобщение к телевидению тормозит развитие мозга.*

При телепросмотре ребёнку не нужно самому прилагать даже малейших усилий, чтобы направлять взгляд на то, что он хочет рассмотреть. Взгляд его направляет телекамера, точнее, воля человека, который управляет телекамерой. Это дополнительно резко снижает усилия мозга по осмыслению зрительной информации. Чтобы сохранялась иллюзия самостоятельного выбора объектов рассматривания, современное телевидение применяет очень быструю смену ракурсов, планов, наплывов, и т.д. Воля ребёнка при просмотре телепрограмм выключается, а мозг не успевает обрабатывать быстро меняющиеся изображения.

Рассматривая предмет или картинку в книге, ребёнок свободен в выборе. Он может смотреть или не смотреть, разглядывать внимательно одни детали или другие.

Но в кино и на экране телевизора каждую секунду сменяется 24 неподвижных кадра. Несозревший ещё глаз ребёнка просто не успевает их «сканировать». Поток быстро следующих друг за другом ярких образов не оставляет времени для анализа происходящего, для установления связи между событиями. Постоянная смена разнородных по своему характеру материалов притупляет восприятие, приводит к вытеснению предыдущих впечатлений последующими. Неосмысленные образы погружаются в подсознание.

Поэтому раннее приобщение детей к телевидению наносит огромный вред не только развитию зрительного аппарата ребёнка, но и развитию его мозга, и, следовательно, психики.

Конечно, есть много и других причин, накладывающих ограничения на ранний допуск детей к телевидению. Но в этом разделе о других аспектах воздействия телевидения на развитие ребёнка не говорилось, поскольку речь пока шла только о влиянии телевидения на развитие зрительного аппарата.

*Можно ли уменьшить негативное влияние телевидения на детей?*

Как было показано выше, резкое снижение подвижности глаза определяется принципами действия телевидения и условиями просмотра изображения на экране телевизора. При современном коммерческом подходе к телевидению ранний допуск детей к телепросмотрам неизбежно влечёт снижение активности глаз и торможение психического развития маленького ребёнка.

Можно ли уменьшить негативное влияние телевидения на развитие мозга ребёнка? Не только можно, но и нужно. Более того, разумно организованное телевидение может способствовать развитию человека, но только не в слишком раннем возрасте.

Но эти вопросы выходят за пределы вопроса о работе зрительной системы, которую мы сейчас рассматриваем. Об этом речь пойдёт позднее, при рассмотрении разных возрастных этапов развития детей, потому что очень важно знать, когда и что следует смотреть ребёнку.

1. В современном русском языке используются две формы предложного падежа слова «мозг» – «в мозгу» и «в мозге». Разные источники по-разному подходят к вопросу об их использовании. Одни считают их равноправными, другие рекомендуют использовать только форму «в мозгу», третьи предлагают использовать обе формы, разделяя их по смыслу: когда речь идёт о материальном органе, о веществе, использовать форму «в мозге», а когда подразумевается ум или сознание – применять форму «в мозгу». Мы будем руководствоваться этой третьей рекомендацией. Поскольку в первом выпуске рассматривается, прежде всего, материальная основа деятельности мозга в связи с процессами обучения, мы чаще всего будем использовать форму «в мозге». [↑](#footnote-ref-1)